

# SIRGAS URUGUAYO PRESENTE Y FUTURO

## Trabajando en NTRIP

**Prof. Ing. Roberto Pérez Rodino**

Universidad de la República, Facultad de Ingeniería, Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo, Uruguay, rodino@fing.edu.uy

**Cnel. Hector Rovera**

Servicio Geográfico Militar, Sub-Director, Av. 8 de Octubre 3255, Montevideo, Uruguay, subdsigm@ejercito.mil.uy

**Resumen.** Desde que la primera reunión del SIRGAS tuvo lugar en Asunción durante 1993, muchos esfuerzos fueron hechos para mejorar y actualizar el sistema geodésico de referencia y el marco de referencia del país.

Después de las campañas GPS de 1995 y 2000, una red permanente de estaciones fue establecida.

Hoy en día, tres estaciones permanentes están completamente integradas al proyecto SIRGAS-CON, el número de estas irá creciendo.

Como complemento, una nueva y diferente red pasiva está siendo construida sobre las líneas de nivelación de alta precisión.

La red permanente fue pensada en primera instancia como solo una red GNSS activa, pero presentan la posibilidad – gracias al desarrollo de las telecomunicaciones y básicamente a la conectividad inalámbrica – de permitir servicios de corrección diferencial en tiempo real.

El acceso es vía Internet, por celular, ya sea por GPRS o banda ancha 3G.

Entre tantas las posibilidades de utilización son amplias: aplicaciones GIS, agricultura de precisión, cartografía, relevamientos topográficos, catastro, etc.

El trabajo es el resultado del acuerdo entre la Universidad de la República (UDELAR, la Universidad estatal) y el "Servicio Geográfico Militar", (SGM, la Agencia Nacional de Cartografía).

Esta actividad está enmarcada dentro del grupo de trabajo "SIRGAS-RT" formado a tales efectos en la última reunión del SIRGAS en Montevideo, Uruguay en Mayo del 2008.

Hemos estado implementando desde el año pasado un Servidor Caster-NTRIP piloto que provee vía Internet un servicio de correcciones en tiempo real. En el mismo se evalúa: la accesibilidad, la precisión y el potencial (Ej.: algunas pruebas en tiempo real DGPS y RTK fueron hechas, usando software para producir "estaciones virtuales", etc.), así como también se formula y dimensiona este servicio. La apuesta es que en el futuro pueda ser considerado como otro Servicio Público.

El próximo paso es desarrollar un proyecto piloto para un servidor Caster-NTRIP en el sur del Uruguay.

Este trabajo resume los objetivos alcanzados por nuestra gente y pretende dar una visión

sobre una nueva, en línea – y sin costo – servicio de posicionamiento

**Palabras claves:** NTRIP, RTK, RTCM, GNSS, DGPS, Estaciones de referencia

### 1 Introducción

La nueva tecnología introdujo desde ya hace algunos años redes de receptores GNSS (Global Navigation Satellite Systems) para múltiples usos. Se ha venido sustituyendo poco a poco la red clásica de triangulación por estaciones receptoras satelitales de referencia continua complementadas por una red pasiva de acceso fácil también determinada mediante observaciones satelitales.

En el año 1994 la división Geodesia del SGM concretó la instalación de una estación en el viejo pilar astronómico ubicado en la azotea de la fortaleza General Artigas del Cerro de Montevideo. Ese servicio funcionó "a pedido" por diferentes usuarios que así lo solicitaban y para trabajos del propio SGM.

En 1995 esta misma estación participó en la primera campaña continental del proyecto SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) y también en el proyecto GIANT (Geodetic Infrastructure in Antarctica) campañas EPOCH del Comité Científico Antártico (SCAR) para apoyar estudios en este continente. En ese entonces su denominación fue MON<sup>1</sup>.

La concepción de una red nacional comenzó en ese momento. Se concibió en cinco etapas a saber:

1. Armado de una infraestructura, prueba y obtención de seguridad y continuidad en las observaciones.
2. Instalación de un servicio estable y seguro para post proceso.
3. Integración de las estaciones al proyecto SIRGAS y obtención de capacidad propia para procesar redes<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Ver "The SCAR GPS Campaigns: Accurate Geodetic Reference in Antarctica" en <http://www-public.tu-bs.de:8080/~jperl/documents/roiag97.pdf>

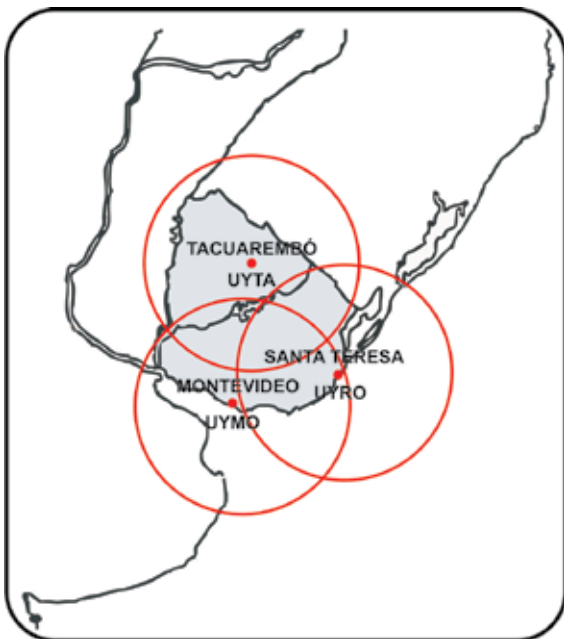
<sup>2</sup> Ver <http://www-sirgas.org>

4. Experimentación e Instalación de un servicio en tiempo real.
5. Perfeccionamiento de las capacidades de este servicio.

Las primeros cuatro etapas se fueron cumpliendo paso a paso no sin muchas dificultades (particularmente en la obtención de recursos para las estaciones) y gracias a la voluntad de trabajo y capacidad de mucha gente, perteneciente y no perteneciente al SGM. La REGNA ROU (Red Geodésica Nacional Activa de la República Oriental de Uruguay), instaló su primera estación Tacuarembó (UYTA) en el mes de septiembre de 2005 con la cooperación de la Universidad de Memphis. Está emplazada en la roca madre y es una referencia utilizada para el monitoreo de la placa Sudamericana integrando el proyecto CAP (Central Andes Project).

Pronto la red creció con la incorporación de dos nuevas estaciones permanentes una continuando la tarea en el antiguo pilar a que hacemos referencia: UYMO (Montevideo) y la otra en el Parque Nacional de Santa Teresa (UYRO), cercana a la frontera con Brasil.

Próximamente se instalarán dos nuevas Estaciones.



El manejo, mantenimiento y administración de estas redes los 365 del año no es tarea sencilla y muchas veces existe la necesidad de trasladarse a las bases sin aviso previo a fin de mantener la continuidad y seguridad tanto de los receptores como de las comunicaciones factor clave en este asunto.

El motivo de este trabajo es presentar a la comunidad la potencialidad de un servicio de correcciones en tiempo real del que se verán beneficiados próximamente.

Significa ésta la aplicación más práctica de una red concebida para ser el sostén de la Geodesia en el Uruguay.

Este emprendimiento facilitará la obtención de coordenadas con la apropiada exactitud para un sin número de finalidades productivas, seguridad, legales, ordenamiento territorial, monitoreo del ambiente, navegación, geomática, entre otras.

El desarrollo de la misma fue posible mediante un acuerdo de transferencia de tecnología con la Universidad de la República, Instituto de Agrimensura y el Servicio Geográfico Militar.

Luego de configurar el sistema, mediante la instalación de un servidor caster, se realizó la conectividad entre las estaciones permanentes y el SGM a través de una red VPN (Virtual Private Network). Se empleó como medio la banda ancha celular de ANCEL (ANTEL Administración Nacional de Telecomunicaciones).

Se configuró el servidor de las estaciones y se mudó el servidor Ntrip Caster, del local de la Facultad al local del SGM. A continuación, se publicó en Internet dicho servidor.

Se realizaron 3 salidas de campo para realizar determinaciones:

La primera de ellas, fue con el Caster instalado en forma provisoria en la UDELAR y con una estación GPS que no formaba parte de la red de estaciones de Uruguay.

Las medidas se realizaron con un GPS L1 y L2 Leica 1230 sobre punto que luego se realizaron su determinación en postproceso, los resultados están en la Tabla 1. También en dicho testeo se determinaron las performances de conectividad, transmisión y volumen de datos, etc.

En la segunda salida, el Caster estaba ya instalado con su configuración planeada y con las estaciones de la red REGNA-ROU disponibles por NTRIP.

Se realizaron determinaciones con un receptor L1 / L2 Leica 1230 sobre puntos de la red pasiva, y se realizaron determinaciones usando datos de las estaciones UYMO y UYRO para cada punto relevado. Los resultados de estas determinaciones figuran en la Tabla 2 y en la Tabla 3 se compara con las determinaciones realizadas desde la UYMO y desde la UYRO

Finalmente se realizó una tercera salida usando un equipo L1 y L2 Leica 900 y un equipo Leica SR 20 este último midiendo con código C/A. Se realizaron determinaciones desde la estación UYMO dejando libre la navegación con corrección diferencial c/Ntrip de cada equipo por 5 minutos por estación. Los resultados de las determinaciones con código C/A los podemos ver en los gráficos del 1 al 4 y las determinaciones con el equipo midiendo en fase L1 y L2 los vemos en los gráficos 5 al 8.

Los puntos usados de la red pasiva, son parte de una red de referencia satelital desarrollada recientemente para apoyar la cartografía urba-

na. Estos vértices fueron determinados siguiendo procedimientos rigurosos en los que se empleó el método estático con receptores de doble frecuencia. En todos los casos se determinaron poligonales cerradas, obteniéndose cierres subcentimétricos.

En cuanto a las altitudes, algunos de éstos cuentan con altitud geométrica a partir de la red de nivelación de alta precisión del país. Los más alejados tienen altitud a partir de observaciones GPS empleando el modelo elipsoidal Urgeoide 2000.

## 2 Resultados

Tabla 1 Reference Station FI (in meters)

Baseline	Distance	Sigma latitude	Sigma longitude	Sigma h	Fix Amb.	Time occ.	Diff position w/pp	Diff Up w/pp (abs)	PDOP
FI-001	15677	0.016	0.016	0.051	Yes	20 s	0.021	0.035	3.2
FI-002	20436	0.016	0.015	0.054	Yes	20 s	0.020	0.033	2.2
FI-003	26224	0.014	0.012	0.049	Yes	35 s	0.018	0.025	2.0
FI-004	31222	0.015	0.014	0.056	Yes	40 s	0.030	0.041	2.1
FI-005	40047	0.017	0.015	0.047	Yes	40 s	0.035	0.050	3
FI-006	52073	0.014	0.011	0.055	Yes	50 s	0.030	0.060	2.5
FI-007	70134	0.037	0.035	0.069	Yes	70 s	0.049	0.072	2.7

Table 2 Reference Stations UYMO UYRO (in meters)

Baseline	Distance	Sigma latitude	Sigma longitude	Sigma h	Fix Amb.	Time occ.	Diff pos UYMO-* Vs. UYRO-*	Diff (Abs) UP UYMO-* Vs. UYRO-*	PDOP
UYMO-001	35548	0.018	0.014	0.059	Yes	20 s	0.242	0.272	2.3
UYRO-001	231851	0.116	0.094	0.365	no	30 s			2.3
UYMO-1036	47229	0.097	0.104	0.284	no	90 s *	0.408	0.362	3.4
UYRO-1036	220302	0.080	0.087	0.231	no	30 s			3.4
UYMO-1037	53228	0.015	0.016	0.054	yes	20 s	0.405	1.190	2.5
UYRO-1037	214314	0.118	0.129	0.410	no	30 s			2.5
UYMO-014	63627	0.017	0.017	0.063	yes	20 s	0.367	0.121	3.5
UYRO-014	204507	0.157	0.155	0.575	no	30 s			3.5

(\*) Communications problem

Table 3 Reference Stations UYMO UYRO (in meters)

Baseline	Distance	Sigma latitude	Sigma longitude	Sigma h	Fix Amb.	Time occ.	Diff pos Vs SGM date
UYMO-1036	47229	0.097	0.104	0.284	no	90 s *	0.044
UYRO-1036	220302	0.080	0.087	0.231	no	30 s	0.417
UYMO-1037	53228	0.015	0.016	0.054	yes	20 s	0.032
UYRO-1037	214314	0.118	0.129	0.410	no	30 s	0.437

(\*) Communications problem

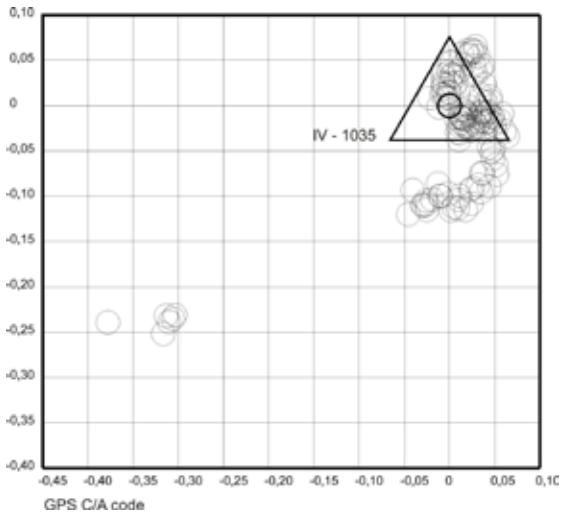


Gráfico 1

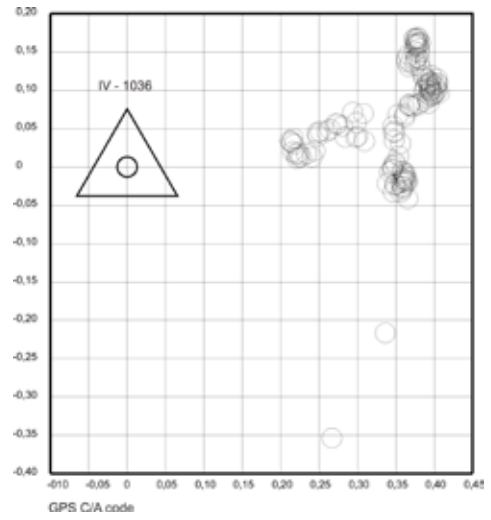


Gráfico 2

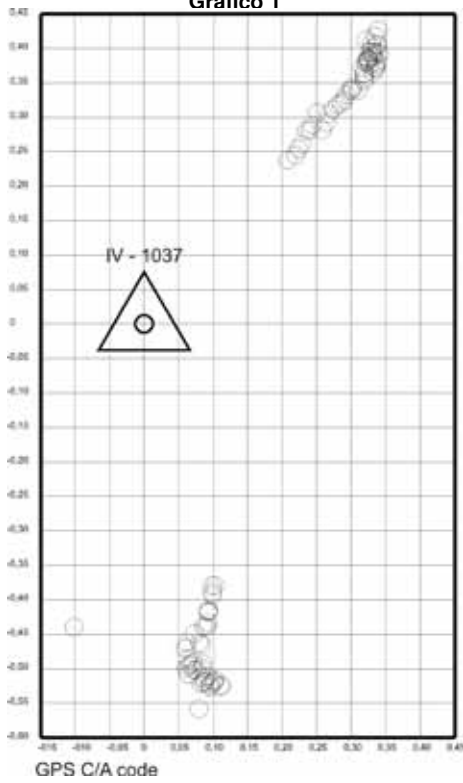


Gráfico 3

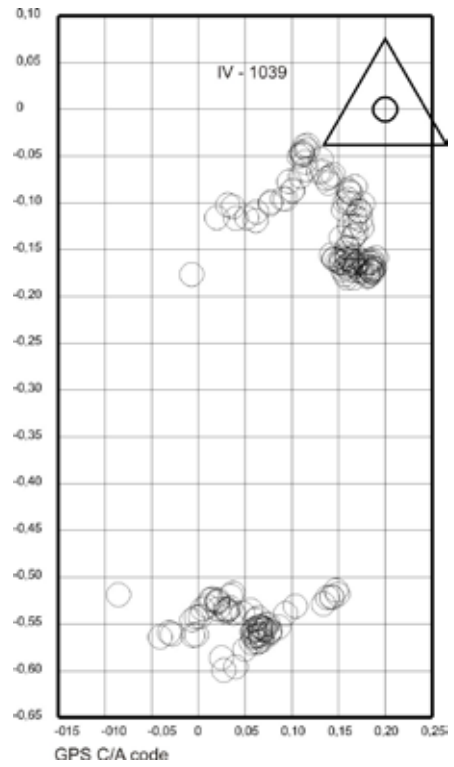


Gráfico 4

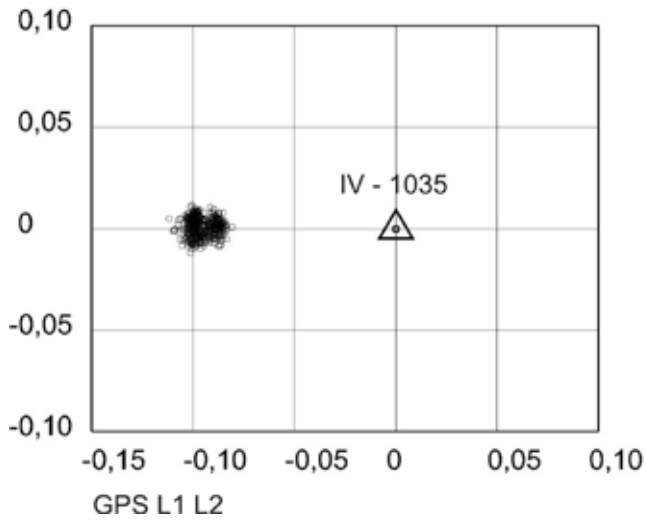


Gráfico 5

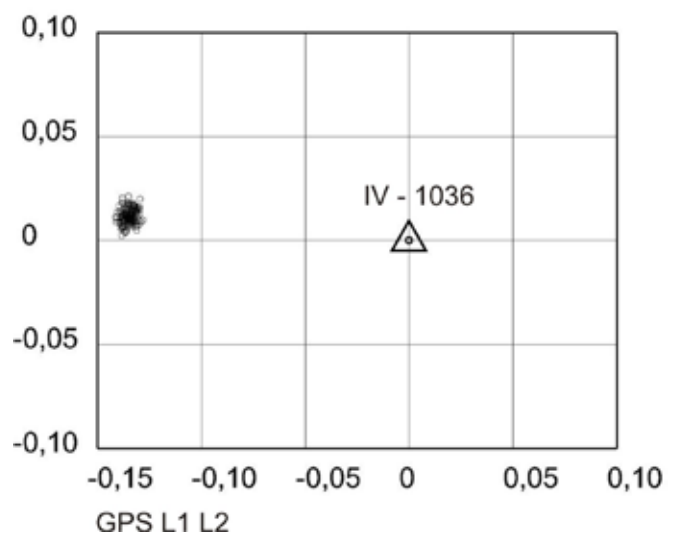


Gráfico 6

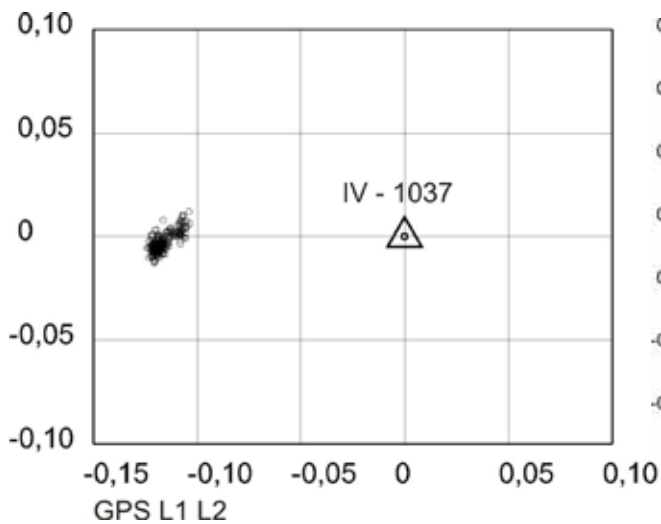


Gráfico 7

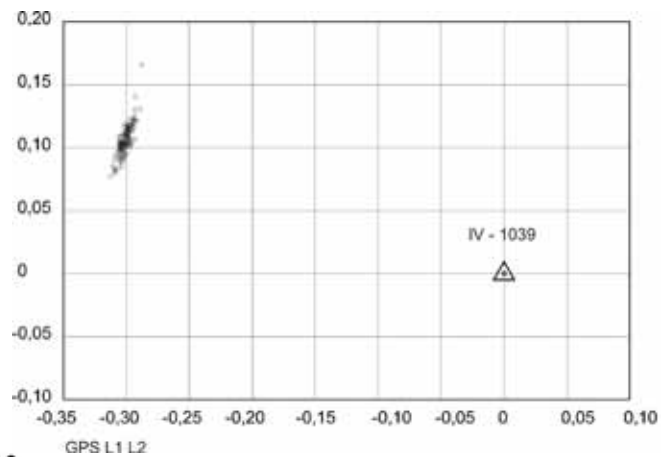


Gráfico 8

Los resultados de las pruebas iniciales estuvieron por encima de las estimaciones, constituyéndose en sí mismos en un incentivo más para continuar trabajando en este sentido.

Las precisiones alcanzadas fueron expuestas en la última reunión de la Asociación Internacional de Geodesia que se celebró en Buenos Aires durante la primera semana de septiembre de 2009. Al mismo tiempo, tuvieron lugar las reuniones del Comité Ejecutivo y Grupos de Trabajo de SIRGAS, donde se pudieron compartir experiencias con los representantes de Brasil y Venezuela. Del mismo modo se percibió un marcado interés y se recibieron consultas por parte de otros representantes.

### 3 Conclusiones

- Creemos que este servicio es estratégico en nuestro país, debido al aumento de la demanda y producción de información georreferenciada.
- Esta es, sin duda, la aplicación más práctica de una Red construida para ser la base de la Geodesia en el Uruguay.
- Es un servicio público que debería ser incorporado dentro de la IDE-Uruguay, la que se encuentra en su primera etapa de desarrollo.
- Usando esta tecnología, se asegura que los datos georreferenciados aportados (aún por gente inexperta), que el intercambio de los mismos se efectúe en el sistema de referencia adoptado (el sistema es transparente al usuario).
- La enseñanza a operadores avanzados y la facilidad con la que ellos usarán los datos espaciales, determinará que los conocimientos básicos de la Geodesia se hagan más populares.

Teniendo en cuenta que el NTRIP-Caster puede incluir estaciones de otros NTRIP-Caster, una coordinación podría implementar con facilidad y a bajo costo a un Caster Regional.

### Bibliografía:

SUBIZA W, PÉREZ RODINO R, BARBATO F, ALVES COSTA S. "The redefinition of the geodetic reference system of Uruguay into SIRGAS frame", Simposio IAG, No. 118, 217-222, Springer 1998.

ROVERA H, "La nueva realidad: Red de Estaciones Satelitales Permanentes de Uruguay", En: Boletín del Servicio Geográfico Militar, Vol. 9, (2007) pp. 7-10 Cnel. Héctor Rovera. Mayo 30, 2007.

PÉREZ RODINO, R, "Acceso a datos de estaciones de referencia GPS para correcciones DGPS/RTK por la red celular/GPRS" Instituto de Agrimensura Facultad de Ingeniería - UDELAR.