



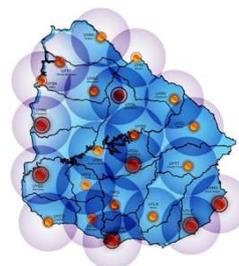
## “Estudios de posicionamiento en Tiempo Real usando Caster-NTRIP: métodos convencionales, soluciones de red y PPP-RTK”

Prof. Ing. Roberto Pérez Rodino  
rodino@fing.edu.uy

Instituto de Agrimensura - Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República - Uruguay (UdelaR)

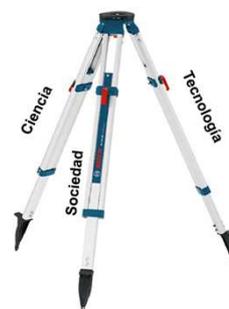
### Motivación

- ReGNa-ROU funcionando desde 2005
- Servidor Cáster funcionando desde
  - 2007 experimental
  - 2011 público y gratuito
- Proyecto IDE-Uruguay
  - ampliación de ReGNa-ROU de 7 a 23 estaciones
- Aumento de usuarios del servicio (PP y RT)
- Buena cobertura celular “outdoor” en el país
- Importantes desarrollos científicos y tecnológicos en esta área de conocimiento
  - Protocolos de transmisión (NTRIP)
  - Algoritmos PPP-RTK
  - Servicio de correcciones (IGS, etc.)
  - Desarrollos comerciales en equipamientos de receptores GNSS



## Motivación

- Responsabilidad social de la Academia
  - Ponerse en los zapatos del usuario (Empatía)
  - Democratizar el conocimiento
  - Maximizar recursos
  - Crecimiento por feedback (círculo virtuoso)
  - Aprender y aprehender
  
- Participación Activa en SIRGAS
  - SIRGAS como motor de desarrollo de conocimiento regional
    - Participación en reuniones anuales
    - Participación en Escuela SIRGAS
  - Participación Activa en el Proyecto SIRGAS Tiempo Real



## Protocolo NTRIP

NTRIP es una sigla:

**N**etworked **T**ransport of **R**TCM vía **I**nternet **P**rotocol  
*RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services  
 (Red de Transporte de Formato RTCM a través del  
 Protocolo de Internet)*

Desarrollado por el BKG

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie  
 (Agencia Federal Alemana de Cartografía y Geodesia)

## Protocolo NTRIP

Esta basado en el protocolo de hipertexto HTTP/1.1 (Hypertext Transfer Protocol versión 1.1)

Basado en el popular estándar HTTP streaming; por medio del protocolo Internet (IP)

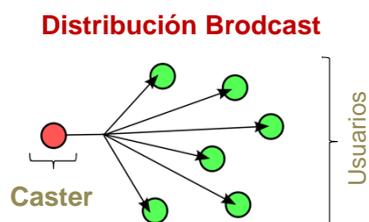
Es capaz de atravesar “firewall” y “proxies” que permiten el paso de http estándar

La finalidad es dar acceso y mejorar el flujo de datos de estaciones de referencia GNSS o datos a una variedad de Clientes / Usuarios a través de Internet

Los datos enviados pueden ser formatos RTCM y también para raw data y otros tipos de datos como ser correcciones SSR (System Space Representation) que son correcciones de relojes, efemérides , etc.

## Protocolo NTRIP

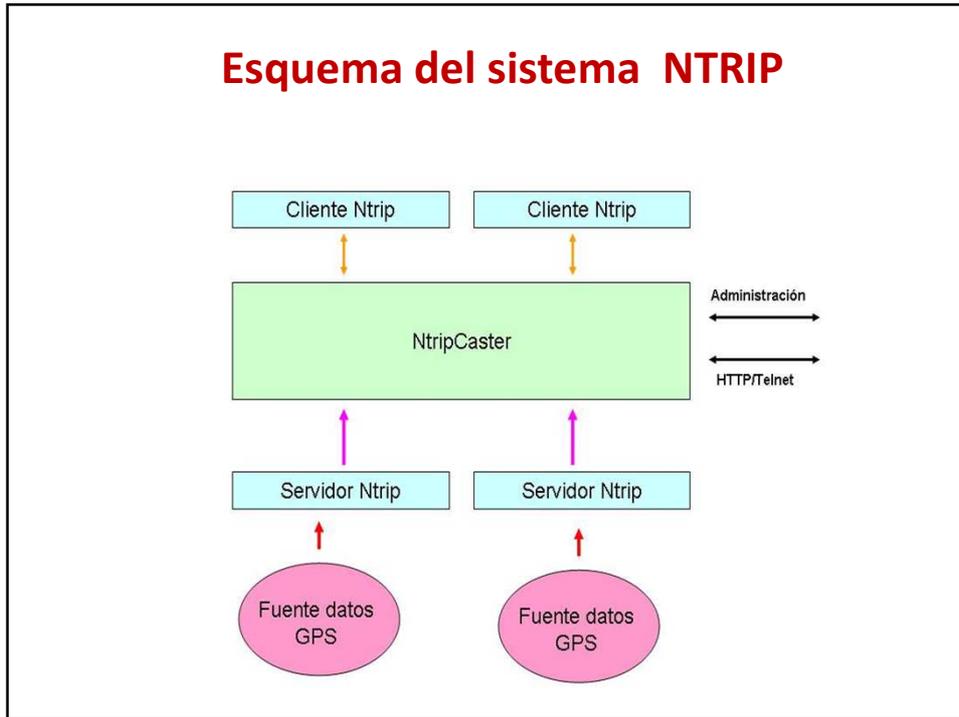
Potencial para uso masivo; difusión de cientos de streams, y conexión simultánea de miles de usuarios posibles. Dado que el “caster” constituye el nodo distribuidor de las señales, para radiodifusión (broadcast) en Internet



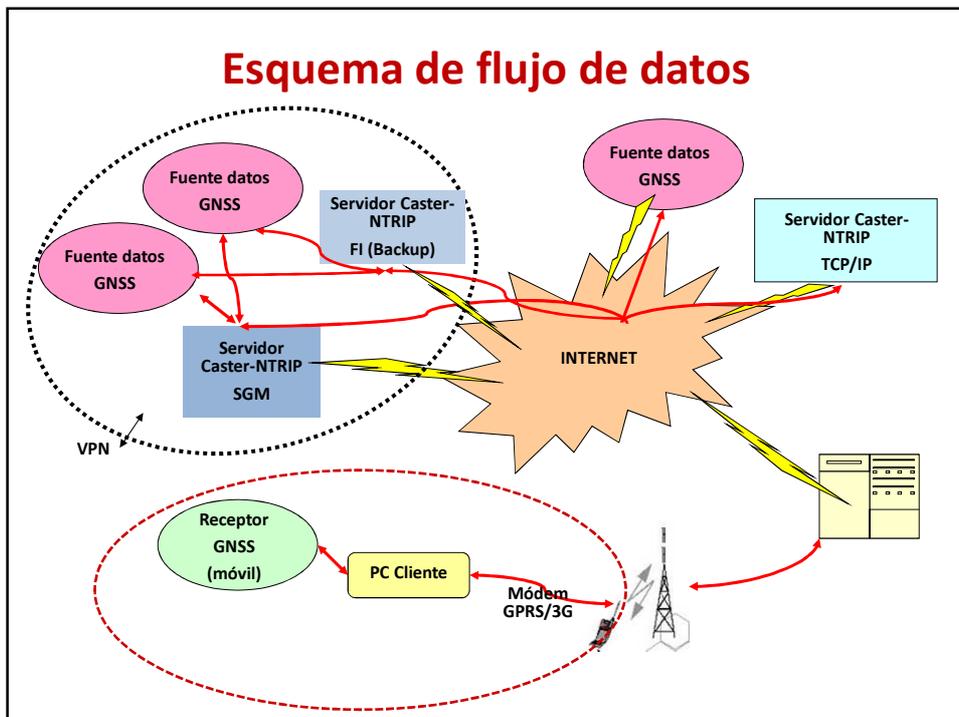
Permite streaming a través de cualquier red IP móvil debido al uso de TCP/IP, por lo que los celulares o los modem GPRS o 3G son los adecuados para conectar el streaming de datos a una PC, a una tablet, a una PDA, o a un receptor GNSS, etc.

Permite que aun con recursos limitados sea relativamente fácil de implementar el servicio de datos

## Esquema del sistema NTRIP



## Esquema de flujo de datos



## Como empezamos

- Primero realizamos tests (“pruebitas”) Comunicamos
- Hicimos casters Comunicamos
- Pedimos equipos prestados Comunicamos
- Inventamos conectividades Comunicamos
- Hicimos mas tests (“más pruebitas”) Comunicamos
- Hicimos un Caster “en serio” Comunicamos
- Hicimos más pruebas Comunicamos
- ..... ..
- ..... ..

## Equipos usados en los tests



Equipo código C/A L1

No faltaron la cita los navegadores de mano

Equipo doble frecuencia L1 y L 2 códigos C/A y P

Equipo doble frecuencia L1 y L 2 códigos C/A y P con modem incorporado

### Determinaciones RTK punto a punto

| Línea Base | Distancia en m. | Sigma latitud | Sigma longitud | Sigma h | Fijo Ambig. | Tiempo ocupación | Diferencia posición c/pp | Diferencia altura c/pp |
|------------|-----------------|---------------|----------------|---------|-------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| FI-001     | 15677           | 0.016         | 0.016          | 0.051   | Si          | 20 s             | 0.021                    | 0.035                  |
| FI-002     | 20436           | 0.016         | 0.015          | 0.054   | Si          | 20 s             | 0.020                    | 0.033                  |
| FI-003     | 26224           | 0.014         | 0.012          | 0.049   | Si          | 35 s             | 0.018                    | 0.025                  |
| FI-004     | 31222           | 0.015         | 0.014          | 0.056   | Si          | 40 s             | 0.030                    | 0.041                  |
| FI-005     | 40047           | 0.017         | 0.015          | 0.047   | Si          | 40 s             | 0.035                    | 0.050                  |
| FI-006     | 52073           | 0.014         | 0.011          | 0.055   | Si          | 50 s             | 0.030                    | 0.060                  |
| FI-007     | 70134           | 0.037         | 0.035          | 0.069   | Si          | 70 s             | 0.049                    | 0.072                  |

Tabla 1

| Línea Base | Distancia | Sigma latitud | Sigma longitud | Sigma h | Fijo Ambig. | Tiempo ocupación | Diferencia posición vs Datos SGM |
|------------|-----------|---------------|----------------|---------|-------------|------------------|----------------------------------|
| 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   | si          | 20 s             | 0.032                            |
| UYRO-1037  | 214314    | 0.118         | 0.129          | 0.410   | no          | 30 s             | 0.437                            |

(\*) problemas de comunicación

Tabla 3 Estaciones de Referencia UYMO UYRO (en metros)

### Soluciones de RED

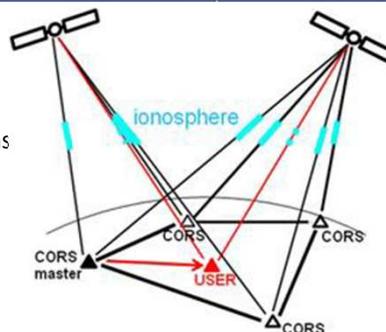
**Cercana** Elige la estación mas cercana

**FKP** Flächen-Korrektur-Parameter

**VRS** Virtual Reference Station

**MAX** Master Auxiliary Corrections

**IMAX** Individual Master Auxiliary Corrections



## Soluciones de RED

Celda de red limitada por la estaciones UYMO, UYDU, UYLP y UYRO (máx. <200Km)

Se usaron 4 tipos de soluciones de Red: Cercana FKP, VRS MAX IMAX

En el test se realizaron 3 ocupaciones con cada tipo de solución de red

- Espera que resolvieran las ambigüedades (tiempo máximo de 5 minutos)
- Se colectaron datos por 1 minuto.

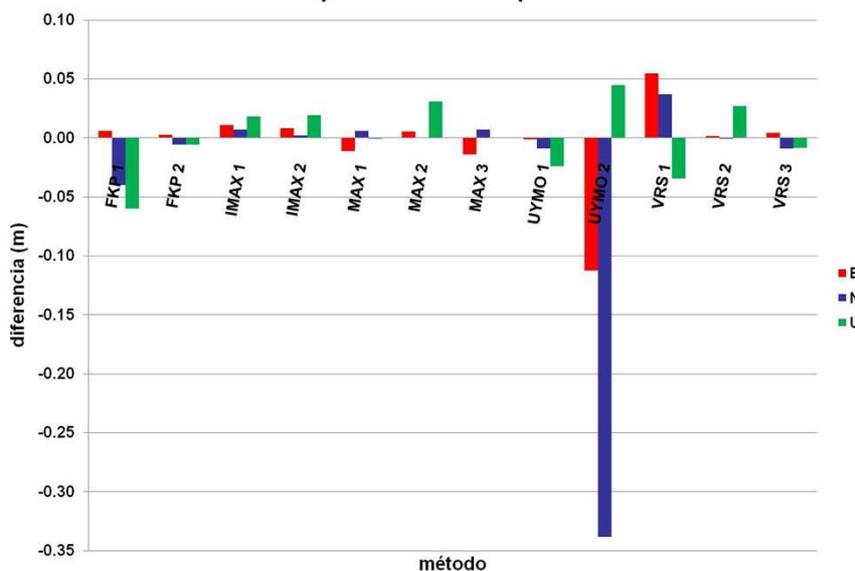
| Metodo | diferencial PP vs RT |        |        | sigmas RT |         |         | vector diferencia |
|--------|----------------------|--------|--------|-----------|---------|---------|-------------------|
|        | dE                   | dN     | dU     | sigam E   | sigma N | sigma U |                   |
| FKP    | 0.006                | -0.040 | -0.060 | 0.018     | 0.018   | 0.044   | 0.072             |
| FKP    | 0.003                | -0.005 | -0.006 | 0.012     | 0.017   | 0.030   | 0.008             |
| IMAX   | 0.011                | 0.007  | 0.018  | 0.011     | 0.013   | 0.026   | 0.023             |
| IMAX   | 0.008                | 0.002  | 0.019  | 0.011     | 0.014   | 0.027   | 0.021             |
| MAX    | -0.011               | 0.006  | 0.000  | 0.010     | 0.013   | 0.024   | 0.013             |
| MAX    | 0.006                | 0.000  | 0.031  | 0.009     | 0.012   | 0.023   | 0.032             |
| MAX    | -0.014               | 0.007  | 0.000  | 0.010     | 0.012   | 0.023   | 0.016             |
| UYMO   | -0.001               | -0.009 | -0.024 | 0.010     | 0.014   | 0.026   | 0.025             |
| UYMO   | -0.112               | -0.338 | 0.045  | 0.134     | 0.145   | 0.321   | 0.359             |
| VRS    | 0.055                | 0.037  | -0.034 | 0.154     | 0.193   | 0.382   | 0.074             |
| VRS    | 0.001                | 0.000  | 0.027  | 0.009     | 0.011   | 0.022   | 0.027             |
| VRS    | 0.004                | -0.009 | -0.008 | 0.013     | 0.018   | 0.032   | 0.013             |

Base cercana UYMO 70 km de la ocupación

Tabla 4

## Soluciones de RED

Post-proceso vs. Tiempo Real

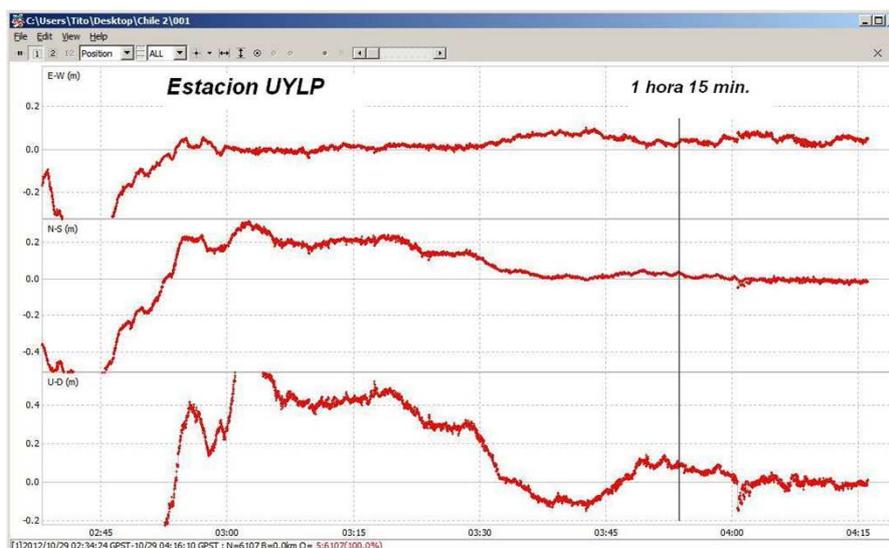


## Trabajos con Software libre

- Realizamos prácticas con BNC del BKG
  - BKG Bundesamt für Kartographie und Geodäsie  
(Agencia Federal Alemana de Cartografía y Geodesia)
  - BNC (BKG Ntrip Client)
- Realizamos practicas con el BNC Modificado por el CNES
  - PPP-WIZARD project
- Realizamos prácticas con el software RTKLib
  - Todavía en proceso de información

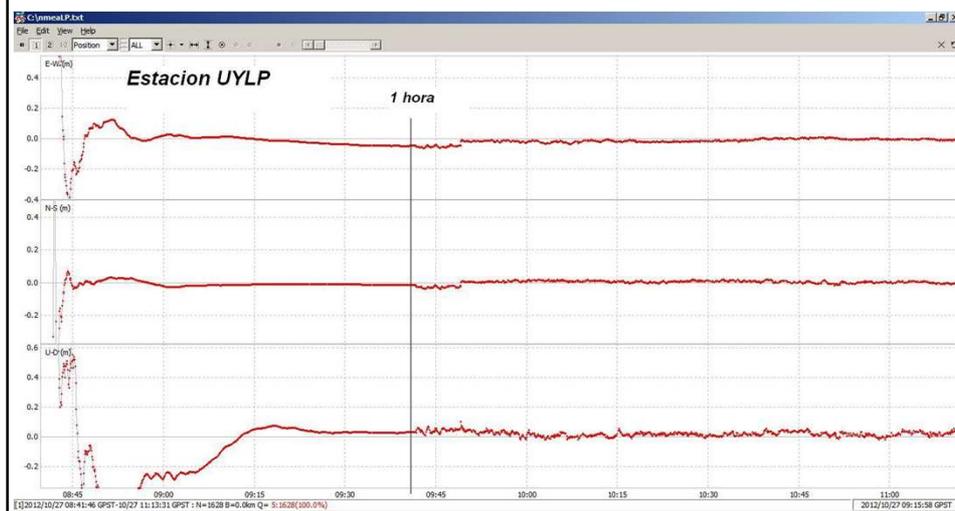
## Proceso PPP-RTK con BNC

- Conectamos al Cáster del SGM para obtener datos UYLP ([200.40.69.58:8081](http://200.40.69.58:8081))
- Corr. relojes y efemérides y efemérides Broadcast al Cáster de IGS ([products.igs-ip.net:2101](http://products.igs-ip.net:2101))



## Proceso PPP-RTK con BNC modificado proyecto PPP-Wizard de CNES

- Conectamos al Cáster del SGM para obtener datos UYLP ([200.40.69.58:8081](tel:200.40.69.58:8081))
- Correcciones relojes y efemérides al Cáster del CNES ([www.ppp-wizard.net:2101](http://www.ppp-wizard.net:2101))
- Efemérides Broadcast al Cáster de IGS ([products.igs-ip.net:2101](http://products.igs-ip.net:2101))



## A modo de Conclusiones

- Los Cáster, con servicios de datos GNSS, SSR, efemérides Broadcasts, etc, son de gran valor estratégico, para el desarrollo, por demanda creciente de información georreferenciada.
- Su uso, en la medida que se masifique, asegura que los datos georreferenciados que se intercambien estén en el marco de referencia adoptado, aun cuando sean capturados por personas inexpertas (**soluciones transparentes al usuario**)
- El uso de posicionamiento diferencial en tiempo real con correcciones por Internet va a desarrollarse masivamente en la medida que existan un número de estaciones suficientes para tener buenas resoluciones, y una buena conectividad a Internet por telefonía móvil.
- Los métodos PPP-RTK se seguirán desarrollando, es seguro que las precisiones mejorarán con el desarrollo de algoritmos de resolución y fijación de ambigüedades los tiempos de resolución bajarán con mejores modelos de correcciones SSR, mas exactos y completos.
- Creemos que el futuro del posicionamiento en tiempo real está en la tecnología PPP-RTK

## **Finalmente.....**

Bien podríamos pensar que mas temprano que tarde, los tiempos de estabilización de soluciones y resolución de ambigüedades van a acortarse dramáticamente, las precisiones van a mejorar y la accesibilidad a Internet va a ser cada vez más universal, seguramente aparecerán soluciones comerciales donde embeban el módem celular, el software de PPP y el receptor GNSS en una sola unidad, y entonces veremos al Ing. Agrimensor, al Ing. Geomático, o al ciudadano, con un solo equipo obteniendo altas precisiones absolutas, en el marco de referencia que quiera adoptar, en su posicionamiento

**Muchas Gracias por su atención**