

EDITORIAL

UNA NUEVA REFERENCIA

En días recientes se ha informado públicamente la disponibilidad del ITRF 2020, el cual sustituye y se supone es una versión mejorada del ITRF 2014.

Nuevas coordenadas y nuevas componentes de velocidad para las estaciones referenciales que integran la solución. Atrás, muy atrás, quedaron los años en los cuales las coordenadas del control geodésico de los países fueron invariables durante décadas. Hoy en día, la disponibilidad de nuevas técnicas de medición y los avances en conocimientos y cálculos, obligan a los marcos de referencia geodésicos dinámicos, cambiantes con las épocas y las mediciones.

En febrero de 2015, La Asamblea General de la ONU aprobó la resolución "Un Marco de Referencia Geodésico Global para el Desarrollo Sustentable" la primera resolución que reconoce la importancia de un enfoque globalmente coordinado de la Geodesia. Todo, como consecuencia de la resolución 2011/24 del Comité Económico y Social de las Naciones Unidas -ECOSOC- mediante la cual se crea UN-GGIM (El Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Gestión Global de la Información Geoespacial) ente que a su vez generó el Grupo de Trabajo GGRF (Marco de Referencia Geodésico Global para el Desarrollo Sustentable).

Todas las actividades técnicas, científicas y cotidianas del mundo moderno requieren un marco de referencia geodésico y corresponde a nosotros como profesionales de la geodesia, definirlo, proporcionarlo y mantenerlo. Pero... ¿Estamos conscientes de esa responsabilidad?, ¿Es esto reconocido por profesionales de otras áreas de la ingeniería y de las ciencias en general? Seguramente NO. Pero tenemos que demostrarlo y hacer que así se reconozca. Bienvenido el ITRF 2020 y con él todas sus implicaciones.

Dr.-Ing. Melvin J. Hoyer R.

PRESENTANDO AL SERVICIO GEODÉSICO NACIONAL (NGS) DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

El Servicio Geodésico Nacional (NGS) de los Estados Unidos de América se enorgullece de ser la primera agencia científica civil del país fundada en 1807 por su tercer presidente, Thomas Jefferson. La agencia se llamó inicialmente "Survey of the Coast" (Medición de la Costa) y se fundó originalmente para medir las costas de los Estados Unidos, para ayudar a prevenir naufragios y promover un comercio más seguro en el joven país. Las raíces de este comienzo histórico siguen siendo fieles a nuestra misión de hoy. Durante más de 200 años, el NGS y sus agencias predecesoras han colaborado con organizaciones públicas y privadas para establecer las referencias geodésicas, determinadas con precisión, requeridas por todas las instituciones oficiales del país.

El *Survey of the Coast* pasó a llamarse *US Coast and Geodetic Survey* en 1878. Luego, 92 años después, en 1970, se estableció la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), la cual absorbió varias agencias existentes, entre ellas al *US Coast and Geodetic Survey*. Hoy, como parte de NOAA, NGS contribuye directamente a la economía de la nación al proporcionar el marco geoespacial fundamental del país, mientras trabaja para avanzar en el estado de las ciencias de mapeo y posicionamiento. El NGS forma parte de los programas de navegación, observación y posicionamiento del Servicio Nacional Oceánico dentro de la NOAA. Las responsabilidades del NGS incluyen definir, mantener y brindar acceso al Sistema Nacional de Referencia Espacial (NSRS) de los Estados Unidos. El NSRS es un sistema geodésico nacional de coordenadas uniforme, que proporciona la base para la elaboración y creación de mapas y cartografía; límites estatales; sistemas de transporte, comunicación y registro de tierras; y numerosas aplicaciones científicas y de ingeniería. El NSRS ofrece un marco geodésico extremadamente preciso en todos los Estados Unidos y sus territorios. El NGS desarrolla estándares y pautas para realizar estudios de campo y ayuda a coordinar los métodos de agrimensura entre las agencias del gobierno federal.

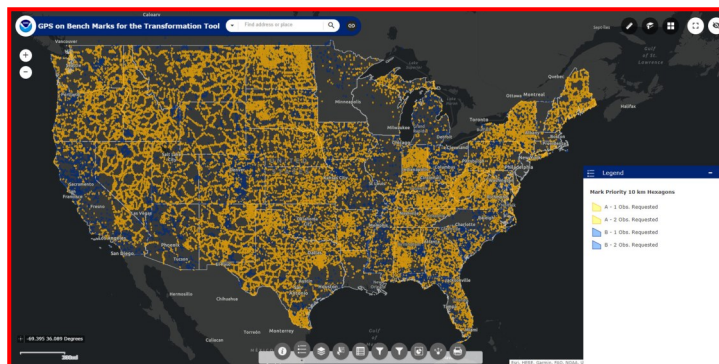


Figura 1. Herramienta GPS sobre Bench Marks para la transformación vía web

Como infraestructura fundamental, el NSRS apoya el transporte y el comercio con la experiencia científica que no pueden proporcionar sus agencias asociadas por sí solas. Por ejemplo, en aviación, el NGS tiene una asociación de larga data con la Administración Federal de Aviación de EE. UU. para hacer el levantamiento de aeropuertos y respaldar la seguridad del espacio aéreo con información de localización detallada para promover procedimientos seguros de despegue y aterrizaje. Como otro ejemplo, los departamentos de transporte y ferrocarriles de todos los estados del país utilizan el NSRS, el cual proporciona un sistema de coordenadas común para construir nueva infraestructura de transporte de costa a costa. Para el transporte marítimo, el NSRS y los datos de la costa respaldan el desarrollo de cartas náuticas.

El NSRS es esencial para respaldar una infraestructura nacional resiliente y receptiva, y brinda beneficios significativos a la sociedad al permitir muchas aplicaciones, incluidos levantamientos topográficos, proyectos de construcción, gestión costera, preparación para emergencias, mapeo de llanuras aluviales, sistemas de alerta temprana, agricultura de precisión y navegación autónoma. El NSRS es extraordinariamente valioso porque se basa en un control geodésico extremadamente exacto y preciso. El marco subyacente del NSRS debe sostener aplicaciones que requieren de la mayor precisión. Por ejemplo, para comprender el riesgo de inundación, se debe comprender dónde se encuentran la tierra, el agua y el lecho marino y cómo pueden cambiar sus posiciones relativas entre sí. El NSRS proporciona este enlace.

The National Geodetic Survey

(Para más información: lina.dutky@noaa.gov o ngs.infocenter@noaa.gov)

(Continúa en la Página 7)

GEODESIA Y AGRICULTURA: COMO LA DISCIPLINA PUEDE APORTAR EN ESE SECTOR PRODUCTIVO

En general, para cualquier nación, uno de los procesos productivos que más aportan tanto a la estabilidad, como a la economía, definitivamente es la agricultura, dado el rol estratégico que posee. Es necesario mencionar, que en la medida que se optimicen los diversos procesos involucrados en el agro, en esa magnitud, los réditos por unidad de producción serán exponencialmente mayores, aunado al hecho que, a toda costa, debe ser anticipado todo el tema de riesgos y lucha contra enfermedades, las cuales, constantemente están presentes de forma cíclica.

Y es aquí donde entra en contexto un término que se ha venido empleando en años más recientes: Agricultura de Precisión, la cual, no es más que el correcto, oportuno y selectivo manejo de cultivos, mediante el uso de técnicas de gestión de información geoespacial. Y ahora la interrogante: ¿Cómo las diversas disciplinas y técnicas que forman parte de la Geodesia, pueden aportar en dicho proceso productivo? Este, es el reto que tienen, tanto la academia, como los profesionales y finalmente las diversas aristas que conforman dicho giro de negocio (propietarios, gerentes de operaciones, proveedores, entre otros).

Desde el punto de vista profesional, es importante entender que el rol del geodesta va mucho más allá que obtener coordenadas, áreas, distancias y rumbos entre vértices de linderos; definitivamente debe empoderarse el profesional (novel o experimentado) de herramientas que le permitan ser más transversal en las diversas etapas que conforman el desarrollo e implementación de una unidad de desarrollo agrícola. Es por ello, que, desde mi perspectiva, el geodesta perfectamente puede estar involucrado en tres etapas bien definidas: estudios de factibilidad para selección del área de interés, diseño e implantación del proyecto, y finalmente el seguimiento continuo a los cultivos.

Estudios de factibilidad: con el uso de herramientas de captura masiva de datos, como lo son los drones, se pueden generar productos que permitan identificar el relieve, las pendientes, actividad antrópica existente, estado y segmentación del terreno (libre, invadido, con vegetación alta, deforestado) que, desde etapas muy iniciales, permitan cuantificar de una forma efectiva y confiable, la factibilidad de cultivo de un rubro en particular.

Por ejemplo, el banano o cambur, debe ser cultivado en terrenos con pendientes suaves (menor al 20%), de buena aireación, evitando zonas inundables y, no menos importante, que la logística de producción, sea viable y no se vea afectada por factores ajenos a la producción; mediante el uso de herramientas como las antes descritas, todas estas variables, perfectamente pueden ser analizadas, mediante un correcto uso de la técnica y en donde el geodesta puede tener un rol importante, incluso, desplazando a profesionales más afines del sector, como lo son los ingenieros agrónomos o hasta los profesionales del área ambiental (Fig. 1).



Figura 1. Imagen obtenida con dron como insumo para el estudio de factibilidad de cultivo de banano

Diseño e implantación: empleando los insumos generados en la etapa anterior, y mediante la interacción constante con el cliente, el geodesta empleando herramientas de modelado 3D, así como el uso de Sistemas de Información Geográfica y aplicaciones CAD, está en la capacidad de poder dar soporte en el diseño de unidades de producción agrícola, mediante la correcta ubicación y diseño de canales de drenaje, reservorios, sistemas de traslado de cosecha, orientación del cultivo, optimización de vías de acceso, centro de acopio o empaquetado, así como también a elementos asociados al sistema de riego a implantar (ver Fig. 2).

En algunos casos, es tan importante la contribución, que permite analizar y descartar áreas a ser implementadas, pudiendo a mediano y largo plazo, optimizar importantes costos operativos.

Posteriormente, posee participación adicional en el replanteo o balizaje en campo, de todos los elementos anteriormente diseñados, para así garantizar, tanto su correcto posicionamiento, como los atributos inherentes a cada caso: indicación de cortes y rellenos, adecuación *in situ* de cambios a ejecutar, entre otras labores (ver Fig. 3).

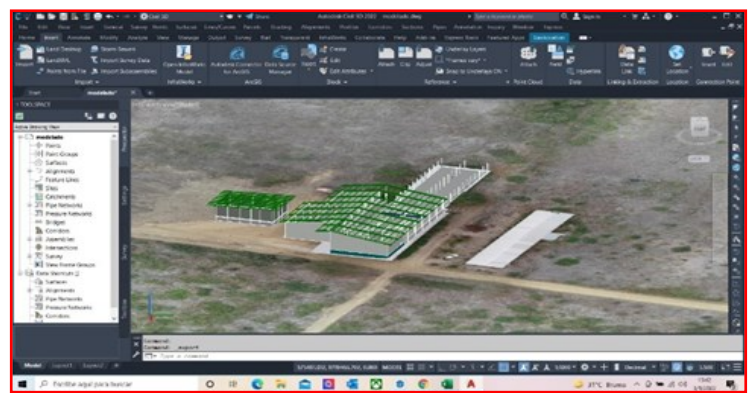


Figura 2. Diseño de planta de consolidación y empaque de banano, sobre DTM y ortofoto generados a través del uso de drones



Figura 3. Replanteo en campo de drenajes primarios

Seguimiento continuo a los cultivos: una de las grandes preocupaciones en los agricultores, es la identificación temprana y oportuna de potenciales enfermedades que afecten a las plantas, permitiendo desde etapas iniciales, poder anticipar escenarios catastróficos, mejor aún, si se establecen como políticas de estado en grandes áreas de extensión y que típicamente por condiciones particulares, sean constantemente vulnerables. Mediante el uso de sensores a bordo de drones que capturen información del espectro electromagnético en las bandas visibles y NIR se construyen casi el 95% de los principales índices de vegetación empleados en agricultura, permitiendo, de una manera muy económica (menos de 10 dólares por hectárea) ejecutar un correcto seguimiento del estado de salud de una plantación.

Otra oportunidad de uso tiene que ver con el hecho del conteo de especies, es decir, poder cuantificar la densidad de plantas por unidad de área, lo que permite prever escenarios de identificación de resiembra, y por ende, garantizar la producción nominal o teórica planteada, desde una perspectiva extremadamente amplia, sin necesidad de tener que pagar trabajadores en jornadas adicionales, los cuales, obviamente, no pueden realizar un barrido completo del área de estudio (Fig. 4).

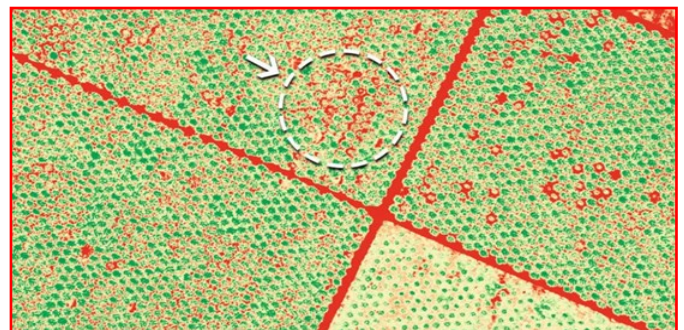


Figura 4. Análisis multispectrales aplicados a cultivo de Palma Africana

Comentarios finales: es evidente que existen muchas oportunidades para los profesionales de la Geodesia de estar involucrados en un giro de negocio, el cual, junto a la minería, petróleo y gas, así como la construcción, son grandes generadores de plazas de empleo y oportunidad de prestación de servicios. La clave, definitivamente está en cambiar paradigmas con respecto a la manera de visualizar las oportunidades, así como también, el permitirse ampliar la formación base que se debe tener para afrontar dichos retos.

Ing. Mario Forgione

Geodrones Ecuador

<https://linktr.ee/geodronesec>

CONTROL GEOMÁTICO DE LOS LÍMITES TERRITORIALES SURAMERICANOS

Avanzan las primeras décadas de la tercera centuria de independencia republicana de las actuales naciones americanas, desprendidas de las posesiones coloniales de las potencias europeas, consolidadas hacia finales de la Edad Media a raíz de la caída del antiguo Imperio Romano. Las delimitaciones territoriales de nuestras naciones americanas aun cuando, en sus mayores extensiones, progresivamente se han definido por acuerdos bilaterales o por laudos arbitrales, controversiales unos y amigables otros, aún se mantienen discrepancias de larga data, localizadas en áreas selváticas y en espera del transcurrir del tradicional lapso de entendimientos generacionales para las grandes decisiones históricas.

Durante el tiempo de ocupación colonial fueron creadas y consolidadas varias unidades gubernativas y eclesiásticas con diferentes jerarquías y adscripciones administrativas; por lo general se identificaban con la principal o más tradicional ciudad establecida en el territorio, la cual se reconocía como su sede principal. No se definía con claridad la correspondiente extensión y delimitación territorial, salvo la que llegaba a ser integrada por el uso y costumbre de la tradicional obediencia de los colonos originarios y sus criollos descendientes. Los movimientos independentistas, en principio, aplicando la romana doctrina jurídica del *uti possidetis iuris* intentaron ajustar el trazado de sus límites territoriales, según la respectiva cobertura de influencia espacial alcanzada por las administraciones coloniales para la fecha de ser integradas como nuevas Repúblicas independientes.

Los espacios geográficos documentalmente identificables como unidades o entidades gubernativas coloniales, sean gobernaciones, parroquias, cantones, misiones o similares, en la práctica, más que territorios delimitados, eran coberturas superficiales indefinidas sometidas a obediencias e influencias administrativas y religiosas, ejercidas por funcionarios y clérigos con nombramientos de altos rangos, reales o eclesiales.

La expansión de la ocupación colonial, a partir desde los primarios centros fundados siguiendo los ámbitos costeros del Mar de Las Antillas y del Océano Pacífico y, luego, remontando el sistema orográfico Los Andes, se exploraron los ámbitos selváticos de la Amazonia y Orinoquia utilizándose la alta navegabilidad de sus ríos. Fue un largo proceso exploratorio y de enfrentamientos con las condiciones climáticas y con una muy dispersa y desconocida población originaria.

En un principio los colonos exploradores y, posteriormente, sus descendientes criollos, asentados en regiones relativamente alejadas de los principales poblados o centros misioneros fundados, apenas habían extendido sus influencias territoriales unas pocas leguas siguiendo, por lo general, senderos abiertos en las selvas y montañas hasta lograr la comunicación interterritorial y utilizando, primordialmente, en las áreas de planicies los cursos fluviales navegables como rutas naturales para la expansión colonial. Si bien los ríos navegables constituyeron un medio facilitador de la cobertura territorial de una zona que había sido colonizada, en muchos casos, se desempeñaron como barreras naturales identificadoras de las primarias jurisdicciones territoriales locales. Al final del tiempo colonial, las unidades territoriales que se integraron para conformar la nueva República Independizada, en su gran mayoría, se identificaban como provincias asumiendo el nombre de la ciudad sede residencial de la autoridad local de mayor rango gubernamental.



Figura 1. Sitios trifinios en Suramérica

Identificar en el terreno los detalles naturales, que sirvieron de referencia para las delimitaciones territoriales entre las actuales naciones del continente suramericano, arbitradas unas y convenidas otras, fue de largas y controversiales tareas enfrentadas por los comisionados binacionales, durante las distintas campañas demarcadoras, algunas de las cuales aún persisten sin resolverse.

En primer lugar, se destacan los débiles soportes cartográficos de los territorios que fueron colonizados, en su mayoría caracterizados por someras representaciones de los detalles y ámbitos naturales reconocidos y ocupados; muchas veces identificados y ubicables según el entender de los sucesivos exploradores y colonizadores que la recorrieron y ocuparon. De allí que un mismo lugar o detalle natural llegara a ser denominado con más de una identificación toponímica y hasta, en muchos casos, quedaron registrados con confusos nombres castellanizados derivados del lenguaje indígena local.

En el continente suramericano, de acuerdo a la distribución territorial post colonial hasta ahora materializada, las cordilleras de Los Andes y las regiones geográficas Orinoquia, Amazonia y Patagonia, conforman los tres grandes ámbitos naturales predominantes donde se han orientado las delimitaciones territoriales de las actuales naciones en las que está dividido.

Los límites territoriales continentales delimitados entre los trece países de Suramérica, si bien aún están sujetos a la solución de unas cinco discrepancias fronterizas muy específicas, se caracterizan por trazados físicos-naturales siguiendo: 1) rutas orográficas por sectores o ramales de la cordillera de Los Andes y el Macizo Guayanés (30 %); 2) líneas geodésicas convenidas para orientar travesías limítrofes en lugares selváticos y desérticos (30 %) y 3) líneas fluviales a través de ámbitos montañosos andinos o cruzando extensas planicies de variadas características selváticas (40 %). Al mismo tiempo estos trazados limítrofes se cruzan en los trece sitios trifinios de concurrencias territoriales. (Figura 1) que se describen a continuación en la Tabla 1.

Nº	PAISES CONCURRENTES	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR TRIFINIO	LOCALIZACIÓN	
			Latitud	Longitud
1	BRASIL BOLIVIA PERÚ	Lugar de cruce de la vaguada del río Yaverijá con la vaguada del río Acre, en proximidad del extremo NW de un alineamiento geodésico trazado sobre el espacio selvático amazónico entre Perú y Bolivia.	10° 56' 42" S	69° 34' 18" W
2	BRASIL PERÚ COLOMBIA	Sitio de encuentro de la vaguada del río Yavari con la del río Amazonas, en proximidad del extremo SW del alineamiento geodésico trazado por el espacio selvático compartido entre Colombia y Brasil.	04° 17' 58" S	69° 56' 04" W
3	BRASIL COLOMBIA VENEZUELA	Punto de la vaguada del Río Negro ubicable al este del centro de la isla fluvial San José, en el cruce con la dirección naciente hacia el distante, pero muy observable Monumento Natural Piedra Cocuy.	01° 13' 47" N	66° 51' 07" W
4	BRASIL VENEZUELA GUYANA	Hito de delimitación construido en la meseta del Tepuy Roraima que marca sitio orográfico del Macizo Guayanés donde convergen las vertientes Orinoquia, Atlántica y Amazónica.	05° 12' 06" N	60° 44' 12" W
5	BRASIL GUYANA SURINAM	Hito de delimitación construido en la línea divisoria de las vertientes Atlántica y Amazónica marcando el sitio naciente del río Corentyn, convenido como límite fluvial Guayana - Surinam	01° 56' 02" N	56° 30' 01" W
6	BRASIL SURINAM GUAÏNA	Hito de delimitación construido en la divisoria de las vertientes Atlántica y Amazónica, marcando el sitio naciente del río Litani, tributario del río Maroni convenido como límite fluvial Guayana - Surinam	02° 19' 32" N	54° 33' 16" W
7	BRASIL URUGUAY ARGENTINA	Sitio de confluencia de la vaguada del río Cuareim con la vaguada del río Uruguay con importante dinámica estacional, modificadora sistemática de los componentes de su paisaje natural	30° 11' 00" S	57° 38' 00" W
8	BRASIL ARGENTINA PARAGUAY	Sitio de cruce de la vaguada del río Iguazú con la vaguada del río Paraná. Registra de estabilidad a consecuencia de las obras asociadas la protección de los tres centros poblados circundantes.	25° 35' 34" S	54° 35' 37" W
9	BRASIL PARAGUAY BOLIVIA	Sitio de la Región Alto Paraguay donde el río Paraguay recibe las aguas del río Negro. Por las características pantanosas del lugar, el punto trifinio está sujeto a los naturales cambios fluviales	20° 10' 17" S	58° 10' 10" W
10	PARAGUAY ARGENTINA BOLIVIA	Intersección de la vaguada del río Pilcomayo con el extremo SW de los alineamientos geodésicos convenidos como límites territoriales Bolivia - Paraguay en la región natural Gran Chaco	22° 14' 12" S	62° 38' 24" W
11	ARGENTINA CHILE BOLIVIA	Cúspide de la altura Zapaleri, convenida como punto de convergencia de los tramos orográficos del límite territorial acordado entre alturas del desértico sector Atacama de la altiplanicie de la Cordillera Los Andes.	22° 48' 54" S	67° 10' 49" W
12	BOLIVIA CHILE PERÚ	Punto localizado en la cúspide de la altura Abara, adoptado como vértice convergente de los tramos orográficos convenidos como límites territoriales en el sector Ancomarca de la Cordillera Los Andes	17° 29' 54" S	69° 28' 07" W
13	PERÚ ECUADOR COLOMBIA	Punto de intersección de la vaguada del río Guepi con la vaguada del río Putumayo. La estabilidad trifinia está regida por la traza natural de la vaguada del río Putumayo	00° 07' 04" S	75° 15' 30" W

Tabla 1. Descripción de los 13 puntos trifinios en Suramérica

Ing. Jesús Morón

(Continúa en la Página 5)

LOS TRABAJOS DE DEMARCACIÓN EN LA FRONTERA DE VENEZUELA CON BRASIL. ASPECTOS HISTÓRICOS Y TÉCNICOS

BREVE RESEÑA HISTÓRICA: Los antiguos imperios llegaron hasta donde alcanzaba su poderío; la posterior noción de Estado trajo consigo los inicios de la frontera como elemento; pero igualmente, las fronteras no tuvieron un inicio claro. Surgieron en la Europa del siglo XIII, precisamente entre España y Portugal como pioneros, todo en aras de definir la distribución de sus áreas como Estado territorial. Al materializar en campo sus territorios por medio de marcas, y su representación cartográfica, surgió la demarcación como proceso técnico. Históricamente la demarcación de fronteras ocupa una función destacada y se refleja tanto en la convivencia pacífica entre los pueblos y en los tratados de paz que suscriben.

Poco tiempo después de descubiertos los territorios que dieron a llamar "Nuevo Mundo", se iniciaban los problemas por su posesión, especialmente entre la Corona de España y el Imperio Portugués, así que se planteó entre España y Portugal la necesidad de delimitar los territorios colonizados. Inicialmente, la línea establecida por Bulas Papales fue un meridiano fijado a unas 100 leguas (aprox. 483 km) al oeste de las islas Azores y de las islas de Cabo Verde; todos los territorios al este de esta línea pertenecerían a Portugal, mientras que los que quedaban al oeste serían posesiones españolas. La posterior insatisfacción de los lusos con este acuerdo, condujo a la firma del Tratado de Tordesillas (1494) por el que se estableció otra línea de demarcación, a 370 leguas (aprox. 1770 km) al oeste de las islas de Cabo Verde. Como resultado de esta alteración, Brasil se convirtió en área de posesión portuguesa. La línea de demarcación y todos los acuerdos fundamentados en ellas fueron abrogados en 1750 por el Tratado de Madrid, que puso fin a una disputa acerca de la frontera sur occidental de Brasil que ya se fijaba en los territorios interiores penetrados por los bandeirantes. Este tratado fue, a su vez, anulado en 1761, por el Tratado de El Pardo. Las siguientes disputas entre ambos países se arreglaron con la firma, en 1778, de un nuevo tratado, también acordado en la localidad madrileña de El Pardo.

LOS PRIMEROS PASOS: Luego Brasil, entendiendo la geopolítica de las cuencas transfronterizas y su denodado esmero en tomar jurídicamente lo que ya había hecho de facto, o sea el río Amazonas y su cuenca, impulsa una diplomacia de negociación de sus límites, y data de 1841 el inicio del movimiento en pro de la fijación de los límites del Brasil con los países vecinos; siendo que en Venezuela hacía apenas días atrás que se daba inicio a la nefasta Guerra Federal o Guerra Larga, lo cual evidentemente planteaba una clara desventaja. Sin embargo, de ahí derivó que Venezuela y Brasil establezcan sus límites definitivos el 5 de mayo de 1859, cuando se firma el Tratado de Límites y Navegación Fluvial, el cual fijó como límite el divisor de aguas, que es un criterio orográfico aplicable a los sistemas de montaña, actualmente en vigencia. Según este Tratado, Brasil renuncia a favor de Venezuela a todos los posibles derechos en las cuencas de los ríos Orinoco y Esequibo, y Venezuela renuncia a los posibles derechos a la hoya del río Amazonas, excepto una parte del río Negro cuyo curso vino a ser dividido a partir de un punto en la vaguada de dicho río, frente a la Isla de San José, próxima a la Piedra del Cocuy.

Para los primeros trabajos de demarcación, y luego de infinidad de dificultades para la conformación de la Comisión Mixta de Límites entre Venezuela y Brasil, ésta se reúne por primera vez en 1880 en la población venezolana de Maroa a orillas del río Guainía y declara que en lo relativo al territorio situado en el poniente del río Negro y bañado por las aguas del Tomo y del Aquio, son posesión de la República de Venezuela. Lo que equivaldría al divorcio de aguas desde las nacientes del río Memachí hasta el Salto Hua y elabora una carta geográfica de la frontera levantada por la Comisión de Límites entre Venezuela y Brasil, que identificamos como el primer documento cartográfico de límites con el país vecino, donde parte de los territorios muy al sur del río Meta, específicamente los ríos Aquio y Tomo son territorio venezolano. Para finales del siglo IXX el Laudo Español despojo de esos territorios a Venezuela dejando como límites los ríos Guainía y una parte del río Negro, sector en el cual por medio del Brazo Casiquiare y eventualmente, en máximas crecientes, con el caño San Miguel, tenemos una interconexión de cuencas Orinoquia-Amazonas.

La carta geográfica de la frontera supra indicada es el documento original más antiguo que tiene Venezuela en lo que concierne a límites elaborados por una Comisión Mixta y esta inventariado como documento cartográfico de la "Mapoteca Justo Pastor Farías" de la Cancillería de Venezuela. Ese documento cartográfico tiene como referencia de longitudes el meridiano de Greenwich, adoptado como primer meridiano en el año 1884, el mismo año en que se aprobó la referida carta.

En el acta que fue redactada por la Comisión Mixta de ese año, daba erróneamente por concluida la demarcación de la frontera hasta el Cerro Cupí y remitía la decisión de los dos gobiernos a la conveniencia de continuarla hasta donde llegasen los respectivos dominios de cada país, por parecerles las fronteras hacia el este corriendo por la divisoria de las aguas, nunca presentarían dudas sobre su dirección.

Desde el punto de vista técnico se destaca que, documentos cartográficos de años anteriores, que sirvieron de apoyo a las delimitaciones con Colombia, a través de la corona española o los trabajos del Laudo de la Confederación Helvética y la Comisión Experta de Árbitros Suizos indicaban como referencia de longitudes los meridianos de Madrid, de París y/o de Bogotá. Todos los trabajos de campo de la época eran mediante posicionamientos astronómicos.

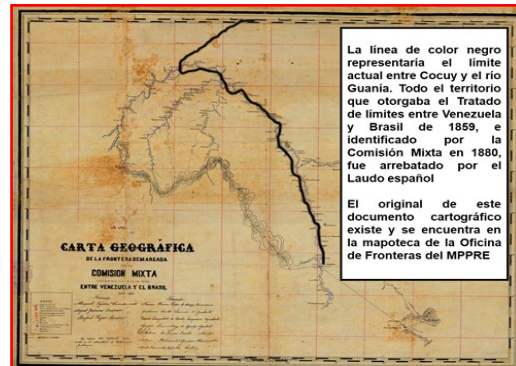


Figura 1. Carta Geográfica de la Frontera demarcada en 1880, adicionando parte del límite actual. Fuente: Mapoteca "Ing. Justo Pastor Farías" de la Oficina de Fronteras del MPPRE

CONFORMACIÓN TERRITORIAL: La conformación territorial sigue siendo tema por finiquitar, puesto que no está totalmente resuelto, las delimitaciones marítimas pendientes en las fachadas Caribeña y Atlántica, la búsqueda de una solución satisfactoria del reclamo de la Guayana Esequiba y la problemática con Colombia, caracterizada esta última por la delimitación del Golfo, y asuntos pendientes de demarcación, forman la columna vertebral en materia de límites y fronteras; esto sin contar las relaciones de vecindad. Como se ve, los límites con Brasil parecen excluidos de cualquier controversia en cuanto a la delimitación: quedó por definir la materialización del límite. Es ahí donde un inmenso escollo se presenta: el cartografiado y los posicionamientos en la zona de la selva amazónica.

LA DEMARCACION DE LOS TERRITORIOS. LA TECNOLOGÍA DE CADA ÉPOCA Y SU APLICACIÓN : No es sin una gran suma de esfuerzos: humanos, de logística y técnicos, que la Comisión Mixta ha podido realizar estos trabajos en la región Amazónica, dependiendo en grado supremo del momento político. En términos generales, siempre se han encontrado las dudas e inexactitudes propias de las condiciones del entorno. Entonces, es y ha sido necesario enfocarse primeramente en lo que conlleve la mayor responsabilidad y eso no es otra que la identificación del límite, su levantamiento cartográfico expedito y la materialización de ese límite, pensando siempre que el desarrollo de la línea sinuosa, el *divortium aqaurum*, nunca dejará dudas y se identificará colocando hitos donde se juzgue conveniente. Es así como se adoptan normas técnicas que satisfagan el fin y una adecuada y ajustada precisión.

El límite internacional entre la República Bolivariana de Venezuela y la República Federativa del Brasil tiene una longitud aproximada de 2199 kilómetros y en el cual se identifican claramente 2 tipos de línea de límites, a saber: Un tramo conformado por dos alineamientos rectos o líneas geodésicas, de aproximadamente 90 km, y un sector montañoso (criterio orográfico) de aproximadamente 2109 kilómetros que representa el mayor porcentaje del total limitrofe y en el cual se ubican varias serranías, siendo que en todas ellas aplica el criterio de la divisoria de aguas para la delimitación. La demarcación con Brasil está constituida por unos 3336 hitos hasta la fecha; y es aquí, donde destacamos que de esa densidad de monumentos el mayor porcentaje de hitos se ubican en la Sierra Pacaraima (2524) en el sector de la Gran Sabana, donde no es coincidencia que haya el mayor contacto poblacional. En contraparte hay grandes sectores en la Sierras Parima y Pacaraima donde hay espaciamientos de hasta 50 kilómetros entre hitos con densidad poblacional casi nula (apenas los indígenas yanomamis habitan o atraviesan esos límites). La Figura 2 presenta un gráfico explicativo de esa distribución de hitos.

En cuanto a los diferentes métodos de medición para la determinación de coordenadas geodésicas de los hitos internacionales aplicados en diferentes épocas, se destaca como herramienta primaria el posicionamiento astronómico de tercer orden y el transporte topográfico.

LOS TRABAJOS DE DEMARCACIÓN EN LA FRONTERA DE VENEZUELA CON BRASIL. ASPECTOS HISTÓRICOS Y TÉCNICOS

(viene de la Pág. 4)

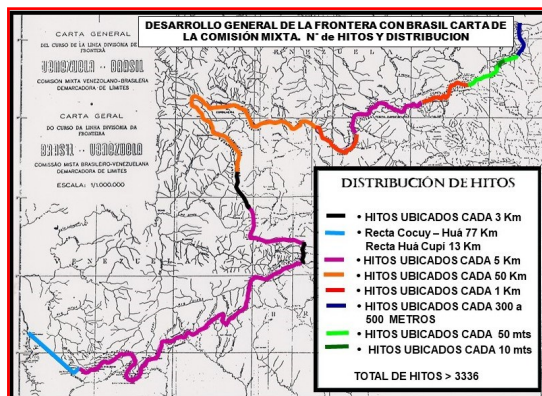


Figura 2. Carta General de la Comisión Mixta Demarcadora de Límites Venezuela-Brasil. Fuente: Archivos de la Dirección de Demarcación del MPPRE

En las décadas de los años 60 y 70 y con el apoyo aéreo de helicópteros se determinaban coordenadas por medio del Sistema TRANSIT (o método Doppler) con efemérides precisas cada 10 kilómetros y entre ellos el transporte topográfico con centraje forzado, para lo cual se sustituyó la cabeza piramidal de los hitos, vigente para la fecha, por una base trunca cuadrada de 20 x 20 cm.

Al entrar en obsolescencia el posicionamiento Doppler se adoptó la medición con el Sistema de Posicionamiento Global -GPS-. Aun cuando la prioridad de la Comisión Mixta de Límites es el posicionamiento en dos dimensiones, nunca se ha desaprovechado la oportunidad de estar “in situ” para efectuar mediciones de altitud, y así fue utilizada la determinación por presión atmosférica (alturas referidas a la normal), tablas Rapp para alturas elipsoidales-Hayford y recientemente alturas elipsoidales WGS-84. Debido a que las redes de primer orden horizontal y de nivelación ortométrica tanto en Venezuela como en Brasil no abarcan los territorios amazónicos por ser demasiado costosa y muy difícil su establecimiento, y al desconocimiento de la morfología gravitatoria, no se ha planteado la determinación y uso de parámetros de transformación de cualquier modelo, pero si se ha dado prioridad a la actualización de coordenadas de los monumentos existentes. Las coordenadas de casi la totalidad de los 2524 hitos en la Sierra Pacaraima han sido actualizada a coordenadas WGS-84.

Es oportuno señalar que la Comisión Mixta de Límites, de acuerdo a sus normas técnicas, realiza doble levantamientos de un mismo sector, por separado, con equipos de medición diferentes, así que cada hito tiene coordenadas en Datum PSAD56 y SAD69 y recientemente todo se actualiza al sistema de referencia WGS-84, destacando que se efectúan las mediciones GPS, en el caso de la comisión venezolana, enlazada a la red SIRGAS utilizando puntos de control de rastreo satelital de la mencionada red (generalmente al icónico Hito BV-8) y en el caso brasileño con data rínx proveniente de la Red Brasileña de Monitorización Continua (RBMC), siempre arrojando en el cotejo de coordenadas diferencias milimétricas (igual ejercicio se ha hecho con Colombia; Venezuela usando estaciones de la Red SIRGAS y Colombia con Estaciones de Registro Permanente del IGAC enlazadas a SIRGAS, dando resultados que se comparan al milímetro). El uso de drones cartográficos abre una nueva visión y ventana de trabajo para la actualización y ampliación de los levantamientos cartográficos, sobre todo tendiente a la preservación de la franja de 30 metros de cada lado de la línea de límites con la zona *non aedificandi* de características especiales, acuerdo suscrito entre los dos gobiernos para la preservación de dicha faja. La disponibilidad de recursos, la voluntad política y diplomática privará en esa iniciativa. Hoy día, la principal característica del estado moderno y uno de sus principios existenciales, es su poder y autoridad especial en una base territorial bien definida, con expreso reconocimiento de la separación entre lo nacional y lo internacional, a través del establecimiento de las fronteras.

Ing. Carlos Hernández
Profesional Jubilado del la Dirección de Demarcación del Ministerio del Poder Popular de Relaciones Exteriores (MPPRE)

CONTROL GEOMÁTICO DE LOS LÍMITES TERRITORIALES SURAMERICANOS

(viene de la Pág. 3)

Las vaguadas fluviales, especialmente en sus travesías por los ambientes de las planicies Orinoquia, Amazonía y Patagonia, están sometidas a cambios estacionales de sus naturales comportamientos hidráulicos que modifican significativamente tanto sus líneas de flujo como el paisaje selvático. Por ende, como componentes geométricos de una delimitación territorial, esos cambios naturales son de gran significancia, como lo ejemplarizamos en la siguiente composición de imágenes de un tramo del río Arauca, limítrofe entre Colombia y Venezuela en la llanera planicie de la Orinoquia.

En esta Fig. 2, la imagen superior muestra la escorrentia del limítrofe río Arauca en el sector Cutufí, tal como fue representada en la Hoja 5837 (EL NULA), escala 1:100.000, editada en 1976 por la Dirección de Cartografía Nacional de Venezuela, en base a restitución de fotografías aéreas tomadas en 1974. Por su parte, la inferior muestra el espectro de la vaguada captada por imagen Landsat de fecha reciente (aproximadamente año 2019) disponible en la plataforma Google Earth Pro.

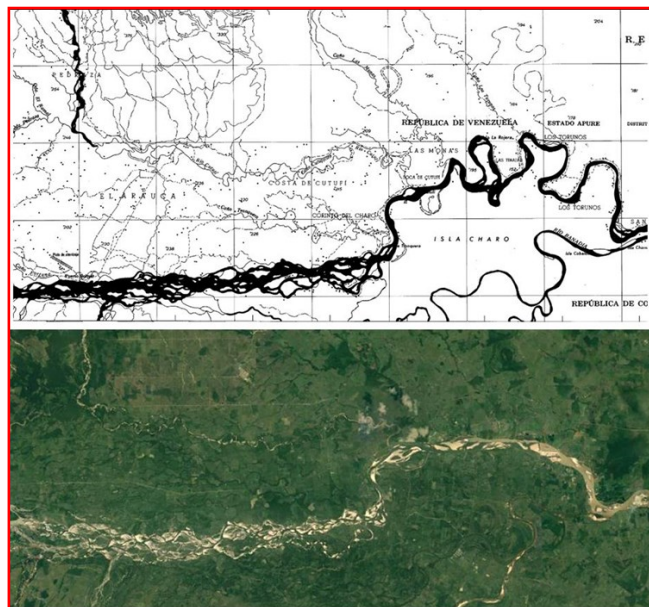


Figura 2. Variaciones de la vaguada del río Arauca en el sector Cutufí

De los trece concurrentes sitios trifinios suramericanos, cinco se localizan a lo largo de divisorias de aguas (tres en el Macizo Guayanés y dos en la Cordillera Los Andes) y ocho son puntos naturales formados por cruces de vaguadas adoptadas como límites territoriales.

Si bien, a través del tiempo de vida republicana, próximos a cumplir los doscientos años de independencia, las naciones suramericanas en pareadas campañas han identificado y demarcado de la mejor manera los respectivos límites territoriales. Los esfuerzos en la actualidad se orientan en la dirección de utilizar los recientes recursos de la Geomática para evaluar el comportamiento natural de los mismos.

Superada ya la histórica etapa de los sistemas de referencia geodésico locales y habiéndose impulsado la utilización del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS, con el impulso del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), se podría consolidar una continua evaluación del comportamiento natural de los límites fluviales y sitios trifinios de Suramérica.

Podemos considerar como una próxima tarea global del IPGH, orientar entre nuestros países la investigación de sus límites territoriales, utilizando los progresivos desarrollos de la Geomática para así consolidar sus soberanías territoriales en espacios naturales de alta vulnerabilidad ambiental.

Ing. Jesús Morón
Profesor Emérito de la Escuela de Ing. Geodésica - L.U.Z
Estudioso en temas limítrofes

GRUPO DE TRABAJO I (GT I) DE SIRGAS

SIRGAS es el acrónimo de Sistema de Referencia Geodésico para Las AméricaS, las acciones necesarias para mantener y realizar el marco de referencia continental son coordinadas por el Grupo de Trabajo I (GT I), las cuales se explicarán en las próximas líneas. Existen 3 realizaciones de SIRGAS (<https://sirgas.ipgh.org>), pero en este artículo, nos enfocaremos en la última, la red SIRGAS-CON (Continuously) compuesta exclusivamente por estaciones GNSS de operación continua.

Las diferentes actividades del GT I se coordinan a través de centros y organismos, los cuales se dividen en organismos operadores de las estaciones y/o entidades que procesan semanalmente la red, pudiendo en algunos casos cumplir las dos tareas. La exigencia para cumplir con los estándares de precisión en tiempo y forma de la red SIRGAS-CON implica una articulación minuciosa de la componente técnica y humana, por ello, junto a todos los colegas de los centros de análisis la coordinación de la red se realiza gracias al Presidente SIRGAS-WGI, el Coordinador de la red SIRGAS-CON, el Coordinador de Análisis SIRGAS-CON y el Coordinador con el IGS. El esfuerzo necesario para realizar el procesamiento de la red, implica un trabajo colaborativo a nivel internacional, coordinado y apoyado técnicamente desde SIRGAS, lo cual permite en la actualidad contar con 10 centros de análisis oficiales y un centro experimental, los cuales se presentan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Centros de Análisis SIRGAS

ID	Nombre	País	Tipo	Inicio GPSweek	#Total Estaciones (# IGS)
DGF	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut - TUM	Alemania	Civil	860	250 (144)
IBG	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Brazil	Civil	1491	204 (16)
IGA	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Colombia	Civil	1491	108 (16)
URY	Instituto Geográfico Militar, Uruguay	Uruguay	Militar	1564	107 (10)
ECU	Centro de Procesamiento de Datos GNSS del Ecuador - IGM	Ecuador	Militar	1564	102 (11)
GNA	Instituto Geográfico Nacional, Argentina	Argentina	Civil	1617	251 (67)
INE	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	Mexico	Civil	1617	54 (13)
CHL	Instituto Geográfico Militar, Chile	Chile	Militar	1721	92 (11)
USC	Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico de la USACH	Chile	Civil	2069	224 (63)
PER	Instituto Geográfico Militar, Perú	Peru	Militar	2191	81 (11)
CRI	Instituto Geográfico Nacional, Costa Rica	Costa Rica	Civil	2166 (exp)	52 (41)

DGF e IBG son actualmente centros de procesamiento y de combinación, y los demás son centros de procesamiento; en el caso de CRI actualmente se desempeña como centro experimental. Paralelamente SIRGAS cuenta con un centro de atmósfera neutra, el Centro de Ingeniería en Mendoza, Argentina -CIMA-, el cual se dedica al análisis del retardo troposférico.

En el año 2021 y a solicitud del NGS (*National Geodetic Survey*) de Estados Unidos, la red SIRGAS se amplió a Norte América para poder así dar soporte al GRFA (*Geodetic Reference Frame for Americas*). Esto permitió extender la red de 406 estaciones a las 491 actuales [1], debiéndose incluir estaciones IGS también de Canadá para cubrir Alaska y la costa este de USA (Fig. 1)

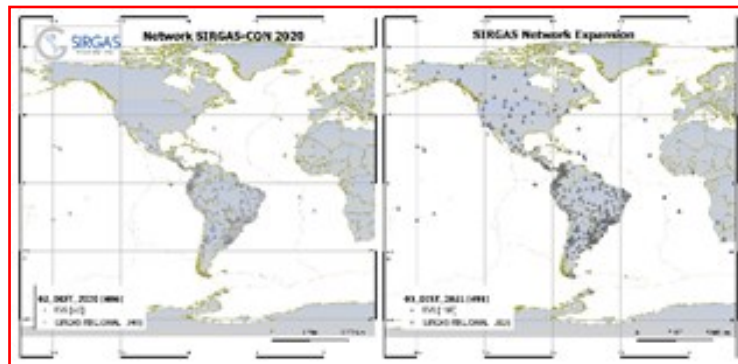


Figura 1. Ampliación de la red SIRGAS-CON

Con la extensión actual, y al igual que sucedió en la realización 2, SIRGAS-CON ahora abarca todo el continente mediante un único marco de referencia regional. Lo anterior permite proporcionar el soporte necesario para dar cumplimiento a la Resolución No. A/RES/69/266 para promover el establecimiento de un Marco de Referencia Geodésico Mundial (*GGRF: Global Geodetic Reference Frame*) para el desarrollo sostenible en Las Américas a través del GRFA.

Lo anterior permite que actualmente la precisión interna de la red SIRGAS-CON es de 1.0 mm, 1.0 mm y 3.0 mm en E, N y U respectivamente. Mientras que la precisión externa de la red SIRGAS-CON, por ser una densificación de ITRF a través del IGB14 [2] se establece en: 2.0 mm, 2.0 mm y 5.5 mm en E, N y U respectivamente.

Esta precisión y exactitud de SIRGAS-CON permite un importante aporte a la geodesia global mediante la técnica GNSS, contribuyendo con sus soluciones al poliedro global IGS [3] y regionalmente a través de la Subcomisión 1.3b (América del Sur y Central) del Marco de Referencia Regional de la Asociación Internacional de Geodesia que engloba las actividades desarrolladas por el "Sistema de Referencia Geodésico para Las Américas" (SIRGAS).

Como tal, se ocupa de la definición, realización y mantenimiento de una moderna infraestructura de referencia geodésica. Para finalizar, en el año 2021 se realizó también el cálculo de las transformaciones mediante modelos de distorsión, entre las realizaciones SIRGAS95 a SIRGAS2000 y SIRGAS2000 a SIR17P01, esto con el fin de contar con una herramienta que permita obtener coordenadas de llegada dentro de las precisiones de las realizaciones SIRGAS, permitiendo articular aspectos geodésicos y de infraestructuras de datos espaciales, sobre todo con la extensión de SIRGAS-CON hacia Norte América.

Referencias bibliográficas

- [1] "Geodetic Reference Frame for the Americas Working Group (GRFA) Objectives Activities Inputs Outcomes Delivery Date".
- [2] P. Rebischung, "[IGSMail-7921] Switch to IGB14 reference frame", *IGS Reference Frame Working Group*, 2020.
- [3] A. Villiger y R. Dach, "IGS Technical Report 2020", 2020. doi: 10.48350/156425.

Dr. José Antonio Tarrío Mosquera
Presidente GT I de SIRGAS

PRESENTANDO AL SERVICIO GEODÉSICO NACIONAL (NGS) DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

(viene de la Pág. 1)

Los servicios de navegación y las misiones de resiliencia costera de la NOAA se basan en un conjunto común de tecnología, observaciones, modelos, datos y un sistema de referencia espacial coherente a nivel nacional. La importancia de la misión de los servicios de navegación de la NOAA y la calidad del trabajo producido por los programas que cumplen esta misión han aumentado notablemente en los últimos 215 años.

Hoy en día, la introducción de la tecnología de posicionamiento basada en el espacio cambia fundamentalmente la forma cómo el NGS define el NSRS y, en última instancia, cómo los usuarios accederán al mismo; NSRS ha pasado de depender de puntos de referencia terrestres o control geodésico pasivo a una red moderna de receptores del Sistema de Navegación Global por Satélite (GNSS) como los de la Red de Estaciones de Referencia de Funcionamiento Continuo (CORS) de la NOAA. Cada CORS incluye un receptor de alta precisión que recopila continuamente señales de radio emitidas por los satélites del Sistema de Satélites de Navegación Global (GNSS). Algunos CORS son propiedad y están operados por NGS, pero la mayoría son propiedad y están operados por organizaciones asociadas. El NGS brinda servicios a esta red más extensa de socios al recopilar, procesar y archivar los datos.

Este NSRS basado en GNSS está reemplazando el antiguo sistema de referencia física. Tradicionalmente, los topógrafos marcaban ubicaciones de posicionamiento precisas mediante el establecimiento de una marca topográfica, generalmente un disco de latón, bronce o aluminio. Otras marcas topográficas incluyen varillas profundamente clavadas u objetos prominentes, como una torre de agua o una torre de iglesia. Desafortunadamente, este sistema pasivo es costoso de mantener y no tiene en cuenta activamente el movimiento de la tierra a lo largo del tiempo.

Modernización del sistema de referencia horizontal: el Datum de América del Norte de 1983 (NAD 83, lanzado en 1986) todavía se utiliza como el datum de control geométrico y horizontal para los Estados Unidos, Canadá, México y América Central. El centro del NAD 83 hoy no está alineado con el centro de la tierra y potencialmente se desvía hasta 2,2 metros. Podemos hacerlo mejor, pero es un gran trabajo volver a observar (con métodos geodésicos) una nación. Para hacer precisamente esto, NGS lanzó recientemente un programa de recopilación de datos de fuentes múltiples llamado *GPS on Bench Marks (GPSonBM)*, que solicita la colaboración de ciudadanos científicos para participar, ayudar a educar y preparar a las comunidades para aprovechar todos los beneficios del NSRS modernizado.

El programa *GPSonBM* permite que cualquier persona contribuya a este esfuerzo de modernización interactuando con el NGS y actualizando los datos recopilados en los puntos de referencia existentes de levantamientos sobre el terreno. El NGS creó una lista priorizada de marcas topográficas, donde nuevos datos beneficiarían más el esfuerzo de modernización, y para comunicar las brechas de observación con los voluntarios geoespaciales que realizan las recopilaciones de datos (Figura 1). Los participantes provistos con esta lista pueden buscar, encontrar e informar la condición física actual de las marcas en la lista. Aquellos con acceso a equipos GNSS de nivel topográfico pueden ayudar recopilando datos GPS en estas marcas y compartiéndolos con NGS, en última instancia, densificando áreas vitales para ellos. El NGS ha diseñado otras herramientas para hacer seguimiento del avance del proyecto, como en *GPS sobre Bench Marks*, utilizando un panel de visualización de progreso de la herramienta de transformación (Figura 2).

Modernización del sistema de referencia vertical: El datum vertical norteamericano de 1988 (NAVD 88) es el datum de control vertical establecido en 1991 mediante un ajuste de restricción mínima de las observaciones de nivelación de Canadá, México y Estados Unidos.



Figura 2. Mediciones GPS del NGS en puntos de referencia mostradas en el panel de control del avance de la herramienta de transformación. Con esta herramienta, los coordinadores y usuarios pueden seguir el progreso observado realizado a lo largo de este proyecto.

Los avances en tecnología y el uso de observaciones de gravedad permiten al NGS mejorar y modernizar espacialmente la componente vertical del NSRS. Usando este conocimiento para desarrollar un programa que permita recopilar datos de gravedad (y sus variaciones temporales) creará en última instancia el camino que permita al NGS desarrollar y mantener sus productos del modelo del geoide. En la figura 3 se muestra un mapa de uno de nuestros lanzamientos recientes, Geoid18. El nuevo geoide será el punto de partida para medir alturas ortométricas precisas en la Tierra. NGS presentó el proyecto *Gravity for the Redefinition of the American Vertical Datum (GRAV-D)* en 2007 para construir el marco de base para un sistema de altura espacialmente mejorado. Ha sido un esfuerzo ambicioso recopilar datos de gravedad aerotransportados en los EE. UU. y sus territorios para proporcionar un nuevo marco de referencia vertical para el país. Pero ¿Con qué beneficio? Un estudio socioeconómico del programa *NGS Gravity* (2019) estima que el beneficio del programa *NGS Gravity* oscila entre \$ 4,2 y \$ 13,3 mil millones de dólares estadounidenses durante diez años, con un escenario medio de \$ 8,7 mil millones y significativamente más para los primeros usuarios. La mayor parte de estos beneficios proviene del perfeccionamiento de los mapas de inundaciones y la prevención de daños por las mismas. El datum vertical actual está anclado por monumentos topográficos menos precisos y más costosos y contiene errores de elevación que van desde 40 centímetros a 2 metros en relación con el nivel del mar. Una vez que GRAV-D esté completo y el nuevo sistema de elevación esté disponible para acceder utilizando la red GNSS CORS, los errores de elevación ortométrica se reducirán a menos de 2 centímetros.

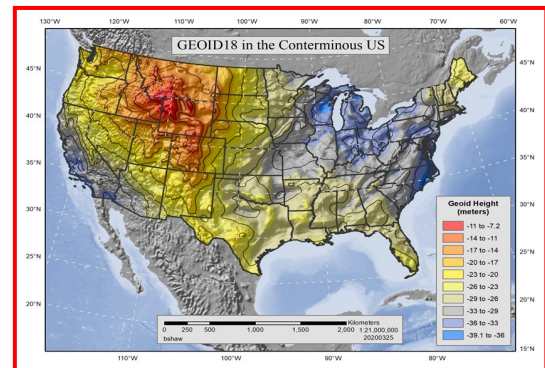


Figura 3. Mapa de las alturas del geoide utilizando el geoide híbrido Geoid18 del NGS

El Sistema Nacional de Referencia Espacial de América del Norte modernizado llegará pronto, cerca del año 2025. Permitirá a los usuarios acceder a su marco utilizando nuevas herramientas y mejorará la precisión mediante la corrección de errores al nivel del metro encontrados en los marcos de referencia actuales. Los usuarios tendrán un mejor acceso al NSRS mediante el uso de datos GPS/GNSS además de los métodos de levantamiento tradicionales y estarán mejor alineados con el NSRS mediante el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).

The National Geodetic Survey

(Para más información:

lina.dutky@noaa.gov ó ngs.infocenter@noaa.gov)

Las mujeres sostienen la mitad del cielo... geodestas, geomáticas y afines de nuestra era

En la historia de los logros humanos y los descubrimientos pioneros, las mujeres han sido innovadoras, abanderadas, evangelistas de la tecnología, polímeras y rebeldes, sin embargo, mientras que muchas de ellas recibieron los elogios que merecían en el transcurso de su vida, otras siguen sin ser conocidas u olvidadas.

Un poco de historia: Desde Teano, la esposa de Pitágoras, (V a.C.) o Hipatia en los últimos días del Imperio Romano (370 d. C.) hasta la actualidad, las mujeres han estado practicando y enseñando ciencias y matemáticas. Tanto mujeres como hombres siempre han tenido especial interés por el conocimiento científico, no obstante, a las mujeres se les negó la educación durante un extenso periodo de tiempo. Existen dos momentos claves en el acceso a la educación por parte de las mujeres (Pérez, 2003). El primero, se sitúa alrededor del siglo XVII, donde se plantea el acceso y posibilidad de educación elemental para todas las mujeres y el segundo ocurre en el siglo XIX, donde las mujeres instalan el paradigma de que cualquiera pueda acceder a la educación universitaria. Fue así como universidades de Europa y Estados Unidos les abrieron sus puertas.

¿Cómo ha sido esta situación en las ciencias geoespaciales? En el campo de la ciencia y la tecnología, a pesar de su escasa representación y de los prejuicios, las contribuciones de legendarias científicas como Marie Curie, Hedy Lamar, Grace Hopper y un sinnúmero de otras han dado lugar a nuevos avances y han inspirado nuevos adelantos. Las mujeres desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de la inteligencia geoespacial y sus investigaciones o conocimientos siguen motivando a la NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*), sin embargo, hoy por hoy, continúan siendo una pequeña porción de la fuerza de trabajo de la industria global, siendo este porcentaje aún más pequeño en las áreas técnicas o de ingeniería; lo mismo ocurre a nivel gerencial. Un estudio reciente evidenció que 11% de los puestos en los comités de directores de las 100 más grandes compañías petroleras en el mundo, son ocupados por mujeres. En el 2015, *The Oil and Gas Financial Journal* reportó que los hombres lideran casi el 99% de las compañías energéticas mundiales. Aunque todas estas cifras parezcan deprimentes, representan un avance generacional, sujeto a los cambios de la sociedad y al esfuerzo de las compañías por atraer mujeres a la industria (Chaturvedi, 2019).

¿Cuál es el futuro? La sociedad actual, percibe una transición alimentada por el hecho que esta generación incluye una gran cantidad de mujeres graduadas en carreras como ingeniería y geociencias. Este hecho se ve reflejado en el incremento de trabajadoras dentro de compañías tradicionalmente dominadas por hombres. Cada día, mujeres de todo el mundo dan muestra del alcance del poder femenino. En otro orden de liderazgo destaca el triunfo de la primera mujer afro descendiente y de ascendencia india en convertirse en Vicepresidenta de los Estados Unidos de Norteamérica, y de mujeres heroicas médicas, científicas, enfermeras y profesionales que han dado su aporte invaluable durante esta crisis sanitaria del Covid-19 (Ochoa y Osorio, 2021).

El escenario laboral de esta era apunta hacia organizaciones y trabajadores con posicionamiento y reconocimiento en su función tecno-productiva las habilidades técnicas, humanas y laborales no dependen del género, sino de la formación personal (Ochoa y Osorio, 2021). Si bien el éxito reside en las capacidades de cada persona, la voz de todos, tanto mujeres como hombres, deben ser escuchadas por igual. Los hombres de hoy en día, están habituados a mujeres talentosas y muy capaces. Existen increíbles talentos femeninos en este mundo y hay que aprovecharlo.

Aún queda un largo trecho por recorrer; remover las barreras que obstaculizan el rol de la mujer en la industria y que además mantengan dichos cargos representa la ruta a seguir. Sin embargo, el futuro se observa alentador y una muestra de ello son las Mujeres Geoespaciales a las que SIGGMA ha dedicado un merecido homenaje durante todo el pasado mes de marzo, mujeres cuya brillantez, investigación rigurosa, enfoque meticuloso y liderazgo sin precedentes les ha dado un papel fundamental en el desarrollo de la industria geoespacial y la evolución de la sociedad, rompiendo estereotipos y eliminando barreras. En nuestros medios digitales, como SIGGMAXYZ y www.siggma.world puedes encontrar interesante información sobre el homenaje de SIGGMA a las mujeres geoespaciales. ¡Sigan conectados con nosotros!

Equipo SIGGMA

Referencias

- *Chaturvedi A. 2019. Women pioneers of geospatial intelligence. Disponible en www.geospatialworld.net/blogs
- *Ochoa I. y Osorio A. 2021. Las mujeres de nuestra era: Talento Innovador en pandemia por COVID-19. Disponible en www.rednaranja.com
- *Quintana C., Tapia J., Tolorza V., Astudillo N., Villaseñor T., Silva C. 2018. Mujeres en geociencias: el caso de las geólogas en Chile. XV Congreso geológico Chileno. Disponible en: www.researchgate.net/publication/329141244_Mujeres_en_geociencias_el_caso_de_las_geologas_en_Chile
- *Pérez, E. (2003) Las mujeres en la historia de la ciencia. <http://www.raco.cat/index.php/Quark/article/download/54976/>

EN POCAS PALABRAS.....

- ♦ **Seminario en Sistemas de Referencia.** Organizado por SIRGAS y con contenidos de alta calidad se realizó del 7 al 11 de febrero pasado este seminario dictado por el Profesor Dr. -Ing. Hermann Drewes. Todas las conferencias (5) están disponibles en YouTube (ver <https://www.sirgas.org/es/presentations/>).
- ♦ **Mejor tesis de doctorado en Cartografía, Geodesia o Información Geográfica.** El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) abrirá del 1 al 31 de mayo 2022 la convocatoria para la cuarta edición del Premio Pedro Vicente Maldonado. El reglamento y demás detalles del premio están disponibles en <https://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Premio.html>.
- ♦ **Nuevo ITRF 2020.** En días pasados el IERS anunció la publicación del nuevo Marco de Referencia Terrestre Internacional 2020, el cual viene a sustituir la versión anterior ITRF 2014. Descripción completa en <https://itrf.ign.fr/en/solutions/ITRF2020>.
- ♦ **Aspectos Científicos y Fundamentales del GNSS .** Este es el tema central del 8vo. Coloquio Internacional que se llevará a cabo del 14 al 16 de septiembre de 2022 en Sofía, Bulgaria. Organizado por la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Universidad de Sofía St. Kliment Ohridski. (<https://atpi.eventsair.com/gnss2022>)

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.
- ♦ José Napoleón Hernández
- ♦ Darwins Cortés

Colaboración especial en este número:

- Equipo SIGGMA
- Carlos Hernández
- Jesús Morón Irausquin
- José Antonio Tarrío
- Mario Forgione
- The National Geodetic Survey

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