

Carta al Editor

La Estación Geodésica Oafa en la Era GGOS

Oafa Geodetic Station in the GGOS Era

Navarro, Alejandro; Pacheco, Ana María; Podestá, Ricardo César; Quinteros, Johana; Alvis Rojas, Hernán
Observatorio Astronómico Félix Aguilar. Universidad Nacional de San Juan; Argentina

Estimado editor:

I. Oafa y sus Convenios Internacionales

El Oafa es un instituto de investigación dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). Creado en 1953, es el Observatorio astrométrico más importante del País, lleva adelante, mediante convenio con otros países, históricos y trascendentales proyectos de observación e investigación. Entre estos convenios se encuentra el de cooperación internacional entre la UNSJ y la Academia China de Ciencias (CAS), que ha cumplido 30 años y que ha permitido la continua colaboración con los servicios internacionales de Rotación de la Tierra, Tiempo y Sistemas de Referencia Celestes y Terrestres.

Como parte de la cooperación científica entre ambas instituciones, desde el año 2006 se encuentra instalado en el predio del Oafa, un Telescopio SLR (*Satellite Láser Ranging*) cuyos resultados sirven para estudios de Longitud del día, Escalas de Tiempo, Geodinámica, movimiento de placas tectónicas, y otros.

Además, desde el año 2012, gracias a este mismo convenio, esta institución tiene operativa una estación permanente GNSS (*Global Navigation Satellite System*).

En septiembre del 2018 fue instalado en el Oafa un sistema DORIS (*Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite*), fruto de un nuevo convenio de la UNSJ con el CNES (*Centre National d'études spatiales*) y el IGN (*Institut Géographique National*).

Tomando como base la excelente relación existente es que tanto la UNSJ como la Academia China de Ciencias -a través de sus respectivos institutos de investigación- han firmado un convenio que prevé la puesta en funcionamiento del radiotelescopio denominado CART (*China Argentine Radio-Telescope*) de 40 metros de diámetro en la estación de altura Carlos U. Cesco (dependiente de Oafa) de la provincia de San Juan, telescopio que será el de mayor tamaño en toda América del Sur. CART formará parte de la red global IVS (*International VLBI Service*) de la técnica VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), para estudios astrométricos, geodésicos y astronómicos de altísima precisión.

Con todas estas técnicas, en la actualidad, Oafa es una de las estaciones del nuevo marco de referencia terrestre internacional ITRF2020 (Altamimi, Z, 2023). La operatividad conjunta de las técnicas SLR, GNSS y DORIS hace que esta estación se convierta en un Observatorio Geodésico Fundamental, indispensable en el hemisferio sur, ya que son muy escasos en la región austral de nuestro planeta.

II. Astrometría y geodesia espacial

El grupo de Astrometría y Geodesia Espacial es uno de los cuatro grupos de investigación del Oafa, se ha dedicado continuamente, desde hace más de medio siglo, a la determinación sistemática y precisa de Tiempo y Latitud, participando durante muchos años en el Servicio Internacional de Tiempo (BIH), el Servicio Internacional de Movimiento del Polo (IPMS) y el actual Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia (IERS). Desde 1962 hasta 1992, se observó con un Astrolabio

Danjon para la elaboración de catálogos y estudios de rotación de la Tierra. Posteriormente la UNSJ firmó el acuerdo de cooperación internacional con la Academia China de Ciencias, que está efectivo desde 1992. Así, desde 1992 hasta el año 2005, se observó con un Astrolabio Fotoeléctrico chino lo que permitió continuar la colaboración con los servicios internacionales.

Sobre SLR

A fines del año 2005 arribó a la provincia de San Juan un telescopio SLR, que comenzó a operar en OAFA en febrero de 2006. La estación recibió el código del Servicio Internacional SLR: ILRS 7406. [Figura 1] (Han Yanben, 2008).



Figura 1: Telescopio SLR 7406

El Telescopio Láser Satelital centra su accionar en la cercanía de la Tierra inmediatamente fuera de la atmósfera. Emplea un potente chorro de luz láser que ilumina satélites artificiales a diferentes alturas, que van desde 400 a 30.000 Km. El haz de luz viaja hasta el satélite, se refleja en unos retroreflectores, espejos especiales, y regresa hacia el receptor del telescopio. Empleando un reloj atómico, se mide el tiempo del pulso láser en su viaje de ida y vuelta y, conocida la velocidad de la luz, se puede calcular la distancia al satélite. Este telescopio forma parte de la Red Global SLR como el tercer sistema fijo del Hemisferio Sur y el primero en Sudamérica (Liu Weidong, 2011).

Sobre GNSS

Desde febrero de 2012 el OAFA tiene operativa una estación permanente GNSS para que funcione junto al telescopio láser satelital SLR. La unidad corresponde a la conocida marca ASHTECH - Micro Z-CGRS. El sistema antena-receptor ha sido pensado para alcanzar los requisitos más estrictos de operación continua destinados a la recolección de datos GNSS de doble frecuencia y con la más alta calidad.

El equipo fue adquirido con una antena de alta precisión L1/L2, de acuerdo con el diseño aceptado por la red de seguimiento IGS (*International GNSS Service*). [Figura 2].



Figura 2: Pilar punto OAFA (Antena GNSS)

La antena ha sido montada sobre un pilar de hormigón armado de cuatro metros de altura, a una distancia de doce metros del SLR. Fue construido sólidamente fundado en el suelo, tal cual lo exigen las normas del IGS para el establecimiento de una estación permanente. En la Figura 3, se muestra la red utilizada en la tarea de co-localización de las técnicas SLR, GNSS y DORIS.



Figura 3: Red de Co-localización SLR, GNSS y DORIS

Sobre DORIS

En septiembre del año 2018 fue instalado un sistema DORIS en el OAFA. [Figura 4].



Figura 4: Antena DORIS

El sistema DORIS fue ideado y desarrollado por el CNES y el Instituto Geográfico Nacional de Francia. Entró en operaciones en el año 1990 en 35 países. Actualmente posee una red de 57 balizas muy bien distribuidas por el mundo.

El principio de este sistema se basa en el desfase de frecuencia (efecto *Doppler*) causado por el movimiento relativo del satélite respecto a la estación terrestre. Su funcionamiento se ejecuta en forma inversa al sistema GPS. Las balizas en tierra emiten señales en dos frecuencias conocidas ($V_1 = 2036.25$ Mhz para la medición precisa del efecto *Doppler* y $V_2 = 401.25$ MHz para la corrección del retardo por efecto de la ionosfera), las cuales son recibidas por los receptores a bordo de los satélites.

Sobre VLBI

La estación astronómica Carlos U. Cesco fue el lugar elegido para el emplazamiento del radiotelescopio CART [Figura 5], después de una larga y minuciosa búsqueda de sitios. Esta estación, dependiente del OAFA, está ubicada en la localidad Barreal, Departamento Calingasta de la provincia de San Juan a 2.348 metros de altura sobre el nivel del mar.



Figura 5: Radiotelescopio CART

En la Figura 6, se muestra una imagen satelital de la estación Carlos U. Cesco donde se encuentran los telescopios de investigación y el lugar de emplazamiento del CART.



Figura 6: Emplazamiento de los telescopios en Carlos U. Cesco

En la actualidad se ha terminado de construir la base que soportara el radiotelescopio y se llevan a cabo trabajos de microgeodesia para la auscultación precisa de la estructura. También se lleva a cabo mediciones precisas de tres redes que permitirán determinar deformaciones en la estructura, en el sector CART y su vinculación al marco geodésico nacional, teniendo en cuenta que San Juan está en la zona de mayor riesgo sísmico del país. [Figura 7].



Figura 7: Base CART

III. Observatorio Geodésico Fundamental

La mejor situación para cualquier estación geodésica es operar en el mismo lugar con todas las técnicas nombradas anteriormente, a estas estaciones se les llama Observatorio Geodésico Fundamental. Las tres técnicas del OAFA, GNSS, SLR y DORIS, localizadas conjuntamente logran mediciones combinadas con exactitudes submilimétricas. Cada Técnica tiene diferentes fortalezas y debilidades, la enorme importancia de la combinación entre ellas permite tomar ventaja de sus fortalezas y mitigar las debilidades.

Sobre GGOS

Alrededor de veinte Observatorios Geodésicos Fundamentales operan actualmente distribuidos en el planeta. Forman una red global de medición permanente (GGOS - *Global Geodetic Observing System*) que proporciona datos y productos necesarios para una variedad de aplicaciones prácticas y estudios científicos. Esa red forma el cimiento sobre el que se apoya el marco de referencia terrestre global y las infraestructuras nacionales de datos espaciales, entre ellas la cartografía, catastro, los inventarios de recursos naturales y de uso del suelo, los límites distritales, provinciales y nacionales, etc. Los estudios científicos soportados por la red global de observatorios fundamentales se relacionan con la geodinámica y el cambio global. El primer grupo incluye la determinación precisa de los movimientos y deformaciones que experimenta la corteza terrestre como consecuencia de la deriva continental, el vulcanismo, los terremotos y otros procesos geofísicos. El segundo grupo abarca la medición de señales ambientales relacionadas principalmente con el análisis de los datos producidos por la red global (señales atmosféricas, ionosfera, Troposfera, etc.) (Thaller Daniela, 2008).

GGOS es el Sistema de Observación de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) y está en relación directa con el IERS, que es el Servicio Internacional de Rotación de La Tierra y Sistemas de Referencia, establecido en el año 1987 por la Unión Astronómica Internacional y la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IERS, 2012).

Desde septiembre de 2018, en que fue instalada en el OAFA la baliza DORIS, y al llevarse a cabo las tareas de co-localización con las otras técnicas SLR y GNSS, el sistema de observación geodésico global incorpora al OAFA como miembro. Con esta afiliación, el observatorio sanjuanino adquiere más trascendencia mundial y lo ubica como a una de las estaciones geodésicas más importantes del Hemisferio Sur.

Conclusiones

Es importante destacar que en estas dos últimas décadas la geodesia argentina ha tenido un avance muy significativo y en gran parte se debe a la implementación de estas técnicas geodésicas espaciales que permiten la referenciación de un punto sobre la superficie de la Tierra con precisión milimétrica, precisiones que hace algunos años atrás eran impensadas.

Actualmente hay 20 estaciones distribuidas en el planeta operando en el GGOS, dando una importante infraestructura geodésica para muchas aplicaciones en los campos de las ciencias de la Tierra. De las cuatro estaciones GGOS de Sudamérica, dos están en Argentina (OFA y AGGO), que sumaran la tarea de operar un centro de análisis para las técnicas GNSS, SLR y VLBI.

Con respecto a OFA, los resultados obtenidos en la estación hacen que estos años de experiencia sirvan para ampliar la tradicional colaboración que la Universidad Nacional de San Juan, a través del OFA, presta con los servicios internacionales IERS, ILRS, IGS e IDS.

En la actualidad OFA es una de las estaciones del nuevo marco ITRF 2020 y la vasta trayectoria de nuestra institución se debe a grandes profesionales de la agrimensura que dejaron, por muchos años, su legado a las generaciones futuras.

Va nuestro inmenso reconocimiento al Agrimensor Walter Tomas Manrique, Agrimensor Reinaldo Carestia e Ingeniero Raúl Márquez, quienes trabajaron fervientemente para el avance de la geodesia y la agrimensura en el País.

Si bien se han realizado avances muy significativos, todavía tenemos muchos desafíos por delante.

Para aquellos profesionales o alumnos interesados en nuestras técnicas y proyectos, quedan cordialmente invitados a participar y/o colaborar con el grupo de geodesia espacial de OFA.

Referencias Bibliográficas

Metidier L, Altamimi Z, Roubi Y. H. 2020. Past and Present ITRF Solutions from Geophysical Perspectives *Adv Space Res* 65 (12: 2711-2722)

Gross R., 2000. Combinations of Earth-orientation measurements SAPCE97, COMB97, and POLE97. *Journal of Geodesy*, Vol 43(12), pp 627-637,doi: 10.1007/s00190005000

Han Yanben, 2008. Successful operation of a cooperative SLR station of China and Argentina in San Juan, *Chinese Science Bulletin*, 53(16):2417-2420

Liu Weidong, 2011. Current situation and future of cooperative San Juan SLR station between Chinese- Argentinean. *17th International Workshop on Laser Ranging and 23rd General Assembly of the International Laser Ranging Service*. Germany

Thaller Daniela, 2008. Inter-Technique combination based on homogeneous normal equation systems including station coordinates, Earth orientation and troposphere parameters. *Scientific Report SRT08/15*. Helmholtz. Postdam 2008

IERS, 2012. Technical Note 29, <http://www.iers.org/iers/publications/tn/tn29/>