

## TÉCNICAS GEODÉSICAS ESPACIALES EN ARGENTINA: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVA A FUTURO

María Eugenia Gómez<sup>1,2</sup>

[megomez@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:megomez@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas

<sup>2</sup>CONICET

### RESUMEN

Desde la primera estación DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) en el país, a la fecha no sólo se han incrementado continuamente las técnicas geodésicas espaciales, en particular estaciones GNSS (Global Navigation Satellite System) permanentes, sino que han permitido el avance de las aplicaciones y sus contribuciones a nivel global. Pero no sólo se ha expandido GNSS, sino que a ella se han sumado otras como SLR (Satellite Laser Ranging) y recientemente VLBI (Very Long Baseline interferometry). De esto se desprende que Argentina no sólo tiene una rica historia en lo que hace a la geodesia espacial sino que la existencia de otras técnicas permite plantearnos algunos interrogantes como los que veremos a continuación.

**Palabras claves:** GNSS, VLBI, SLR, DORIS, Argentina

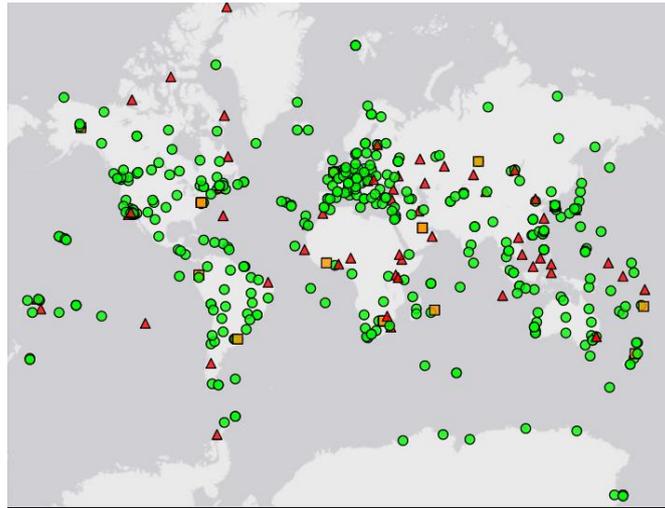
### INTRODUCCIÓN

En el presente texto, haremos una breve reseña de las técnicas geodésicas espaciales con las que cuenta el país y su integración en un contexto global. No obstante, las técnicas geodésicas no son importantes por sí mismas sino por los productos que se pueden obtener con ellas como por ejemplo, formar parte de la materialización de los marcos de referencia local, regional o internacional, contribuir de la estimación de parámetros de orientación terrestre (EOP, por sus siglas en inglés), estudios geodinámicos, servicios de posicionamiento en tiempo real o formar parte de los sistemas de alarma ante eventuales catástrofes naturales, entre otros.

A continuación presentamos las técnicas tanto en un contexto global como a nivel regional y local.

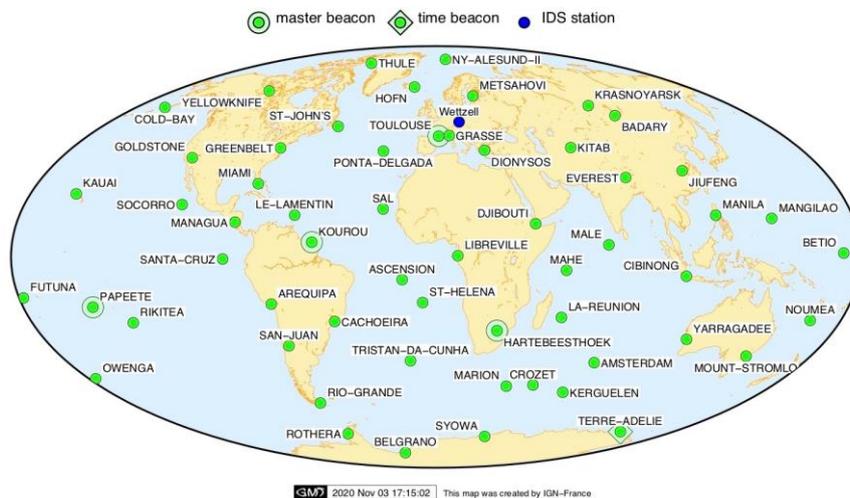
### EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Si se mira el contexto internacional en lo que hace a la distribución de las técnicas de observación se puede observar que todas las técnicas carecen de una distribución homogénea. Que a medida que los costos de instalación y operación aumentan, la disparidad entre hemisferios se acentúa, siendo el IGS (International GNSS Service) una de las redes que mayor número de estaciones tiene en el mundo (Figura 1).



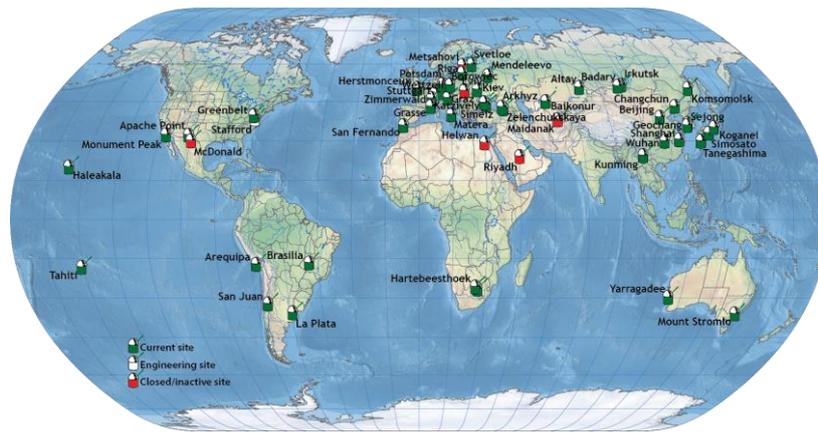
**Figura 1.** En verde las estaciones activas, y en rojo y naranja aquellas no disponibles o con datos poco recientes, respectivamente. Fuente: <https://igs.org/network/#station-map-list>

DORIS por su parte también presenta globalmente una muy buena distribución, incluso más homogénea que GNSS pero menos densa (Figura 2).

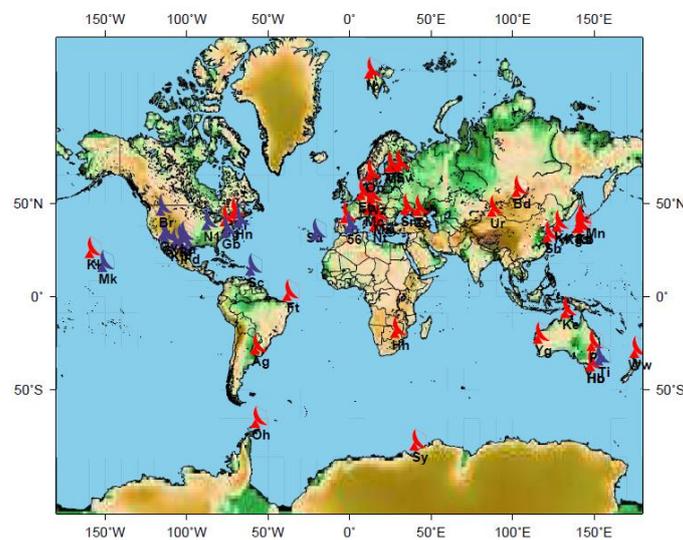


**Figura 2.** Estaciones que conforman la red del IDS (International DORIS Service). Fuente: [https://ids-doris.org/images/doris/permanent\\_network\\_Nov2020.png](https://ids-doris.org/images/doris/permanent_network_Nov2020.png)

SLR y VLBI pertenecen a las técnicas más costosas, razón por la cual el número de estaciones disminuye en el hemisferio sur mientras que en el hemisferio norte, la concentración de estaciones es muy alta (Figs. 3 y 4).



**Figura 3.** Red del ILRS (International Laser Ranging Service). Fuente: <https://ilrs.gsfc.nasa.gov/network/stations/index.html>



**Figura 4.** Red del IVS (International VLBI Service). En rojo las estaciones de la red IVS y en violeta las que prestan colaboración en determinadas sesiones

## ARGENTINA y LA REGIÓN

Desde la primera estación DORIS instalada en Tierra del Fuego y la primera estación GNSS permanente ubicada en La Plata, el número de técnicas geodésicas se ha incrementado de tal manera que a la fecha se cuenta incluso con una estación fundamental en AGGO (Observatorio Argentino - Alemán de Geodesia, en español) y está en construcción el sitio para una nueva antena de VLBI en San Juan.

La expansión de GNSS ha favorecido la creación de redes regionales como SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) o nacionales como POSGAR (Posiciones Geodésicas Argentinas), o la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Continuo) de estaciones continuas.

Actualmente la red SIRGAS consta de más de 400 estaciones, al tiempo que RAMSAC cuenta con unas 135 estaciones de las cuales aproximadamente 45 son comunes con SIRGAS y 6 son parte del IGS. En lo que respecta a la red POSGAR, ésta está apoyada íntegramente en GNSS.

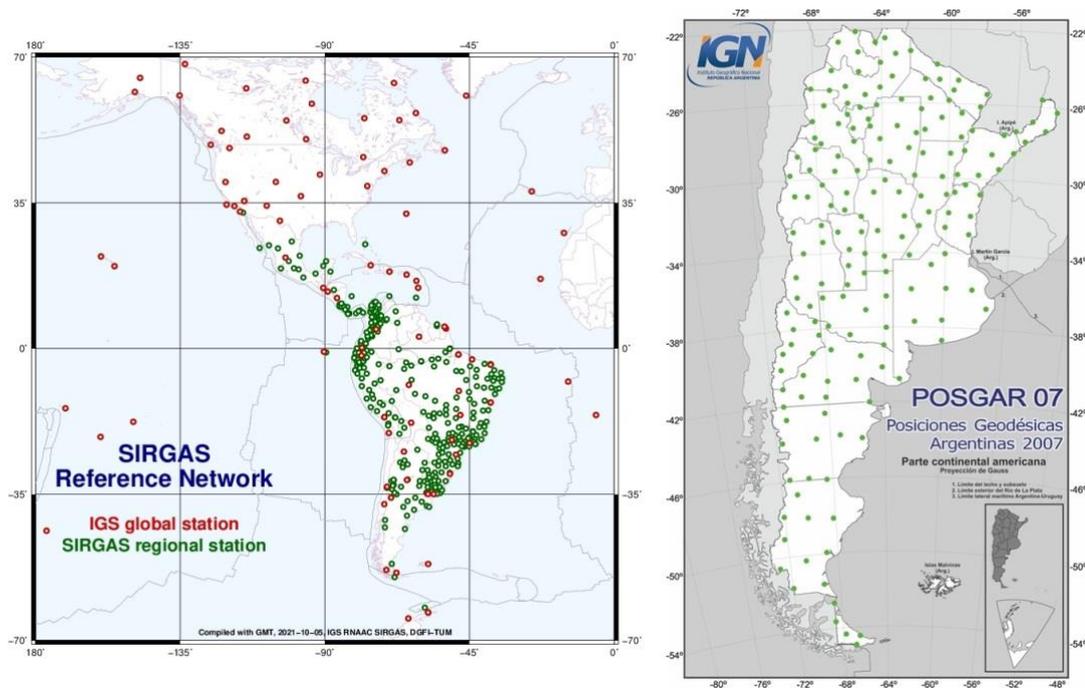


Figura 5. SIRGAS a la izquierda; mapa de la red POSGAR a la derecha. Fuentes:

<https://www.sirgas.org/fileadmin/images/Mapas>  
<https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Introduccion>

A nivel regional se tienen 5 estaciones DORIS de las cuales dos están ubicadas en Argentina: Tierra del Fuego (la primera técnica geodésica instalada en el país), y desde 2018 hay una ubicada en San Juan.

Desde 2005, el país cuenta con la primera estación SLR instalada en San Juan y desde 2015, se tiene una antena VLBI y un equipo SLR en AGGO, en colocación con otras técnicas. A esto se le deben sumar dos antenas de espacio profundo, productos de la cooperación con la ESA (Agencia Espacial Europea) y la CLTC (Agencia Nacional China de Lanzamiento, Seguimiento y Control General de Satélites)

En todos los casos, a excepción de varios sitios GNSS, la mayoría es el producto de estrechas cooperaciones con instituciones internacionales europeas, norteamericanas y asiáticas lo que resalta la necesidad de la cooperación para avanzar en este sentido.

Como se dijo al principio, las técnicas son importantes por los servicios y productos que se obtienen a partir de ellas. En la Tabla 1 se lista el instrumental con que cuenta el país y los productos o servicios de los que participan.

**Tabla1.** Técnicas disponibles en el país y su participación en la obtención de distintos productos o servicios.

<b>Técnica</b>	<b>Número de estaciones</b>	<b>Servicios/Productos</b>
GNSS	~131	Marco de ref., NTRIP, geodinámica, EOP,...
SLR	2 (1 activo)	ITRF, EOP, geodinámica
DORIS	2	ITRF, EOP, ionósfera, orbitas
VLBI	1	EOP
Antenas de espacio profundo	2	Seguimiento misiones espaciales, DSA3 (ICRF3)

Argentina ha participado con sus estaciones, de manera muy activa en servicios como el IGS y también en la red SIRGAS. El último logro, en este sentido, es su participación como centro asociado de análisis del IVS, iniciada en 2020.

### **PREGUNTAS RELACIONADAS CON EL FUTURO PROXIMO**

De lo expuesto, se desprende que Argentina cuenta con un gran potencial geodésico que ha sabido explotar en parte, pero que aún queda mucho por recorrer.

La existencia de estas técnicas en el país, nos permite plantearnos algunos interrogantes, como la viabilidad de un marco de referencia regional que integre todas las técnicas. Ya vimos que SIRGAS solo está compuesto por estaciones GNSS, pero ¿es posible y necesario sumar otras técnicas?

Contamos con un 10% de tiempo de observación de las antenas de espacio profundo, ¿podemos integrarlas al resto para ciertos estudios?

Y si nos centramos en el capital humano, ¿tenemos la capacidad para manejar todas las técnicas y el procesamiento de sus datos? Seguramente la respuesta sea afirmativa pero con seguridad, tal como en su momento se formaron especialistas en el manejo de equipos GNSS y en el procesamiento de sus datos, sea necesario en el actualidad seguir fomentando la formación pero en otras técnicas.

Por último, cabe recordar que ninguna de las técnicas mencionadas es nueva, sino que lo que ha sido reciente es su instalación en el país. De modo que para evitar futuros desfasajes entre las técnicas existentes y la formación de personas capacitadas en ellas, valga la pena preguntarse si es necesario esperar a que se instale una nueva técnica en el país para comenzar a formarse en ella.