

Estaciones Permanentes, Posicionamiento en Tiempo Real y PPP

AUTORES: Eduardo Huerta, Aldo Mangiaterra, Gustavo Noguera
Grupo de Geodesia Satelital Rosario (GGSR)
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario, Argentina

XI Congreso Nacional y VIII Latinoamericano de Agrimensura
Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina
2 al 5 de mayo de 2012

INTRODUCCION:

- La evolución de los sistemas de navegación satelital (GNSS), los progresos en la infraestructura terrestre (incremento de estaciones permanentes GNSS, disponibilidad de Internet móvil), la publicación de productos elaborados (efemérides precisas, correcciones a los relojes de los satélites) y la mejora en las prestaciones del equipamiento disponible por los usuarios, han dado lugar al desarrollo de nuevas modalidades de posicionamiento satelital preciso.
- En este trabajo se analizan las técnicas de Posicionamiento Diferencial en Tiempo Real utilizando el protocolo NTRIP y Posicionamiento Puntual Preciso (PPP), finalmente se aborda el concepto de Red y la evolución de la infraestructura de estaciones permanentes en la región.

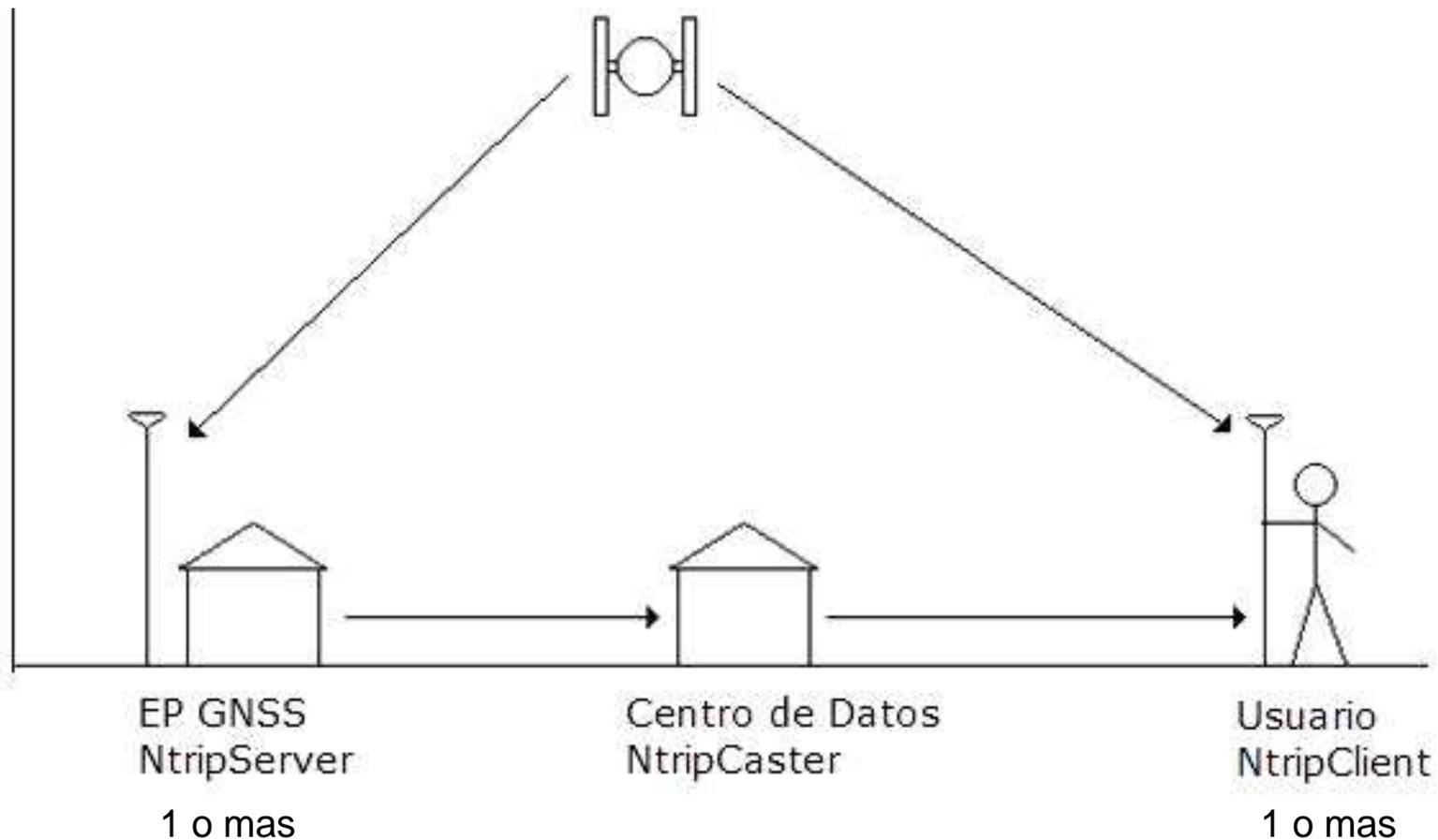
POSICIONAMIENTO RELATIVO

GPS en TIEMPO REAL

- **DGPS:** se transmiten las correcciones a las observaciones de código obtenidas en el receptor base al remoto, este aplica las correcciones a sus observaciones y obtiene sus coordenadas corregidas.
Precisión: m
- **RTK:** se transmiten las observaciones de código y fase del receptor base al remoto, éste hace el cálculo del vector (proces. fase: inicialz., resol. ambig...) y obtiene sus coordenadas. Generalmente se usa L1 y L2.
Precisión: cm

NTRIP

**Transmisión de datos de las Estaciones
Permanentes utilizando el protocolo NTRIP**
(Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)



NTRIP

Se transmiten mensajes RTCM, que incluyen correcciones y datos para DGPS y RTK (también pueden transmitirse formatos propietarios)

Al transmitir RTCM en tiempo real, esta técnica permite hacer lo mismo que en el RTK convencional, pero sin la necesidad de base propia, también sirve como fuente de corrección para DGPS.

Se reemplaza la radio (enlace punto a punto) por Internet

Como el acceso a los datos y correcciones es vía Internet, hace falta contar con conectividad en la zona de medición, p. ej. Internet móvil, GPRS, módem 3G.

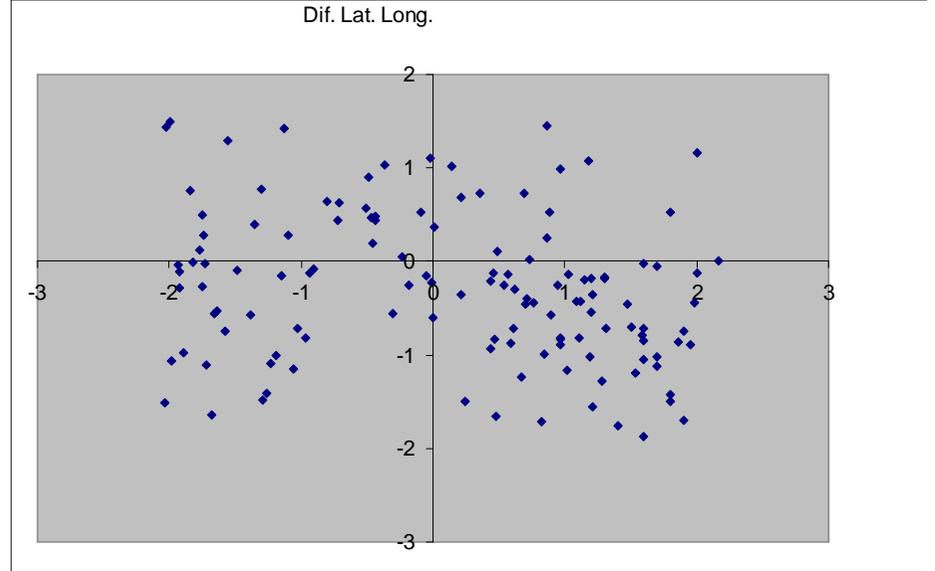
Formatos RTCM:

RTCM 2.0: Correcciones a las pseudodistancias, DGPS, Precisión del orden del metro

RTCM 2.1- 2.3: Observaciones de fase, RTK, Precisión centimétrica

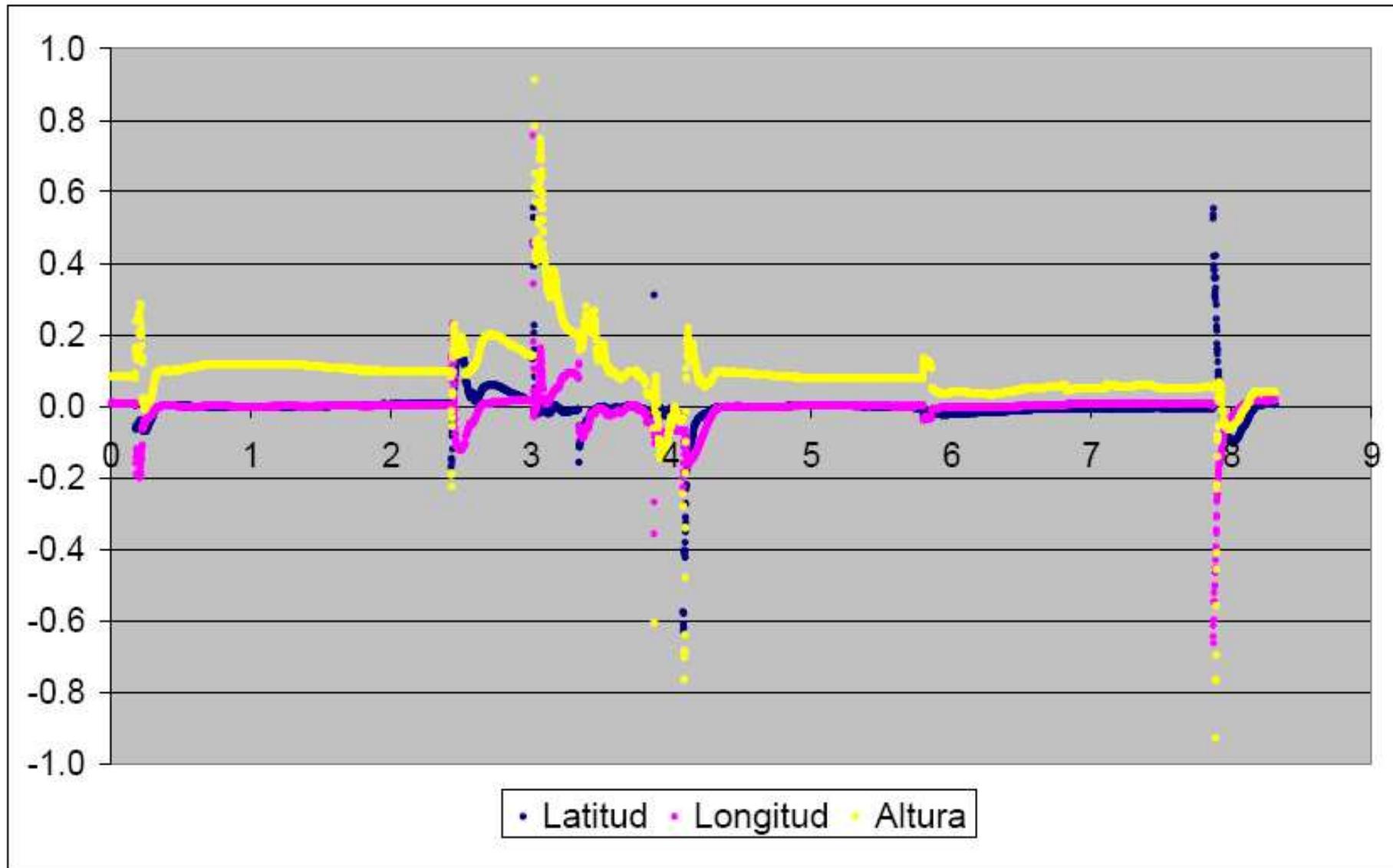
RTCM 3.0: Optimiza ancho de banda, soluc. red, RTK, Precisión centimétrica

Ejemplo: DGPS con navegador



WPT	Lat.	Long.	Alt.	Dif. Lat. (m)	Dif. Lon. (m)	Dif. Alt. (m)
117	-32,958765	-60,6285677	42	-0,57	-1,38	-2
118	-32,9587664	-60,6285639	41	-0,72	-1,03	-3
119	-32,958769	-60,6285657	41	-1,00	-1,19	-3
120	-32,9587727	-60,6285664	41	-1,41	-1,27	-3
121	-32,9587747	-60,6285709	41	-1,64	-1,68	-3
224	-32,95875	-60,6285403	43	1,07	1,17	-1
225	-32,9587508	-60,6285425	44	0,99	0,97	0
226	-32,958755	-60,6285434	43	0,53	0,88	-1
227	-32,9587611	-60,6285419	42	-0,14	1,03	-2
228	-32,9587638	-60,6285413	42	-0,43	1,09	-2
229	-32,9587638	-60,6285409	43	-0,43	1,12	-1
230	-32,9587663	-60,6285389	44	-0,71	1,31	0
231	-32,9587707	-60,6285365	44	-1,20	1,54	0
232	-32,9587715	-60,6285393	44	-1,28	1,28	0
233	-32,9587704	-60,628542	44	-1,16	1,02	0
234	-32,958768	-60,6285426	43	-0,89	0,96	-1
235	-32,958765	-60,6285434	43	-0,57	0,89	-1
236	-32,9587621	-60,6285471	43	-0,25	0,54	-1
237	-32,9587565	-60,6285528	42	0,37	0,01	-2
238	-32,9587536	-60,6285506	42	0,68	0,22	-2
239	-32,9587613	-60,6285534	42	-0,16	-0,05	-2
240	-32,9587617	-60,6285482	42	-0,20	0,44	-2
241	-32,9587622	-60,6285428	43	-0,26	0,95	-1
PROMEDIO	-32,9587625	-60,628551	43	-0,30	0,18	-1

Ejemplo: receptor doble frecuencia
Performance DGPS-RTK a 60 km



- En estas experiencias realizadas se utilizó una netbook y módem celular 3G para conectarse a internet y recibir NTRIP

-También existe la posibilidad de recibir NTRIP con teléfono celular (algunos modelos).

-Los receptores GNSS mas modernos tienen la posibilidad de incorporar módem 3G.

- Con estas alternativas ya no hay necesidad de periféricos.

-Evolución: solución de red



de mobileNtrip.com

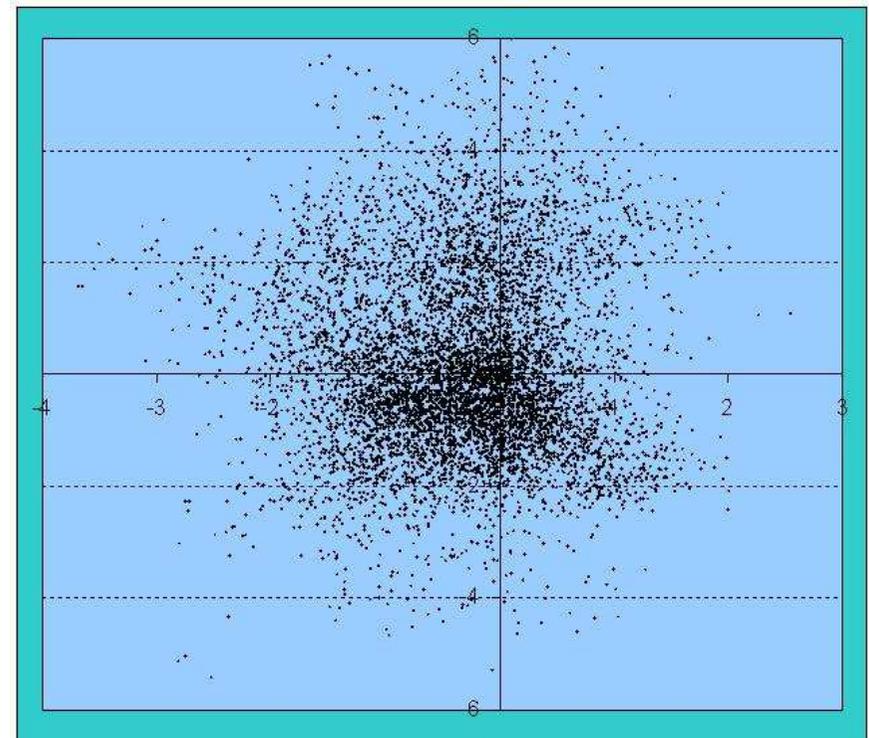
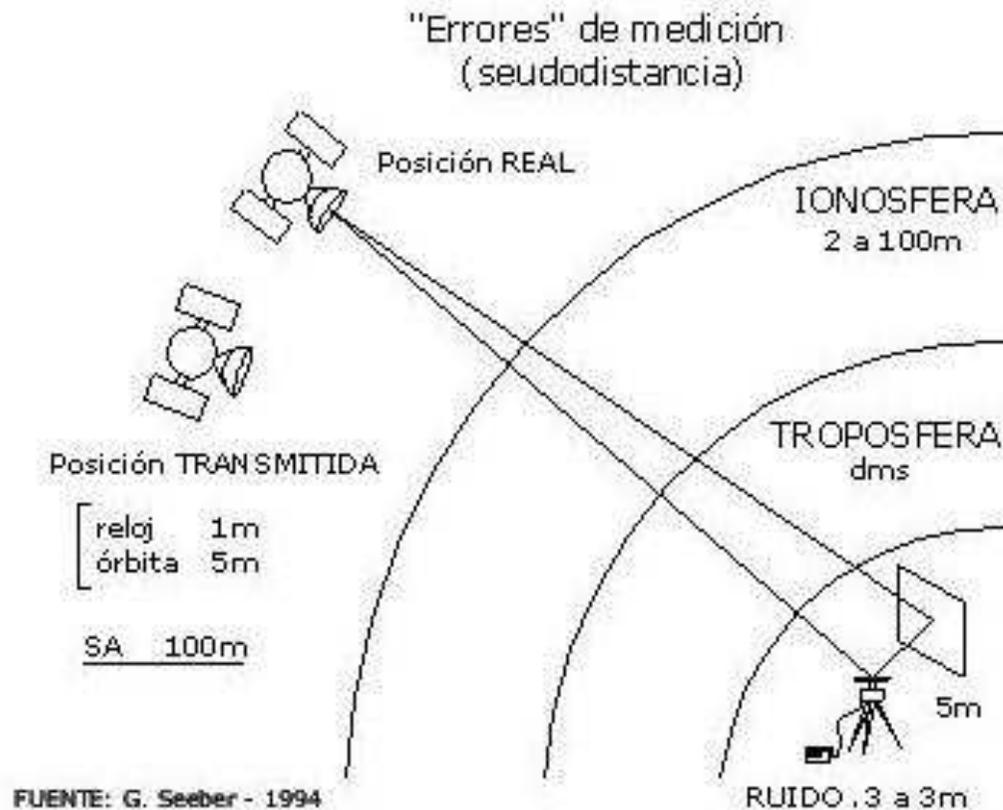
ACCESO AL MARCO DE REFERENCIA EN TIEMPO REAL

Además de las ventajas que significa la obtención de coordenadas en tiempo real, en esta modalidad el marco de referencia va “implícito” en la corrección, las coordenadas de la estación base se transmiten junto con la corrección, sin interacción del usuario

Estaciones Permanentes transmitiendo en Tiempo Real permiten acceso al Marco de Referencia único, sin confusiones

GEORREFERENCIACION

PPP: Posicionamiento Puntual Preciso 1 solo receptor GPS



Nota: en 1994, G. Seeber señalaba la "disponibilidad selectiva" (S.A.), hoy inexistente, como principal causa de error en aquel entonces.

IGS International GNSS Service

- Efemérides precisas (10 a <5 cm)
- Correcciones a los relojes de los satélites
- [IGS Products.htm](http://igscb.jpl.nasa.gov) (en <http://igscb.jpl.nasa.gov>)

Además:

- Mejores estimaciones de ionósfera y troposfera
- Calibración de antenas (variación centro de fase)

Una alternativa: CSRS - PPP

- Canadian Spatial Reference System
 - Posicionamiento Puntual Preciso
 - Determinación de coordenadas usando las observaciones (código y fase) de un solo receptor
- Antes soft “GPSpace” en PC particular
- Ahora “en línea”
- http://www.geod.nrcan.gc.ca/products-produits/ppp_e.php
- http://www.geod.nrcan.gc.ca/online_data_e.php

CSRS-PPP



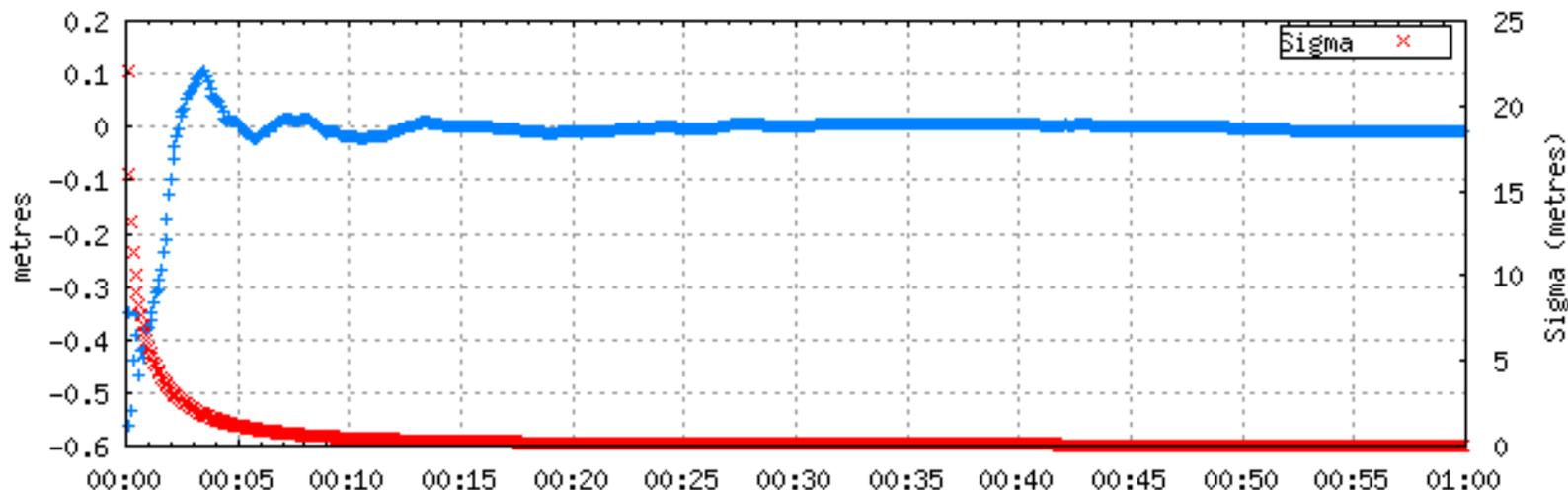
Ejemplo con receptor L1L2, sesión 1 hora

Estimated Position for UNRO118A.12o

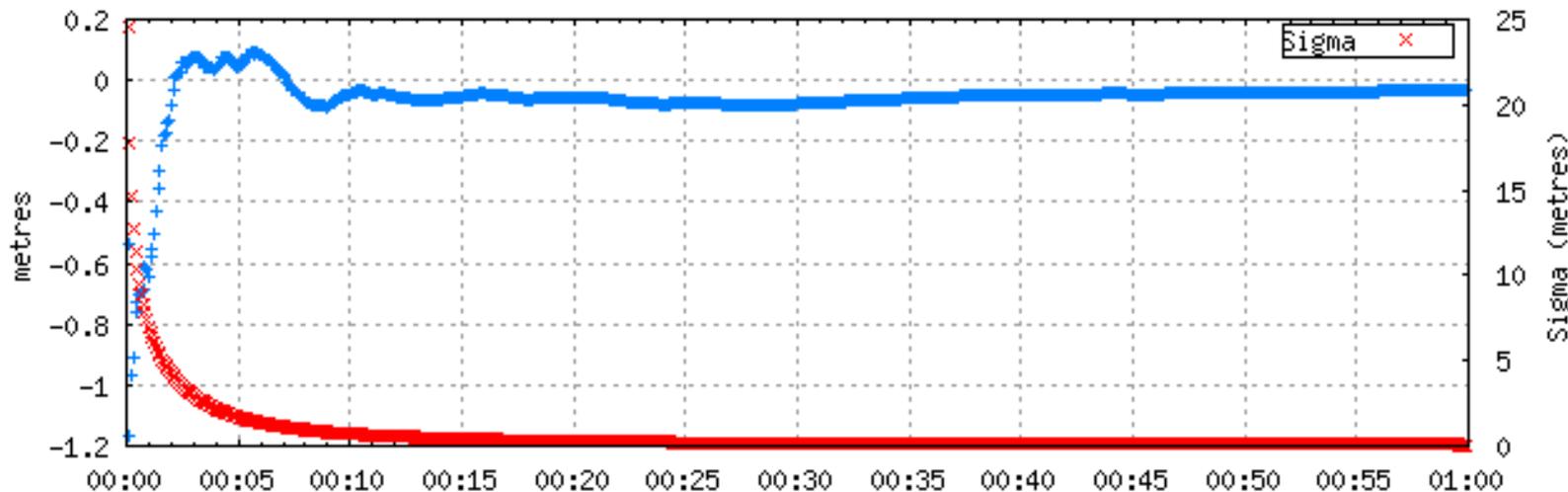
ITRF08 (2012) -32° 57' 33.6688" -60° 37' 42.3330" 66.846 m

Sigmas(95%) 0.047 m 0.063 m 0.152 m

Latitude Differences (2012-04-27 00:00:05.000 GPS)



Longitude Differences (2012-04-27 00:00:05.000 GPS)



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

LATINOAMERICANO DE AGIMENSURA



Otra opción mas cercana...

- Instituto Brasileño de Geografía y Estadísticas (IBGE), PPP: <http://www.ppp.ibge.gov.br/>
- Estimación de precisiones:

Obs. >	Una frecuencia		Dos frecuencias	
Tiempo	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
3 hs	0.40	0.70	0.05	0.06
6 hs	0.20	0.40	0.02	0.04
24 hs	0.10	0.30	0.01	0.02

- En Brasil se utiliza en georreferenciación de mensuras

Marco y época del resultado

- **CSRS:** NAD83 o ITRF08
- 1997.0, user o época de las observaciones
- **IBGE:** SIRGAS2000 o ITRF08
- 2000.4 o época de las observaciones

- Por lo tanto para compatibilizar con nuestro marco POSGAR 2007 (ITRF 2005, época 2006.6)
- Hay que corregir por época (velocidades) Modelo VEMOS2009 y eventualmente cambiar de marco

Otros servicios de posicionamiento online

- Existen varias alternativas extranjeras mas:
AusPos, SCOUT, magicGNSS, etc...

Como así también por estos pagos:



- “Desarrollo de un servicio automatizado de procesamiento de observaciones GPS en Argentina”

Hernan Alvis Rojas, Mauricio Gende, Virginia Mackern

Para tener en cuenta:

- Existen en la actualidad nuevas técnicas de posicionamiento preciso que pueden usarse con (casi) cualquier receptor
- Aplicables en relevamiento y/o replanteo
- La mayoría de ellas posibilita trabajar con un solo receptor remoto
- Se usan las observaciones de las EP, o productos “derivados”
- Estas opciones que aquí se plantearon son de uso libre y gratuito
- Hay además otros servicios de corrección que son pagos: p.ej. StarFire, OmniSTAR
- Desarrollo de sistemas de aumentación SBAS para Sudamérica

- Nuevas soluciones -> Nuevos desafíos...
...conceptos de geodesia, manejo de coordenadas, marcos de referencia, velocidades, época...
- ->capacitación permanente

-Tiempo Real y PPP:

se propone a los Catastros adecuar la normativa de Georreferenciación a fin de posibilitar su utilización

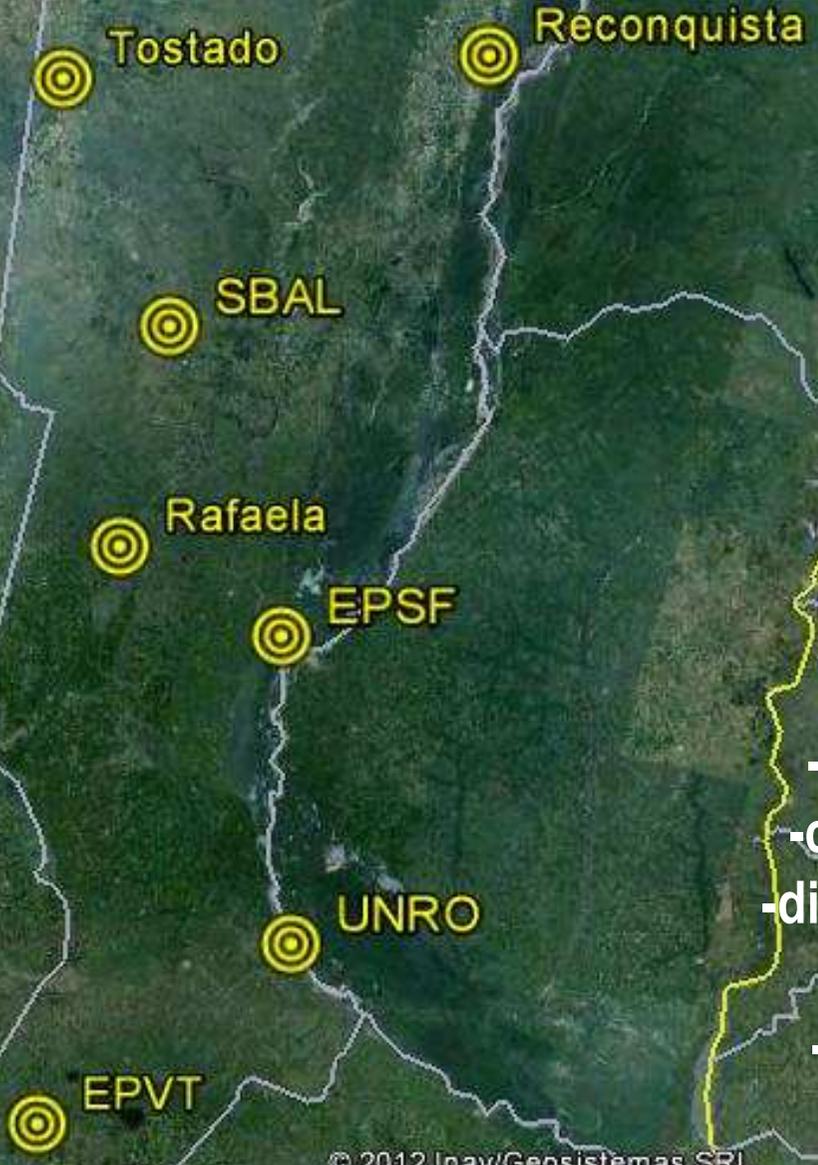
Concepto de red

- Un conjunto de EP's por si solo no conforma una red
- Acostumbramos a posicionarnos en “relativo”, pasar a pensar en trabajar respecto de una red, ya sea en PP o TR.
- La red se autocontrola, amplía posibilidades, p.ej.: FKP, VRS
- El usuario se posiciona no solo respecto de una EP, sino de varias y al mismo tiempo, lo que permite sobreabundancia de observaciones y control

INFRAESTRUCTURA DE ESTACIONES TERRESTRES PARA LA GEORREFERENCIACION EN LA PROVINCIA DE SANTA FE MEDIANTE POSICIONAMIENTO SATELITAL

- Al momento de redacción, agosto de 2010, la región constituida por las provincias de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos contaba solamente con dos EPGNSS: UCOR (Universidad Nacional de Córdoba) y UNRO (UNR).
- Tal situación contrasta notoriamente con la importancia de la actividad productiva, agropecuaria e industrial y, en general, con la magnitud e intensidad del conjunto de las actividades que son propias de la región.
- En el año 2009 el GGSR presentó a una convocatoria de la Secretaría de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Santa Fe el proyecto de investigación que lleva el nombre del presente trabajo, el que fue aprobado mediante Res. 030/09.
- Impulsando la creación de una red regional de EPGNSS

Propuesta inicial de ubicación Estaciones Permanentes GNSS en Provincia de Santa Fe



Rosario
San Cristóbal
Venado Tuerto
Santa Fe
Rafaela
Tostado
Reconquista

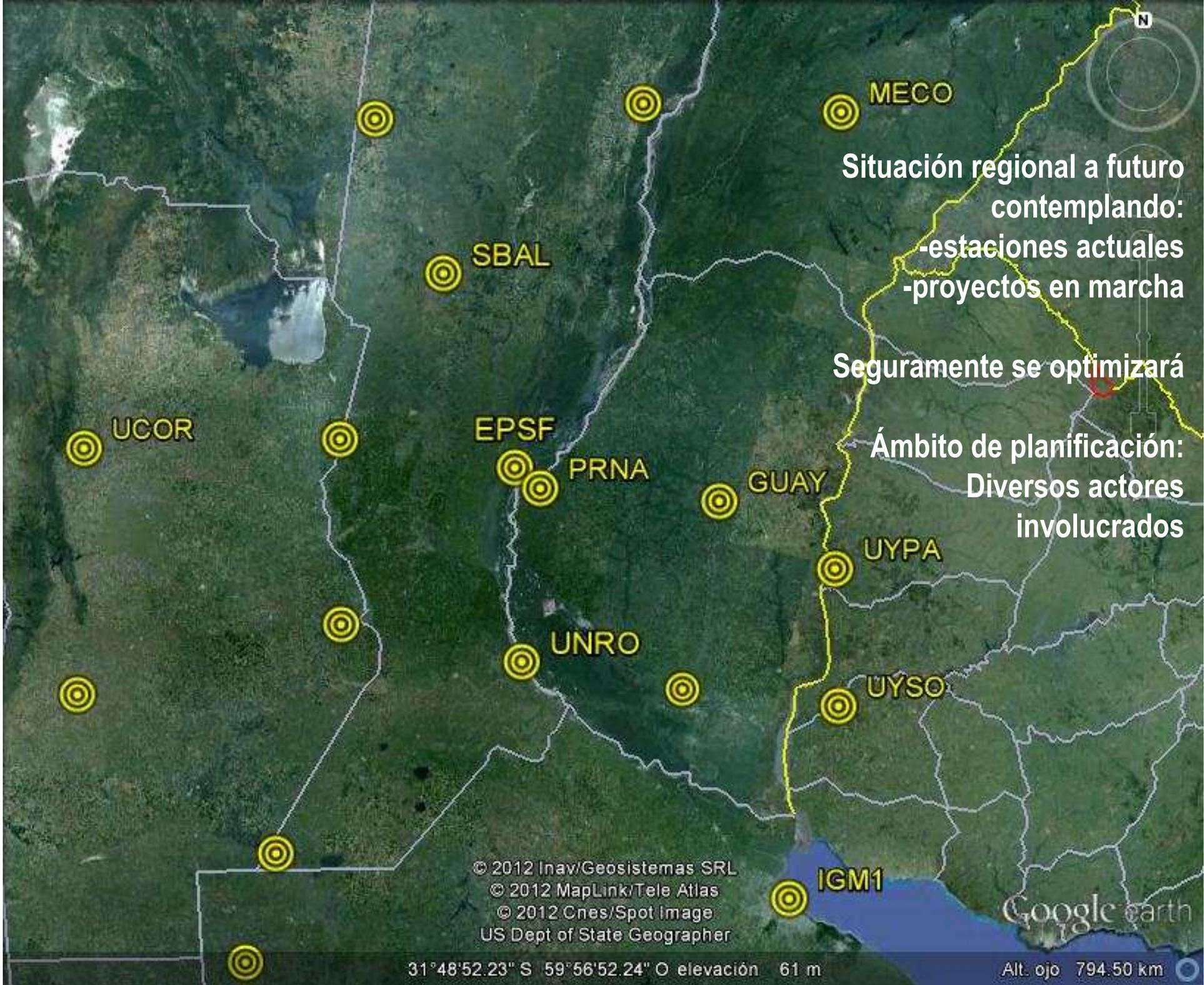
- distancia mínima 85km
- distancia máxima 200 km
- cinco estaciones en nodos
- dist. Max. Usuario-EP 150 km
- con L1 σ (horiz) < 50cm
- datos para posproceso y tiempo real (NTRIP)

© 2012 Inav/Geosistemas SRL
US Dept of State Geographer
© 2012 Cnes/Spot Image
© 2012 MapLink/Tele Atlas

Google earth

31°18'29.72" S 59°21'42.11" O elevación 65 m

Alt. ojo 803.17 km



- En definitiva, el objetivo es que el usuario pueda obtener coordenadas con precisión $< 10\text{cm}$, usando un solo receptor remoto y en tiempo real.
- Muchas gracias por su atención!

www.fceia.unr.edu.ar/gps

PPP + RT

- IGS: Disponibilidad de efemérides precisas y correcciones a los relojes de los satélites en tiempo real
- BKG: pone a disposición software BNC (BKG Ntrip Client) combina datos de observación y efemérides en TR, procesando en modo PPP
- La solución requiere de un tiempo de convergencia
- Originalmente diseñado para monitorear EP's a distancia recibiendo sus datos por internet, también acepta datos por puerto serie
- Por ahora para “test y evaluación”

PPP + RT

BKG Ntrip Client (BNC) Version 2.1

File Help

Proxy General RINEX Observations RINEX Ephemeris Broadcast Corrections Feed Engine Serial Output Outages Miscellaneous **PPP Client**

Mountpoint: UNROSAG PPP

Options: Static Use phase obs Estimate tropo Use GLONASS

Sigma code: 5

Plot origin: X Y Z 2627448.19 -4668383.17 -3450213.5

NMEA File (full path): c:\epgps\ntrip\110610\unropppd.txt Port:

Coordinates from Precise Point Positioning (PPP).

Streams:	resource loader / mountpoint	decoder	lat.	long.	nmea	ntrip	bytes
1	200.16.19.17:2101/UNROSAG	RTCM_2_3	0.00	0.00	no	1	157.696 kB
2	www.igs-ip.net:2101/CLK11	RTCM_3_0	50.00	10.00	no	1	73.733 kB
3	www.igs-ip.net:2101/RTCM3EPH	RTCM_3	50.09	8.66	no	1	105.506 kB

Log Throughput Latency **PPP Plot**

3.80 m N E U Start 12:10:16

0.00 m

-3.80 m

12:11 12:12 12:13 12:14 12:15

Add Stream Delete Stream Start Stop Help=Shift+F1

Inicio Bnc21-Windows BKG Ntrip Client (BNC...) ES 09:15 a.m.