

EDITORIAL

LA GEODESIA BAILA TANGO

Argentina es, sin lugar a dudas, uno de los países del continente con mejor desarrollo y potencial geodésico. Varios indicadores lo corroboran. En el trabajo que presenté en el Simposio SIRGAS 2018 titulado "Participación y desarrollo geodésico de los países latinoamericanos durante los 25 años del proyecto SIRGAS" y al cual me he referido en anteriores oportunidades en este Editorial, se utilizan varios parámetros para evaluar el desarrollo geodésico de los países del área, pues, el país gaucha los cumple todos.

Su marco de referencia geodésico (ITRF 2005, época 2006.6) es relativamente moderno y está materializado por una densa red de estaciones GNSS de monitoreo continuo que además transmite correcciones NTRIP; tiene un buen modelo geoidal nacional y además sólidas y activas instituciones oficiales y universitarias en el área.

Como asistente a la mayoría de las reuniones y simposios SIRGAS he podido admirar el trabajo conjunto y nacional entre todos los actores del quehacer geodésico del país, lo cual se manifiesta en el más alto número de representantes a los eventos SIRGAS (130) hasta el 2018 y a la mayor cantidad de trabajos presentados (113) con respecto a los otros países del continente.

Es un placer y honor para nuestra publicación dedicar este número 25 de Geom@il a las instituciones y grupos de trabajo de Argentina en la ciencia e ingeniería geodésica. Imposible incluirlos a todos, no tendríamos ni el espacio ni los contactos necesarios para hacerlo, sin embargo presentamos una muestra muy representativa de esos protagonistas que colocan a éste país en un sitial muy destacado.

A los amigos que atendieron tan gentilmente nuestro llamado, muchas gracias de corazón, por tomarse el tiempo y la molestia de escribir sus notas y reseñas, de verdad nos sentimos halagados y honrados. Confiamos en que no sea la única vez y desde ya ponemos nuestras páginas a disposición para futuras contribuciones. Como dice el título de esta nota, la geodesia baila tango, ... y lo baila muy bien!

Melvin Hoyer

SITUACIÓN DE LA GEODESIA EN LA ARGENTINA

Presentamos a continuación una reseña del estado de la geodesia en la Argentina agregando algunos antecedentes históricos.

Marco de referencia: Desde la década del cuarenta del siglo XX hasta la aparición de la geodesia satelital, el Instituto Geográfico Militar (IGM) desarrolló una red de triangulación compuesta por cadenas meridianas y paralelas formando unos cuarenta anillos de dos grados de extensión en latitud y longitud. El punto de arranque fue establecido en una zona que se estimaba produciría las menores desviaciones de la vertical y eligió un punto ubicado en la intersección del meridiano -62° con el paralelo -36° que, por el apellido del propietario del predio, se denominó Campo Inchauspe que dio lugar, asimismo, a la identificación del sistema. Se determinó en el lugar una estación astronómica de precisión que sirvió de arranque a la red y constituyó, en consecuencia, el punto datum.

Al completarse 19 anillos se llevó a cabo una compensación de la red de la que participaron cerca de 1000 puntos y más de 4000 observaciones. El error medio de la unidad de peso fue 0.42" y al sistema se le conoce como Campo Inchauspe 1969 por ser el año que concluyó el cálculo. El desarrollo de las redes continuó hasta cubrir casi todo el país totalizando unos 18000 puntos que incluyen las redes de densificación de cuatro órdenes dentro de cada uno de los anillos fundamentales. La red tiene una precisión estimada, superior a la media universal, de 1/300.000 y su extensión puede observarse en la Fig. 1.

Rubén Rodríguez

(continúa en la página 2)

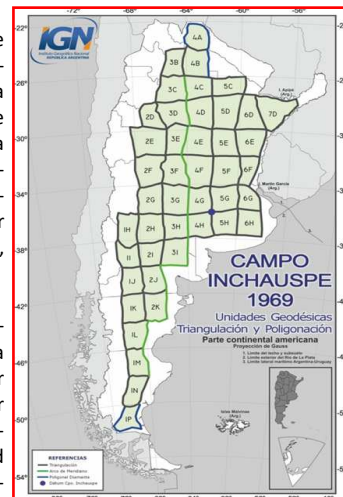


Figura 1. Cadenas de Triangulación y Poligonales C. Inchauspe 1969

OBSERVATORIO ARGENTINO – ALEMÁN DE GEODESIA (AGGO)

AGGO es uno de los observatorios geodésicos más completos del Hemisferio Sur. Está ubicado en una extensa reserva natural conocida como Parque Pereyra Iraola, entre las ciudades de Buenos Aires y La Plata. Su instalación y operación se rige por un convenio firmado en el año 2013 entre el CONICET argentino (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) y la Agencia Alemana de Cartografía y Geodesia (BKG por sus siglas en alemán).

Cuenta con un radiotelescopio para Interferometría de Línea de Base Muy Larga (VLBI por sus siglas en inglés); un telescopio láser para telemetría a satélites artificiales (SLR por sus siglas en inglés), varios receptores de señales GNSS, un laboratorio de gravimetría absoluta y relativa, un laboratorio de tiempo atómico y una gran variedad de sensores ambientales (Fig. 1). Todos los instrumentos están en funcionamiento con la sola excepción del SLR, cuya entrada en operaciones estaba prevista para comienzos del año en curso pero debió postergarse por la emergencia sanitaria del Corona Virus. Los instrumentos funcionan en forma permanente y coordinada con los servicios científicos de la Asociación Internacional de Geodesia y los datos son de acceso libre y gratuito en bancos de datos internacionales.

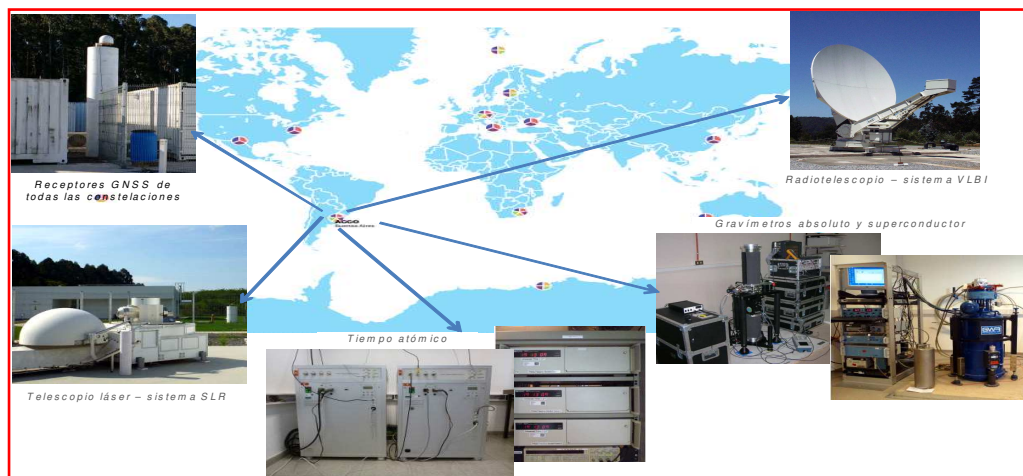


Figura 1. El mapa de fondo muestra los observatorios geodésicos que operan más de tres técnicas de medición en el mismo sitio e ilustra las cinco técnicas principales instaladas en AGGO.

Claudio Brunini

(continúa en la página 4)

SITUACIÓN DE LA GEODESIA EN LA ARGENTINA

(viene de la página 1)

Luego de un período donde se establecieron 20 estaciones mediante la tecnología Doppler que permitió establecer los parámetros de transformación entre Campo Inchauspe 1969 y WGS 72, se llegó a la etapa GPS a través de un proyecto titulado POSGAR del que en 1993 se midieron más de 120 puntos distribuidos en forma homogénea en todo el país. El cálculo de los vectores se realizó mediante un *software* comercial y la compensación con un programa desarrollado por la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAYG) de la Universidad Nacional de La Plata cuyo resultado final mostró un error inferior a 1 ppm en el 80% de los vectores. El autor de esta nota procesó los mismos vectores con el *software* comercial Geo-Lab siendo las diferencias promedio entre ambas compensaciones inferiores al centímetro para latitud y longitud y 2 cm para la altura elipsoidal.

El IGM adoptó el marco como POSGAR 94 y se determinaron los parámetros de transformación con Campo Inchauspe 1969. La misma facultad realizó otro cálculo de la red utilizando el *software* científico Bernese cuyo resultado mostró un error medio de ± 0.005 metros.

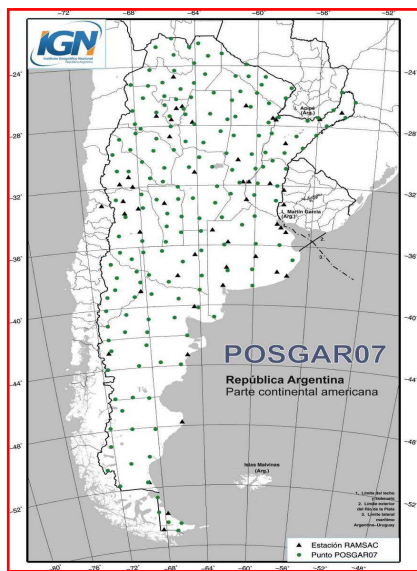


Figura 2. Estaciones POSGAR 2007

Respecto del marco de referencia es oportuno mencionar que en la Argentina dado su sistema federal de gobierno las provincias se reservan, entre otros derechos, la adopción del marco de referencia y en tal sentido durante la última década del siglo XX se desarrollaron distintas redes provinciales y no todas adoptaron el mencionado POSGAR 94 creando una situación nada conveniente que se resolvió en el año 2015. Ese año se firma un acta - acuerdo entre el IGN (Instituto Geográfico Nacional, antes Instituto Geográfico Militar), el Consejo Federal de Catastro (creado por la Ley Nacional de Catastro que agrupa a las direcciones de catastro de las provincias y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires) y la Federación Argentina de Agrimensores (entidad que defiende los intereses de los agrimensores y promueve su desarrollo científico y técnico) señalando la competencia del IGN en la definición y mantenimiento de un marco de referencia único, quedando así resuelto el inconveniente citado.

Participación argentina en la geodesia continental: La red argentina de triangulación, mediante los 19 anillos previamente mencionados, formó parte del proyecto que dio lugar a la definición del Datum Sudamericano de 1969. Nuestro país participó en el proyecto SIRGAS desde su fundación en la reunión celebrada en Asunción en 1993 y continuó en el diseño de la primera campaña durante la reunión que tuvo lugar en La Plata en 1994.

Durante la primera campaña del año 1995 se ubicaron en la Argentina 10 estaciones mientras que durante la segunda del año 2000 fueron 21 las estaciones argentinas. Mencionaremos los argentinos que formaron o forman parte del comité ejecutivo del proyecto. En el año 2002 cuando se aprobó el estatuto del proyecto Eduardo Lauría fue elegido vicepresidente y en el 2007 durante la renovación de las autoridades Claudio Brunini fue designado presidente y reelecto cuatro años después. En el 2015 María Virginia Mackern fue electa como vicepresidente y desde el año 2019 Diego Piñón es el vicepresidente. También destacamos que en el país existen dos centros de procesamiento de las estaciones continuas del proyecto, uno en el Instituto Geográfico Nacional y el otro el CIMA, Centro de Ingeniería Mendoza Argentina.

Entre 2005 y 2007 el IGM llevó a cabo mediciones en puntos pre-existentes y en otros nuevos. El cálculo correspondiente definió el nuevo marco llamado POSGAR 2007 (ITRF 2005, época 2006.632) cuya precisión es de ± 5 mm en cada coordenada y que adoptó la misma entidad y persiste actualmente (Fig. 2).

Además de este conjunto de estaciones pasivas el marco de referencia es sostenido - básicamente - por la red de estaciones permanentes o continuas que se conoce como RAMSAC cuyo incremento es continuo por lo que la mejor alternativa para conocerlo es ingresar en la página web del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.ign.gob.ar/>)

Instituciones argentinas relacionadas con la geodesia: En primer lugar, por su antigüedad es necesario mencionar al Instituto Geográfico Militar que desde 2009 se convirtió en el Instituto Geográfico Nacional. Paralelamente corresponde mencionar al antiguo Observatorio Astronómico de La Plata, hoy Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata, al Instituto de Geodesia de la Universidad de Buenos Aires y también a las cátedras de geodesia de las universidades de Mendoza, Rosario, Tucumán y San Juan entre las que con mayor frecuencia hacen conocer sus desarrollos en los eventos de la materia.

Dos asociaciones de científicos y técnicos tienen a su cargo la convocatoria y desarrollo de reuniones de la materia y publican los trabajos correspondientes, una es la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas fundada en 1959 y que ha llevado a cabo 28 reuniones científicas y publica su revista Geoacta que ha llegado a 42 ediciones, muchas de ellas dobles. La otra, como su nombre lo indica, está dedicada a la cartografía pero que incluye temas relacionados con la cartografía matemática, es el Centro Argentino de Cartografía. En el año 2015 se estableció el AGGO, Observatorio Argentino Alemán de Geodesia que reúne las siguientes técnicas geodésicas: GNSS, VLBI, SLR, gravimetría y también tiempo y meteorología.

Referencias bibliográficas

- ◆ Brunini, C./Moirano, J./Mackern, M. V. (2000) Comparación entre los marcos POSGAR 94 y 98 (<http://www.yumpu.com/es/document/view/26393974/comparacion-entre-los-marcos-posgar94-y-posgar>)
- ◆ Instituto Geográfico Militar (1979) 100 años en el Quehacer Cartográfico del País.
- ◆ Christensen, A. H. /Eliás, A. V. (1973) Programación de la Compensación de las redes del Instituto Geográfico Militar, Simposio Internacional sobre Métodos de Computación en Geodesia Geométrica de la Asociación Internacional de Geodesia (<https://academianacionaldeagrimensura.org>)
- ◆ Rodríguez, R. C. (2013) 50 Años de Geodesia Argentina, Universidad de Morón (<https://es.scribd.com/document/101123499/50-anos-de-geodesia-argentina> ó <http://cafegeodesico.blogspot.com/2012/07/50-anos-de-geodesia-argentina.html>)

Páginas web institucionales

- ◆ <http://www.aagg.org.ar/>
- ◆ <https://www.ign.gob.ar/>
- ◆ <https://www.aggo-conicet.gob.ar/>
- ◆ <http://www.sirgas.org/es/>

Rubén C. Rodríguez
rubenro@fibertel.com.ar



LA FCAG DE LA UNIV. DE LA PLATA Y EL LABORATORIO MAGGIA

La Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Universidad de la Plata ofrece a nivel de pregrado las carreras de Astronomía, Geofísica, Meteorología y Ciencias de la Atmósfera y a nivel de postgrado una maestría en Geomática y un programa de doctorado que se adapta a las necesidades y requerimientos del candidato.

Entre sus dependencias se encuentra el Laboratorio MAGGIA (de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría) constituido por un grupo de docentes e investigadores que trabajan en el análisis y predicción del comportamiento de la ionósfera usando GNSS e información geomagnética, estimación de IWV casi a tiempo real con GNSS para incorporar a un sistema de pronóstico meteorológico y la geodinámica en la Patagonia sobre la base de las técnicas geodésicas con GNSS y gravimetría.

Entre los productos de investigación más importantes de MAGGIA se pueden mencionar: a) Monitoreo a tiempo (casi) real de la ionósfera sobre Sud América b) Repositorio regional de datos y productos para Geociencias y c) Series temporales de vapor de agua atmosférico y retardo cenital total, sobre América Central y del Sur, a partir de un reprocesamiento GNSS homogéneo

Son reconocidos en todo el continente los aportes del personal de esta facultad y de MAGGIA al proyecto SIRGAS, lo cual puede evidenciarse en la figuración de sus investigadores en las diferentes actividades y cargos del mismo así como la gran cantidad de artículos presentados en los eventos. Información adicional en:

<http://www.maggia.unlp.edu.ar/>

Redacción de Geom@il

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL PRESENTE Y FUTURO DEL SISTEMA DE ALTURAS EN ARGENTINA

Poco tiempo después de 1994 cuando el primer sistema global de navegación por satélite accesible en tiempo real, el Global Positioning System (GPS) fuera declarado operacional, los países de América emprendieron el reemplazo de sus sistemas de referencia nacionales planimétricos basados en redes de triangulación y trilateración, por materializaciones del sistema global ITRS, muy cercano a WGS84, basadas principalmente en observaciones GPS. Fue un proceso con un avance desigual, lento y no exento de traumatismo debido a los grandes cambios conceptuales y prácticos que conllevó, que contó con el liderazgo de una inédita asociación regional científico-técnica liderada por agencias geográficas nacionales e instituciones científicas; nos referimos al proyecto SIRGAS.

Como resultado, hoy la mayoría de los países de la región cuentan con marcos de referencia nacionales que son densificaciones del marco SIRGAS, el cual materializa al sistema de referencia terrestre internacional con una exactitud de pocos mm de manera consistente en el tiempo gracias a una infraestructura formada por una red de estaciones de rastreo permanente y centros de análisis y combinación, que producen resultados de manera periódica y contribuyen a la materialización de los sistemas de referencia globales de la geodesia.

En el caso de los sistemas de alturas nacionales la situación es bastante diferente. Desde fines de la década de 1990 en el marco del proyecto SIRGAS se han realizado grandes esfuerzos para avanzar coordinadamente hacia un sistema único de alturas en la región. Desde 1997 se ha trabajado para lograr el máximo aprovechamiento de las redes de nivelación de alta precisión existentes. Para ello se recomendó a los países el ajuste de las mismas en términos de números geopotenciales para luego compartir esa información en un esfuerzo por lograr un sistema de alturas único para toda la región.

En el caso argentino, esta labor tuvo un hito relevante en 2016 cuando finalizó el recálculo y reajuste de la red de nivelación de primer orden estableciéndose el nuevo sistema nacional de alturas. El sistema de referencia vertical argentino es un ejemplo que ilustra las características de las materializaciones actuales de los sistemas de referencia verticales en regiones extensas en nuestros países. Está compuesto por aproximadamente 18.000 puntos fijos que conectan 243 puntos nodales mediante 414 líneas de nivelación formando 156 polígonos. Se realizó un ajuste por mínimos cuadrados sobre 362 desniveles geopotenciales que formaron la red continental principal. A ella se agregan 27 desniveles geopotenciales que quedaron fuera de tolerancia y 21 desniveles adicionales sobre polígonos abiertos. Además se calculó una red adicional en Tierra del Fuego que consta de 4 desniveles geopotenciales, sin cierre, referida al punto PF1N(383) con $C=38,427000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ o 3,915 m en Ushuaia. Los resultados mostraron diferencias sistemáticas entre el sistema de alturas previo y el actual que disminuyen por debajo de -0,7m hacia la Puna y que superan los 0,7m en el extremo sur de Santa Cruz. Los errores de cierre logrados son del orden de pocos cm en polígonos de varios cientos de km de longitud [IGN, 2016].

Comparaciones entre la ondulación geoidal en 2300 puntos bien distribuidos en el territorio nacional donde se combinó la altura elipsoidal obtenida por GPS con el valor correspondiente al EGM2008 muestran diferencias promedio de 0,23m con un desvío estándar de 0,28m y diferencias máximas entre -0,9m y 1,9m. La misma comparación realizada con las cotas del sistema de alturas previo arrojó valores de 0,36m en promedio, un desvío estándar de 0,48m y diferencias extremas de -0,9m y 4,15m [IGN, 2016]. Estas comparaciones muestran el grado de mejora que ha implicado el recálculo y reajuste de la red de nivelación de primer orden. La comparación con el EGM2008 combina los errores de este modelo geopotencial con los de la red de nivelación pero es de destacar que fuera de las zonas montañosas, las diferencias se encuentran por debajo de +/- 50 cm a excepción de unos pocos puntos aislados y la región sur de Santa Cruz [IGN, 2016].

Un análisis posterior [Tocho et al., 2015] mostró que el nivel de referencia $W_{0\text{Arg}}$ que corresponde al nodal 71 es $62636853,8 \text{ m}^2/\text{s}^2$ mientras que el W_0 establecido recientemente como referencia global por la IAG es $62636853,4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ [IAG, 2015] lo que implica una diferencia aproximada de 4 cm. Por otro lado, se debe tener en cuenta que esta red es resultado de un trabajo colosal que demandó al IGN (ex IGM) gran parte del siglo pasado y lo que llevamos del actual. En consecuencia, no se le puede asignar realmente una época específica, y el planteo de su remediación en un plazo corto a fines de monitorear su evolución, parece una idea, como mínimo, de difícil realización.

Mientras lo anterior sucedía en el ámbito de la Geodesia, el mundo comenzó a tomar conciencia de la importancia del monitoreo del cambio global para responder adecuadamente a los desafíos que este proceso plantea en muchas regiones.



Figura 1: Red de nivelación del IGN, además: en verde, estaciones de la Red Argentina de Gravedad Absoluta RAGA, en celeste, estaciones propuestas para integrar el IHRF, y en amarillo una idea de la posible conformación de una densificación argentina de IHRF.

En este contexto se inscribe la resolución de la Asamblea General de la ONU de febrero de 2015 "Un Marco de Referencia Geodésico Global para el Desarrollo Sustentable" [ONU, 2015], instando a los países a tomar mayor responsabilidad en la materialización y mantenimiento de un sistema de referencia geodésico global y las recomendaciones de la IAG de definir y materializar un sistema de referencia de alturas global de exactitud milimétrica y con un monitoreo de su evolución temporal de exactitud submilimétrica [IAG, 2015].

Se trata de un desafío más que significativo. Luego de analizar las alternativas disponibles, la IAG recomendó la

materialización del Sistema Internacional de Referencia de Alturas mediante una red de puntos o Marco de Referencia Internacional de Alturas (IHRF), tal que en cada punto del IHRF se requiere realizar un cálculo preciso del potencial terrestre combinando observaciones gravimétricas y un modelo geopotencial global [Ihde et. al, 2017].

Actualmente se avanza en la definición de una metodología que asegure una consistencia global subcentimétrica de estos cálculos. Argentina participa de este esfuerzo proponiendo una serie de puntos en su territorio que coinciden con estaciones permanentes GNSS, SLR o VLBI. Una vez que esta red sea establecida, cada país deberá densificarla aprovechando al máximo la infraestructura altimétrica existente. Este paso no parece técnicamente complejo ya que luego de vincular las estaciones IHRF a las redes de nivelación de primer orden, éstas se podrían reajustar utilizando ya no un punto de origen sino varios.

Será necesario, sin embargo, definir el modo de actualizar esta infraestructura para que pueda en su conjunto ir convergiendo a un marco de referencia subcentimétrico. Una posibilidad que parece atractiva, sería establecer en cada país una red de puntos con las mismas características que los propuestos para el IHRF conformando densificaciones nacionales. Esto permitirá mejorar el análisis de los errores en las redes de nivelación actuales y un reajuste mejor condicionado. Los puntos a proponer deberían ser nodales de las redes de nivelación de primer orden e incluso podrían coincidir con algunos de las redes nacionales de gravedad absoluta. Este proceso permitiría ir mejorando el sistema de alturas paulatinamente mientras, simultáneamente, se realiza un esfuerzo de medición gravimétrica para mejorar el modelo de geoid con el objetivo final de dejar atrás la construcción y mantenimiento de las redes de nivelación e ir a un sistema de alturas basado en mediciones y monitoreo de la gravedad y cálculo de geopotencial.

Para ilustrar el caso argentino, la Figura 1 muestra la red de nivelación de primer orden actual del IGN, a la que se agregó: en verde, las estaciones de la Red Argentina de Gravedad Absoluta RAGA, en celeste, las estaciones propuestas para integrar el IHRF, y en amarillo una idea de la posible conformación de una densificación argentina de IHRF.

Citas mencionadas en el texto:

- IAG 2015 Resolution No. 1 for the definition and realization of an International Height Reference system, https://ihrs.dgfi.tum.de/fileadmin/JWG_2011/IAG_Resolutions_2015.pdf
- IGN, 2016 La red Altimétrica de la República Argentina, http://ramsac.ign.gob.ar/posgar07_pg_web/documentos/Red_Altimetrica_de_la_Republica_Argentina.pdf
- Ihde J., Sanchez L., Barzaghi R., Drewes H., Foerste C., Gruber T., Liebsch G., Marti U., Pail R., Sideris M., 2017, Definition and Proposed Realization of the International Height Reference System (IHRF), Surv. Geophys. DOI 10.1007/s10712-017-9409-3, Springer, published online.
- ONU Asamblea General, 2015, Informe del Consejo Económico y social: Marco de referencia geodésico para el desarrollo sostenible, http://ggim.un.org/documents/A_69_L53_S.pdf
- Tocho C., Vergos G., Piñón D., Wo determination for Argentinean height system unification, 2015 IUGG General Assembly, At Prague, Czech Republic.

Dr. Juan Francisco Moirano

Laboratorio MAGGIA, FCAG-UNLP

OBSERVATORIO ARGENTINO – ALEMÁN DE GEODESIA (AGGO)

(viene de la página 1)

AGGO es una respuesta concreta a la recomendación de las Naciones Unidas para mejorar el Marco de Referencia Geodésico Global (GGRF por sus siglas en inglés - Resolución de la Asamblea General de febrero de 2015 "A Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development"). El GGRF está 'anclado' al planeta por los observatorios fundamentales como AGGO, a partir de los cuales se extienden redes de densificación tales como, por ejemplo, SIRGAS.

Es sabido que los datos espaciales son un insumo imprescindible para el desarrollo sostenible y que el GGRF es una componente esencial de la infraestructura global de datos espaciales. La nomenclatura 'datos espaciales', engloba a una enorme diversidad de datos cuyo denominador común es estar vinculados a un lugar específico del planeta. Se obtienen de muy variadas maneras, ya sea con censistas recorriendo el terreno o con instrumentos automatizados sobre la tierra, en el aire, el mar y, en muchos casos, volando en satélites artificiales. La asociación entre dato y lugar es lo que se denomina 'georreferenciación' y la herramienta casi excluyente para georreferenciar son los Sistemas de Navegación Global basados en Satélites (GNSS por sus siglas en inglés).

Si bien los GNSS resuelven la mayoría de las necesidades planteadas por las comunidades productoras y usuarias de datos espaciales, existen algunos problemas originados por la acción combinada de la Naturaleza y del Hombre que amenazan la sostenibilidad de la vida sobre el Planeta y cuyo abordaje no puede hacerse sin mejorar el GGRF. La clase de problemas de los que hablamos no puede abordarse a otra escala que la global; el abordaje global no puede hacerse con otra herramienta que los satélites artificiales; y los satélites no pueden controlarse si no se rastrea la totalidad de sus órbitas desde un Marco de Referencia Geodésico Global materializado y mantenido con altísima precisión. La Fig. 2 esquematiza los macro-problemas a los que hacemos referencia: cambio del nivel del mar; ciclo del agua terrestre; riesgos geológicos; meteorología y clima; y dinámica de ecosistemas. Su abordaje debe ser a escala global, porque el Sistema Tierra se asemeja a un cuerpo humano en el que una afección no puede tratarse examinando solo la parte que presenta los síntomas.

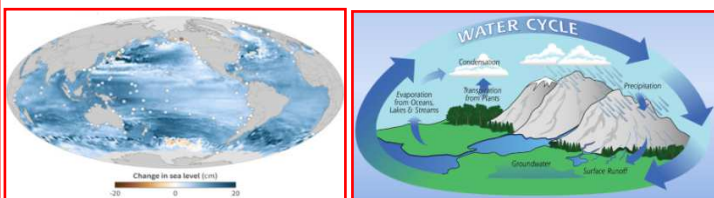


Figura 2. Visión esquemática de cinco macro-problemas que amenazan la sostenibilidad de la vida sobre el Planeta: cambio del nivel del mar; ciclo del agua terrestre; riesgos geológicos; meteorología y clima; y dinámica de ecosistemas.

La herramienta para ese abordaje son los satélites artificiales y los expertos coinciden en que la precisión de las órbitas de todas las misiones con sensores activos que miden alturas, deformaciones superficiales, variaciones en la distribución de masas subterráneas, etc., deben mejorar en al menos un orden de magnitud. Ese desafío va de la mano de mejorar el Marco de Referencia Geodésico Global y la globalidad del problema hace que la mejora no pueda lograrse agregando más y mejores instrumentos en los países más desarrollados.

Más bien al contrario, es necesario agregarlos en los países que carecen de tales instrumentos, especialmente en el hemisferio sur. Estamos hablando de una problemática 'mega' cuyo abordaje integral requiere el concurso de una infinidad de actores que atacan problemas que a veces parecen no guardar relación entre sí. La Fig. 3 sintetiza este concepto y muestra que la Geodesia proporciona la base sobre la que se alza la pirámide en cuyo vértice están las respuestas a los problemas de fondo.

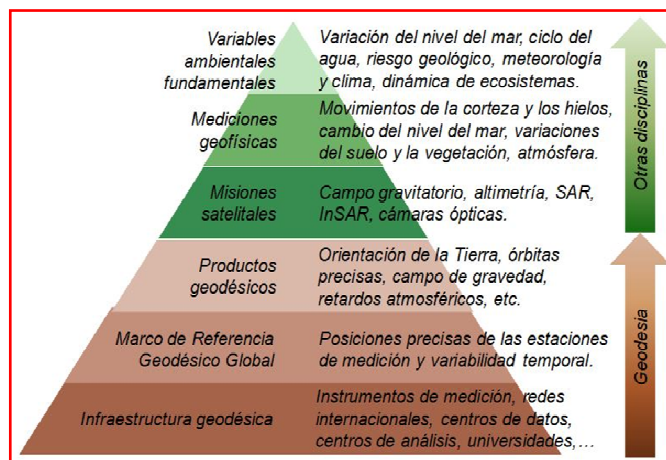


Figura 3. Aporte de la Geodesia al abordaje de los cinco macro-problemas que amenazan la sostenibilidad de la vida sobre el Planeta (adaptado de: Unite State National Academies Press, 2020, Evolving the Geodetic Infrastructure to Meet Social Needs, ISBN 978-0-309-49778-7).

Claudio Brunini

Director Científico AGGO – CONICET
Facultad de Ciencias Astronómica y Geofísicas
Universidad Nacional de La Plata

EL IGN - INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL



El Instituto Geográfico Nacional o IGN creado por resolución oficial del gobierno argentino en el 2009 es el ente rector en materia de geografía, cartografía, geodesia y toda la información geoespacial del país. Es el sucesor del anterior Instituto Geográfico Militar fundado en 1901, aun cuando antes anteriores, como la Oficina Topográfica Militar, datan de 1879. Actualmente es una dependencia de carácter civil adscrita al Ministerio de la Defensa.

Desde el punto de vista técnico, el IGN tiene en su estructura organizacional una Dirección General de Producción Cartográfica, a su vez subdividida en Direcciones de Cartografía, Sensores Remotos y Artes Gráficas y la Dirección Nacional de Servicios Geográficos la cual opera mediante las Direcciones de Geodesia, Geografía y de Información Geoespacial.

De los diferentes proyectos y servicios del IGN, destacaremos 2 en esta nota, RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo) es una red de más de 100 estaciones GNSS distribuidas por todo el territorio nacional y cuyas observaciones pueden descargarse del sitio web correspondiente <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Ramsac>. Muchas de las estaciones transmiten en tiempo real correcciones del tipo NTRIP en forma libre y gratuita, lo cual potencia la importancia y utilidad de esta red para el país (Fig. 1).

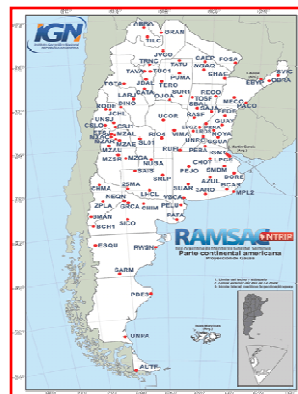


Figura 1. Red RAMSAC NTRIP

Además, el IGN administra y mantiene un Geoportal donde pone a disposición, totalmente libre, valiosa información cartográfica, de los servicios geodésicos y gestión de riesgo, entre otras: <http://geoportal.ign.gob.ar/> (Fig. 2). El sitio web del IGN es <https://www.ign.gob.ar/>



Figura 2. Geoportal del IGN

INVESTIGACIONES DE VARIACIONES DE MASAS EN SUDAMÉRICA - EL AGG.

El Área de Geodinámica y Geofísica (AGG), es un centro de investigación dependiente de la Escuela de Agrimensura de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina), el cual fue creado en el año 2005. El AGG tiene como objetivos la ejecución de proyectos de investigación (tanto a nivel nacional como internacional) y de extensión, el dictado de cursos de posgrado, y la formación de recursos humanos a través de la dirección de becarios e investigadores en temas vinculados con la Geodesia y la Geodinámica principalmente. El centro está conformado por investigadores, docentes y becarios, siendo los responsables del equipo de trabajo la Dra. María Cristina Pacino (Agrim. Ing. Geógrafa, Dra. en Ingeniería), la Dra. Ayelen Pereira (Ing. Agrimensora, Dra. en Ingeniería) y la Dra. Cecilia Cornero (Msc. Ing. Civil, Dra. en Ingeniería).

La principal línea de investigación desarrollada en el AGG se basa en la detección de cambios de masas a partir de datos gravimétricos satelitales. El conocimiento de las variaciones temporales de masa hídrica y la dinámica de las mismas en cuencas hidrológicas o ambientes glaciares constituye una herramienta esencial para los modelos de evaluación ambiental, así como para el estudio de la influencia del cambio climático. Por otro lado, los sistemas satelitales aportan una gran cantidad de datos que permiten analizar las fluctuaciones temporales de agua como instrumento de información esencial para los sistemas de alerta temprana de inundación/sequía, así como también para la estimación de tasas de derretimiento de hielos en los glaciares.

La misión gravimétrica satelital GRACE (*Gravity Recovery And Climate Experiment*), y su sucesora GRACE-FO, proveen modelos temporales del campo de gravedad que reflejan las variaciones del campo gravitacional terrestre con una resolución de aproximadamente 400 km, y los cuales son debidos principalmente a procesos de transporte de masas.

El AGG cuenta con profesionales dedicados desde hace varios años a la detección de cambios en el almacenamiento de agua superficial y subterránea con datos provenientes de la misión GRACE, y su validación con otros modelos globales en diversas regiones de Sudamérica, como son la región de Hielos Continentales de Argentina y Chile y la Cuenca del Plata.

La Cuenca del Plata es una de las más importantes del mundo en cuanto a su extensión geográfica y el caudal de sus ríos. Con una superficie de 3,1 millones de km² ocupa la quinta parte de Sudamérica, abarcando los territorios de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. GRACE ha detectado en esta área las inundaciones ocurridas en el 2016 y también la intensa sequía, que tuvo su pico máximo en otoño de 2009, ambos acontecimientos extremos vinculados con episodios de El Niño y La Niña (Figura 1).

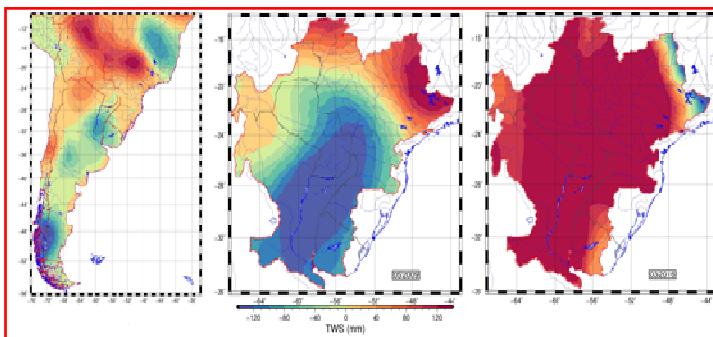


Figura 1. Izquierda: Variación del almacenamiento total de agua continental (TWS) en Sudamérica en el período 2002-2017 a partir de datos de la misión gravimétrica satelital GRACE. Se puede apreciar la disminución del TWS en las regiones de la llanura pampeana y cuenca del río Paraná, este de Brasil, y la más significativa, en el Campo de Hielo Continental. Centro y derecha: Eventos de sequía, año 2009 (centro), e inundación, año 2016 (derecha) detectados en la Cuenca del Plata a partir del almacenamiento de agua continental obtenido de GRACE.

La región de Hielos Continentales de Argentina y Chile es el tercer campo de hielo más grande del mundo. Las variaciones de masa detectadas en esta zona se relacionan con el rebote postglacial y con el impacto del cambio climático que está generando una gran retrocesión y pérdida de masa en la mayoría de los glaciares patagónicos (Figura 2). Existen otros proyectos de investigación desarrollados en el área, pudiéndose mencionar actividades vinculadas con determinaciones altimétricas precisas con mediciones de gravedad, interpretación geofísica para prospección de minerales y petróleo, y con estudios aplicados a partir de teledetección y SIG.

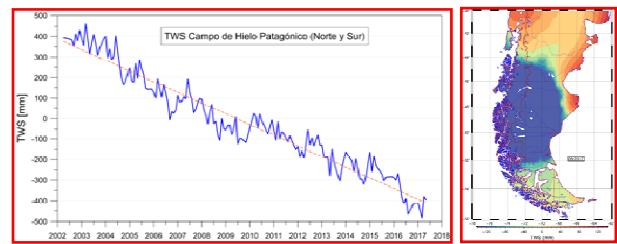


Figura 2. Izquierda: Almacenamiento total de agua continental (TWS de GRACE) en la región del Campo de Hielo Patagónico Norte/Sur, 2002 a 2017. La tendencia es de -52 mm por año. Derecha: valor mínimo del TWS en la Patagonia argentina-chilena, junio de 2017.

Dra. Ayelen Pereira

apereira@fceia.unr.edu.ar

ESPECIALIZACIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO – ARGENTINA

El desarrollo tecnológico de hoy y el conocimiento de la geografía, permiten a individuos, instituciones, comunidades y naciones, crear, acceder, utilizar y compartir información y conocimiento para alcanzar el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida. La planificación y el desarrollo territorial se orientan a establecer estrategias que favorezcan la distribución espacial equilibrada del bienestar social, las oportunidades de empleo, el manejo integral de los recursos naturales, la construcción de ejes viales integradores del espacio y el refuerzo de vínculos interurbanos y urbano-regionales, entre otros, con el fin de encontrar un desarrollo humano sostenible.

En este contexto, los Sistemas de Información Geográficos (SIG) se convierten en un instrumento indispensable para superar la visión sectorial y consolidar una comprensión integral del territorio, mediante la interacción de las dimensiones ambiental, cultural, económica, social y espacial. Ellos desempeñan un papel clave en la representación y análisis de los recursos geográficos, debido a que proveen los medios para la organización, el acceso y el uso de la información. Estas características han hecho que los SIG sean utilizados en aplicaciones tan diversas, que a nivel mundial cada vez se reconoce más el potencial de la información geográfica como soporte a la formulación de políticas, a la toma de decisiones y al desarrollo local, regional y nacional. No obstante, los SIG en sí mismos no son suficientes para lograr estos beneficios. Para aprovechar al máximo el desarrollo científico y tecnológico, surgen las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para aplicar las soluciones de la “sociedad de la información” al caso práctico de los datos geográficos.

La perspectiva de crecimiento de las IDEs para compartir la Información Geográfica en distintos ámbitos, y los objetivos planteados en el ámbito internacional del Foro de Expertos en Información Geoespacial de Naciones Unidas, generan una elevada demanda de recursos humanos capacitados. En este contexto, el ámbito educativo no puede permanecer ajeno y debe impulsar y asumir la puesta en marcha de propuestas formativas orientadas a distintos niveles de formación: grado, posgrado, cursos de actualización y especialización, que traten las temáticas más significativas vinculadas a la explotación y uso de la Información Geográfica en el contexto de las IDEs.

Paralelamente al despliegue de las “ciudades inteligentes”, los nuevos paradigmas de gobernabilidad y transparencia están haciendo crecer, cada vez con más relevancia, un conjunto de datos abiertos, muchos de gran calidad y potencialmente georreferenciados, que es necesario conocer y saber tratar. Actualmente existen múltiples técnicas y servicios que permiten hacer de forma rápida y sencilla mapas personalizados vía web. Conocer el acceso a las fuentes de datos en estándares *Open Data* o en Infraestructuras de Datos Espaciales, las técnicas de visualización y las diferentes posibilidades de las nuevas plataformas para publicar mapas, debe permitir a cualquier usuario experto y no experto poder realizar mapas dinámicos e impactantes.

La Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura cuenta con docentes especialistas en la temática y un laboratorio de Geoinformática con infraestructura adecuada para dar soporte al desarrollo de las actividades curriculares. Esta carrera de posgrado tiene entre sus objetivos el de capacitar a los profesionales participantes en la implementación de Sistemas de Información Geográfica como herramienta para mejorar la gestión de información, dar soporte a los procesos de toma de decisiones, proyectos de investigación y en particular su aplicación en la planificación y el ordenamiento territorial, en el marco de las Infraestructuras de Datos Espaciales.

(continúa en la Página 7)

Dra. María Cristina Pacino

Directora Escuela de Posgrado y Educación Continua

EPEC - FCEIA - UNR

mpacino@fceia.unr.edu.ar

CENTRO DE INGENIERÍA MENDOZA ARGENTINA

Instituciones de respaldo: CIMA fue creado para coordinar y fortalecer complementando los esfuerzos de tres instituciones argentinas. ¹La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo (FIng-UNCuyo), en la provincia de Mendoza, en primer lugar, dispone de una oficina donde se desarrollan las actividades científicas del centro de investigación. Originariamente CIMA fue parte del Instituto de Geodesia y Geodinámica, luego formó parte del Instituto CEDIAC (Ingeniería Asistida por Computadora) dentro de la unidad académica mencionada. Consideramos que lo más valioso de CIMA es el grupo humano especializado, conformado por investigadores docentes tanto de la FIng-UNCuyo, como de la ²Facultad de Ingeniería de la Universidad Juan Agustín Maza (FIng-UMaza). Ambas unidades académicas realizan su aporte anualmente en subsidios a proyectos de investigación los cuales pasan un proceso de evaluación y acreditación. La tercera institución que realiza un significativo aporte a CIMA es el ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina, a partir del aporte a las becas doctorales y posdoctorales de las investigadoras que conforman el equipo. Las cuales a lo largo de los 14 años de vida de CIMA han permitido perfilar los distintos grados de especialización del grupo. Desde septiembre del 2015, la Ing. Mackern fue reconocida como investigadora adjunta de CONICET, lo cual ha significado un importante aporte al equipo. Cabe mencionar que las tres instituciones UNCUYO, UMAZA y CONICET hacen posible la continuidad de CIMA, de sus proyectos, de sus resultados y transferencia.

Principales aportes y temáticas de investigación: Procesamiento de redes GNSS, el aporte de CIMA al marco de referencia SIRGAS. Desde el año 2006 a la fecha CIMA ha procesado redes GNSS con fines geodésicos. Se utiliza el software científico Bernese v5.2. Iniciamos nuestra labor como centro de procesamiento experimental de SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) en el año 2006 y fuimos oficializados en el año 2008, en reconocimiento a los resultados logrados tanto en calidad como puntualidad. Desde el año 2013 se realizaron investigaciones respecto de incorporar en el procesamiento de la red latinoamericana las observaciones conjuntas de GPS y GLONASS y se realizaron las primeras experiencias para generar productos troposféricos desde el procesamiento de la red, factibles de ser utilizados como variables en el cálculo de vapor de agua atmosférico. En base a los resultados obtenidos por CIMA y otros colegas de SIRGAS, desde el año 2014 SIRGAS incorporó el procesamiento conjunto de las observaciones de las constelaciones GPS y GLONASS. Estas temáticas fueron impulsadas por las tesis doctorales de las ingenieras Mackern y Mateo, ambas integrantes de CIMA desde sus orígenes.

Productos troposféricos de SIRGAS. Desde el año 2014, e impulsadas por la tesis doctoral de la Ingeniera Calori, CIMA asumió un nuevo desafío, encaminar las investigaciones necesarias para lograr productos troposféricos desde la red GNSS Latinoamericana. CIMA fue designado Centro experimental de atmósfera neutra. Desde entonces se coordinaron y delinearon los esfuerzos, asignando estándares que permitieron el logro de los productos troposféricos de SIRGAS, “el retardo cenital troposférico, ZTD”. Estos nuevos productos de SIRGAS, significan un importante aporte al conocimiento de la variable atmosférica “Vapor de agua” sobre la región que incluye América del Sur, América Central e islas del Caribe. Los mismos son publicados desde la página web de SIRGAS <http://www.sirgas.org/en/products/>. En los últimos 3 años hemos estado abocados a encontrar una estrategia que permita lograr productos troposféricos con la calidad necesaria tanto en precisión como en latencia, para ser utilizados en la asimilación de los modelos numéricos del tiempo y en pronóstico (Fig. 1 y Fig. 2).

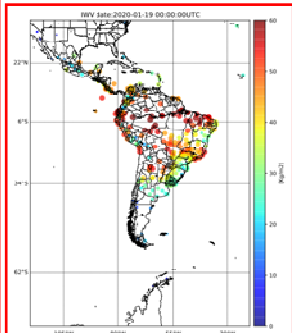


Figura 1. (Izquierda) Vapor de agua integrado (IWV) 19 de enero 2020, 00 hs UTC, calculado por CIMA, desde los productos finales ZTD de SIRGAS.

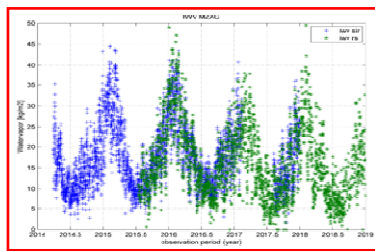


Figura 2. (Derecha) Vapor de agua integrado (IWV_{st}) estación MZAC (Mendoza, Argentina), calculado por CIMA, desde GNSS validado mediante IWV proveniente de radiosondeo (IWV_{rs}).

(continúa en la página 7)

CIMA. Grupo de Estudios Aplicados en Geodesia y Georreferenciación. Instituto CEDIAC. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. CONICET Facultad de Ingeniería, Universidad Juan Agustín Maza (vmackern@mendoza-conicet.gob.ar)

ANGEL GUARNIERI, EL ARGENTINO QUE CULTIVÓ GEODESIA EN VENEZUELA

Entre 1960 y principios de los 80 Venezuela contaba con las señaladas características de un país receptor de migrantes y se puede decir incluso que presentaba polos de modernización interesantes para profesionales de alto nivel y técnicos de otros países. Por ejemplo, la nacionalización del petróleo, el auge notable de la industria extractiva (hierro, oro, bauxita, etc.), el desarrollo de las industrias básicas, la creación de universidades nacionales, institutos tecnológicos, politécnicos y pedagógicos, con lo cual llegaron al país connotados personajes en el ámbito científico-técnico, artístico, artesanal, entre otros; en unas de esas oleadas, específicamente la del final del año 1960, llegó entremezclado alguien a quien respetamos, admiramos y quisimos mucho en nuestra querida Escuela de Geodesia de la Facultad de Ingeniería, de la muy ilustre Universidad del Zulia, su nombre: Ángel José Guarnieri Di Nicola.

El profesor Ángel Guarnieri se caracterizó por su sabiduría, excelente memoria, serenidad, bondad, entre otras virtudes. Nativo del Partido de Zarate del Cono de Buenos Aires (1915), se formó en la Universidad de Buenos Aires (UBA), egresado como Lic. en Ciencias Físico-Matemáticas (1945) y luego como Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas con su tesis doctoral “Cálculo numérico de transformadas de Hilbert” (1958). Su brillantez lo llevó a la Unión Matemática Argentina, donde ejerció como Prosecretario de la organización en el período: 1941-1943, publicando varios trabajos en las áreas de Matemáticas y Física, entre los cuales destacan:

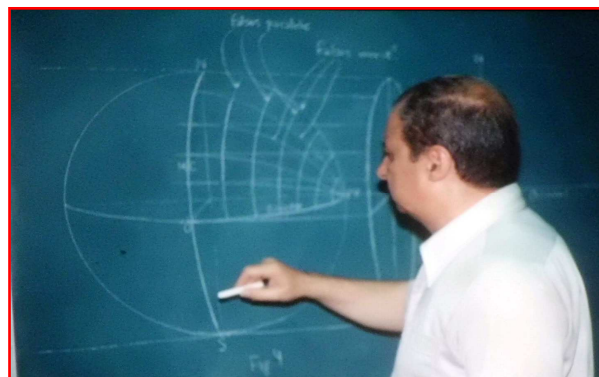
- ◆ Sobre la función de Riemann: $\sum_1 (nx)/n^2$ y $\sum_1 (2^n x)/4^n$
- ◆ Dos casos de aplicación del movimiento potencial en la hidráulica.
- ◆ Sobre la integral: $\int dx/(1-x^2)^{2/3}$.
- ◆ Líneas de corriente y equipotenciales en un recinto poligonal.

Ejerció además la docencia en la Universidad Nacional de Cuyo en la ciudad de San Juan (1942-1960). Un evento sísmico le dejó dificultades para caminar normalmente por el resto de su vida, por lo que siempre tuvo un bastón como compañero permanente.

Llegado a nuestra universidad en Maracaibo, sus invaluable aportes fueron desde lo cotidiano hasta lo académico; su labor filantrópica alcanzó a estudiantes venidos de otros estados, quienes gracias a su dirección sabia, amparo y soporte económico, lograron culminar exitosamente sus objetivos académicos.

Para la Universidad del Zulia, significó un brazo aliado en la dirección del Instituto de Cálculo Aplicado, el dictado de diferentes cátedras en las áreas de Matemáticas y Geodesia, así como su incansable dedicación a las labores tutoriales de tesis en Cartografía, Geodesia, Mecánica Celeste, entre otras, lo cual nos permite afirmar que gran parte del legado académico de nuestra Escuela de Geodesia, sin lugar a dudas, descansa sobre su accionar intelectual en su paso por ella. Tuve la oportunidad de ser su tesista, uno de los tantos ingenieros que tuvimos ese honor, en el año 1990 con la tesis “Cartografía Avanzada”.

El Dr. Guarnieri, como le llamábamos, nunca más abandonó a la Escuela de Geodesia ni a la ciudad de Maracaibo, donde falleció en el año 2000, no regresó a su país ni de visita, no hizo uso nunca de un año sabático ni de un período vacacional, fue el profesor de varias generaciones de ingenieros geodestas. A él nuestra gratitud, respeto y admiración por siempre.



Ángel José Guarnieri Di Nicola (1915-2000)

Ing. José Morillo

(josemorillo0908@gmail.com)

ESPECIALIZACIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO – ARGENTINA

(viene de la página 5)

Las IDEs basadas en SIGs aplicados constituyen disciplinas en creciente expansión, debido fundamentalmente a la enorme potencialidad que ofrecen las técnicas de análisis espacial en temáticas y en ámbitos muy diversos, desde los relacionados con el medioambiente y los recursos naturales, al estudio de cambios socio-demográficos y las dinámicas urbanas, la arqueología y el patrimonio cultural, el cambio global, la gestión forestal o la planificación territorial, entre otros. En este sentido, en el desarrollo de la Especialización, se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Brindar conocimiento y habilidades prácticas en la utilización de las herramientas tecnológicas actuales inherentes a las IDEs.
- Brindar conocimientos para el diseño, la personalización y la implantación de una IDE.
- Contribuir al desarrollo de la capacidad de análisis espacial del territorio.
- Capacitar en la interpretación de la información espacial para la toma de decisiones.
- Promover el aporte de soluciones a problemas relacionados con la información geoespacial, tales como planificación, gestión territorial, medio ambiente.

El programa comenzó con la modalidad presencial pero actualmente se dicta a distancia en forma virtual. El plan de estudios de la carrera y mayor información al respecto puede consultarse en <https://posgrado.fceia.unr.edu.ar/carreras/especializaciones/109-especializacion-en-infraestructura-de-datos-espaciales.html>

Dra. María Cristina Pacino

Directora Escuela de Posgrado y Educación Continua
EPEC - FCEIA - UNR
(mpacino@fceia.unr.edu.ar)

CENTRO DE INGENIERÍA MENDOZA ARGENTINA

(viene de la página 6)

Aplicaciones del Posicionamiento Puntual Preciso en la región. Desde el año 2010, e impulsados por la tesis doctoral de la Ingeniera Camisay, se han abordado investigaciones que involucran los nuevos desafíos del GNSS y las posibilidades que brindan las comunicaciones por internet. Se han desarrollado estudios que permiten monitorear los desplazamientos que sufren las estaciones GNSS ante la llegada de ondas sísmicas (Fig. 3). Se han realizado experiencias piloto de cálculo de ZTD mediante PPP, en las estaciones GNSS de Argentina, sumando los registros meteorológicos que publica en formato horario el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina. Todas estas investigaciones actualmente en ejecución.

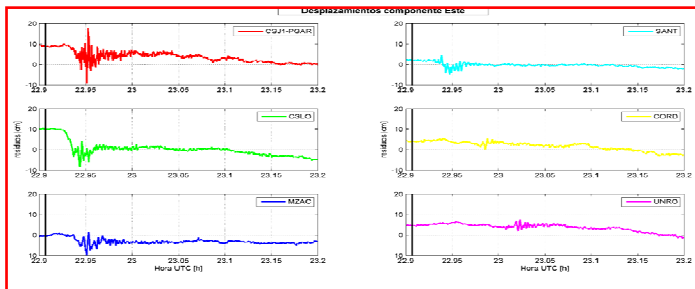


Figura 3. Desplazamientos en la coordenada Este, de algunas estaciones en territorio argentino, producto del terremoto Illapel, Chile, 15 de septiembre 2015, estimado mediante PPP por CIMA.

Integrantes del CIMA: María Virginia Mackern^{1,2,3}, María Laura Mateo^{1,2}, María Fernanda Camisay^{1,2}, Paola Vanesa Morichetti², Patricia Rosell^{2,3}, Ana María Robin (2006-2017)³, Andrea Calori (2008-2017)^{2,3}, Becarios: Tomas Weidman y Agustín Gómez (desde 2019)²



CIMA. Grupo de Estudios Aplicados en Geodesia y Georreferenciación. Instituto CEDIAC. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. CONICET Facultad de Ingeniería, Universidad Juan Agustín Maza (vmackern@mendoza-conicet.gob.ar)

EN POCAS PALABRAS.....

- ♦ **BEIDOU, el GNSS chino está listo ya:** con el lanzamiento del satélite No. 30 del programa BEIDOU-3, el pasado 24 de junio y su posterior puesta en funcionamiento, se completó oficialmente el desarrollo del sistema global de navegación satelital chino, un trabajo que comenzó hace más de 25 años en 1994 y que completó el sistema BEIDOU-1, de cobertura para el territorio chino en el 2000; el BEIDOU-2 en el 2012 para cubrir el área Asia-Pacífico; ahora BEIDOU-3 con 30 satélites operativos cubre todo el mundo.
- ♦ **Geodesia y Cartografía, leyendo los mapas del futuro:** este fue el nombre dado al evento organizado por la Sociedad Franco Venezolana de Ingenieros y Científicos el 1 de julio pasado. La consideración de técnicas que generan nubes de puntos como procedimientos observacionales de la Geodesia así como la inteligencia artificial y otras herramientas en la cartografía de hoy y del mañana fueron objeto de discusión. El evento está disponible en <https://youtu.be/3TZPQK-IsCU>
- ♦ **De Webinar en Webinar:** la crisis mundial generada por la pandemia del Covid-19 y que ha obligado a suspender prácticamente todos los eventos técnicos y científicos programados para gran parte del 2020 ha traído la proliferación de conferencias y eventos virtuales que no solo pueden escucharse y verse en tiempo real sino a posteriori ya que son “colgados” en las redes sociales. Al efecto, organizaciones como SIRGAS han sacado provecho de esta tendencia, organizando actividades con interesantes temas. Esta modalidad, además, será la prevista para el simposio programado para 2020, del 16 al 19 de noviembre.

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

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

geomailedit@gmail.com

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

<http://geomailblog.wordpress.com/>

Comité Editorial:

- ♦ Melvin J. Hoyer R., Coordinador.
- ♦ Gustavo Rincón
- ♦ Darwins Valecillos

Colaboración Especial en este Número:

- ♦ Brunini, Claudio
- ♦ CIMA
- ♦ Moirano, Juan Francisco
- ♦ Morillo, José
- ♦ Pacino, María Cristina
- ♦ Pereira, Ayelen
- ♦ Rodríguez, Rubén