



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

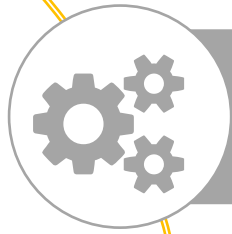
La Infraestructura de Canada en el servicio de posicionamiento en tiempo real con GNSS

Sandra Bolanos

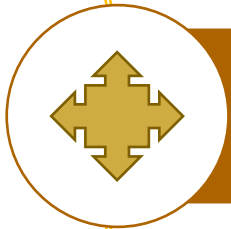
Jefe de seccion, Sistemas Geodesicos e Infraestructura – Servicio Geodésico Canadiense

Canada 

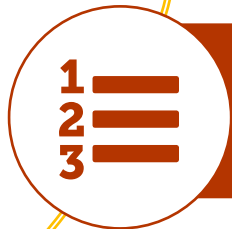
Contenido



Componentes de nuestra infraestructura



Servicio RT-PPP



Productos & aplicaciones



El Sistema de control activo canadiense:

“Our mission is to establish and provide the fundamental reference values used as standards for the measurement of latitude, longitude, elevation and gravity anywhere in Canada and to **monitor motions of our continental landmass** in support of Geosciences and Geomatics.” 2009 Strategic Plan

Canadian Active Control System (CACS)

► Help for Canadian Active Control System (CACS) Sign in

Observation Interval

30 seconds
 1 second

Rinex Option

RINEX 2
 RINEX 3

GNSS Options

Start Date
04/05/2024

End Date
04/05/2024

Satellite System
GNSS

Precise Orbits
None

Broadcast Ephemerides
 No Yes

Stations

Map Stations List

1000 km

GeoGratis - Canada Base Map

- National Network (19) subject to [Open Government Licence - Canada](#)
- Regional Network (41) subject to [Open Government Licence - Canada](#)
- ▲ Western Canada Deformation Array (31) subject to [Open Government Licence - Canada](#)



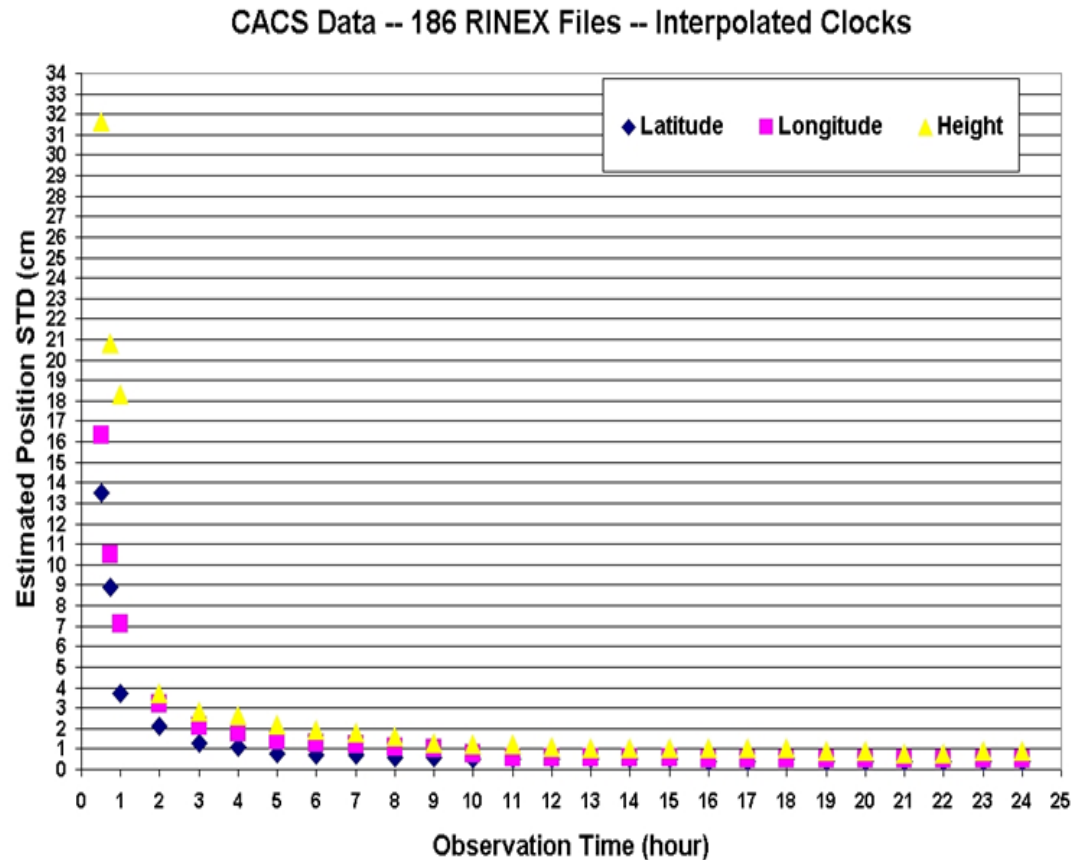
Control desde el espacio

- 80s: Se proponen sistemas/puntos de control activos
- *Comienzos 90s*: Implicación en IGS para la recuperación global colaborativa de las órbitas de los satélites GNSS y realización de ITRF (muchas org.)
- *Finales 90s*: PPP [Zumberge, et.al.]
- *Comienzos de 2000s*: NRCan-PPP [Kouba y Héroux].
- *Mid 2000s*: Servicio en línea CSRS-PPP (~1K archivos/día **hoy**: ~4K)
- *Finales 2000s* : rtIGS fomenta el desarrollo de datos y productos RT
- *Comienzos 2010s*: invención del modelo “desacoplado de relojes”
- 2010: desarrollo de rtPPP-AR



Precision vs Tiempo observado

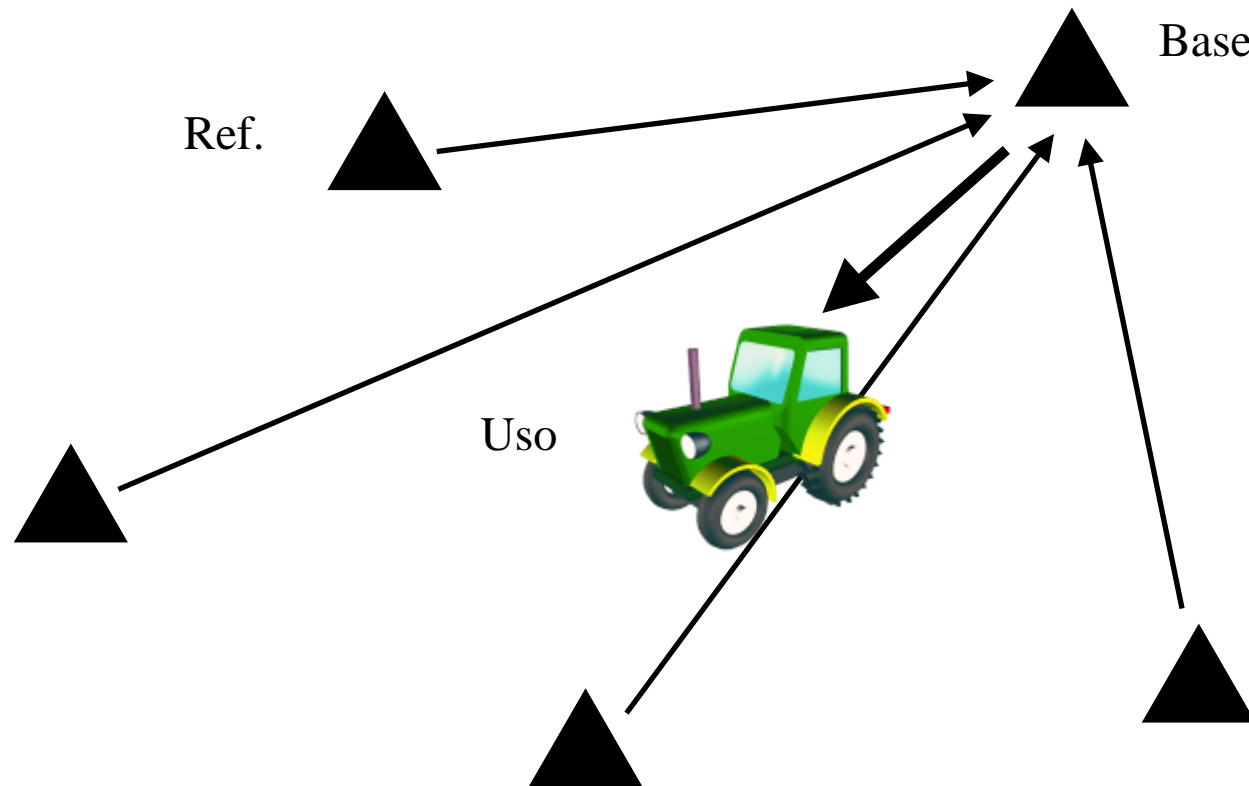
Escalabilidad del posicionamiento de puntos:



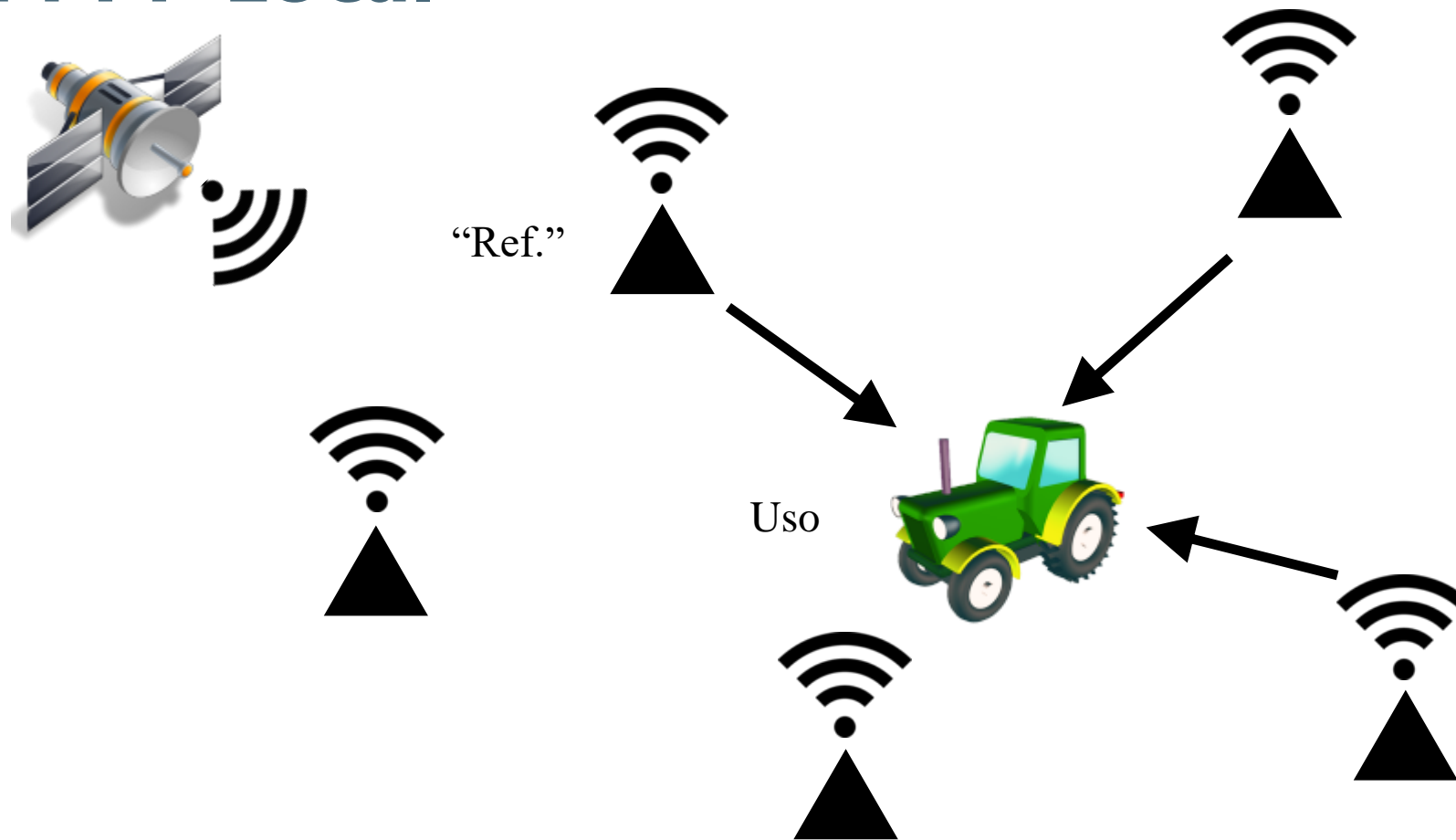
- Órbitas y relojes de difusión
 - pseudo-distancias
- Órbitas y relojes precisos
 - fases portadoras
- Modelo de reloj desacoplado
 - retrasos de los equipos
- Restricciones de la ionosfera
 - restricciones de ambigüedad



Red RTK



Red PPP Local

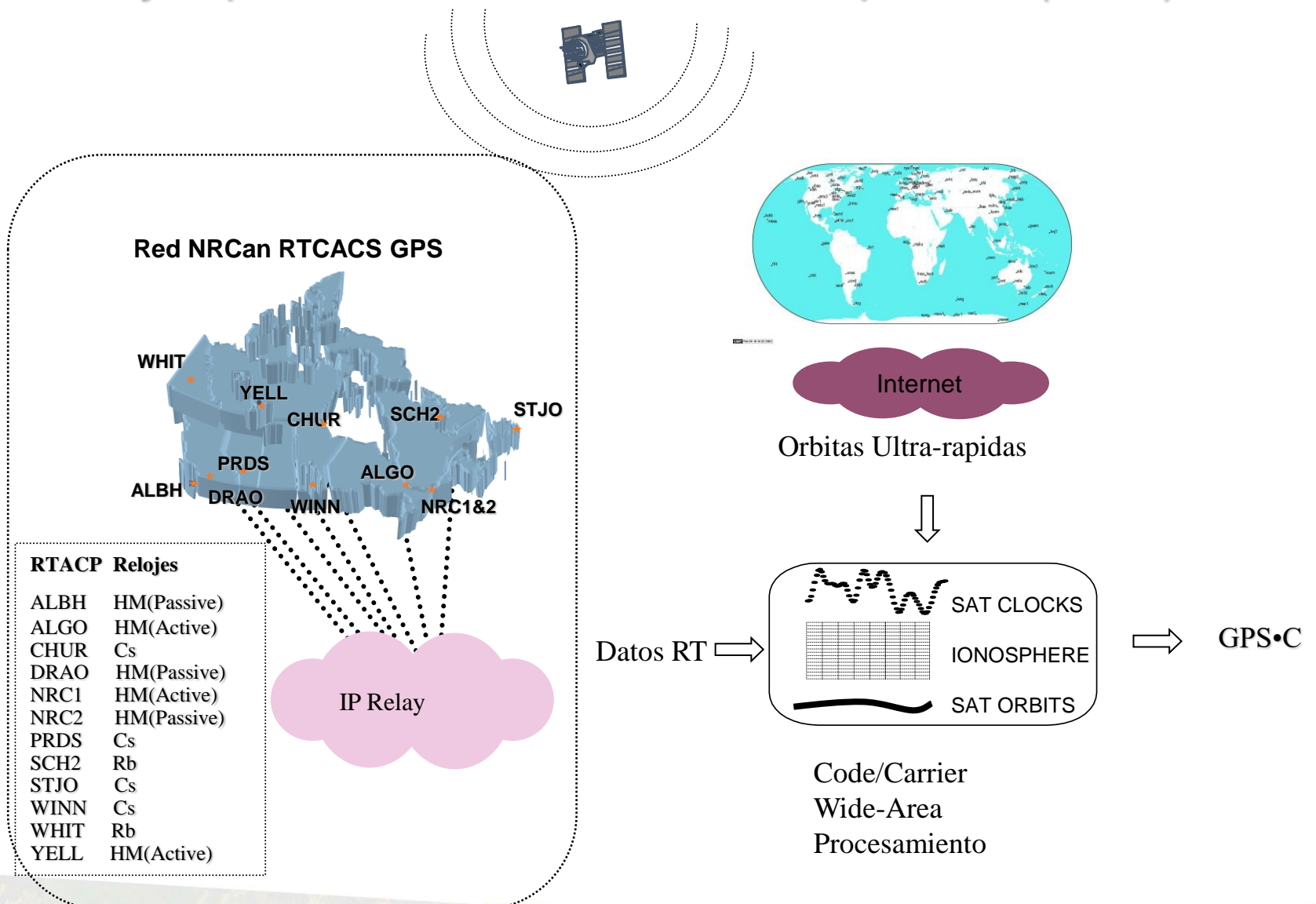


Procesamiento

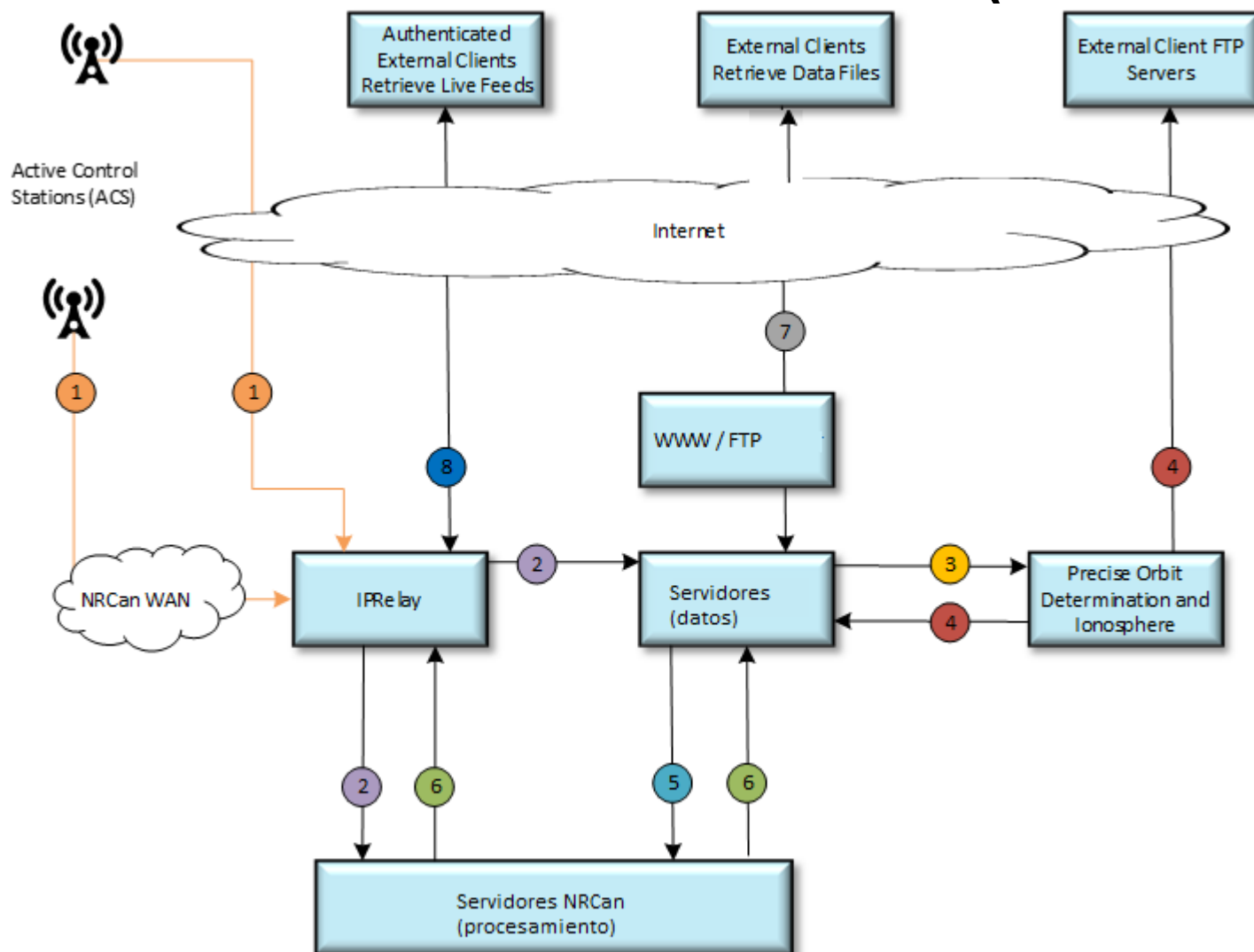
- A-priori/ parámetros fijos:
 - órbitas y relojes de los satélites
- Modelado
 - carga oceánica
 - VRC: reloj de referencia virtual, elaborado a partir de instrumentos de frecuencia precisos, externos al receptor.
- Productos (solo GPS):
 - Orbitas corregidas de satellites
 - Correcciones a los relojes de satellite
 - Correcciones a los relojes de la estacion
 - Coordenadas corregidas de cada estacion GNSS
 - Grid de contenido electrónico total en la ionosfera y otros ...



Relojes precisos de satélite en tiempo real (VRC)



Nuestra Infraestructura (transmission de datos)



1. Tomar datos ('pull' via NTRIP caster)
2. Multidifusión de datos GNSS
3. Datos RINEX
4. Products
5. Lectura de datos GNSS, POD, iono
6. Multidifusión de datos corregidos GNSS (en RTCM)
7. Acceso clientes GNSS, iono, POD
8. Acceso clientes coordenadas corregidas GNSS

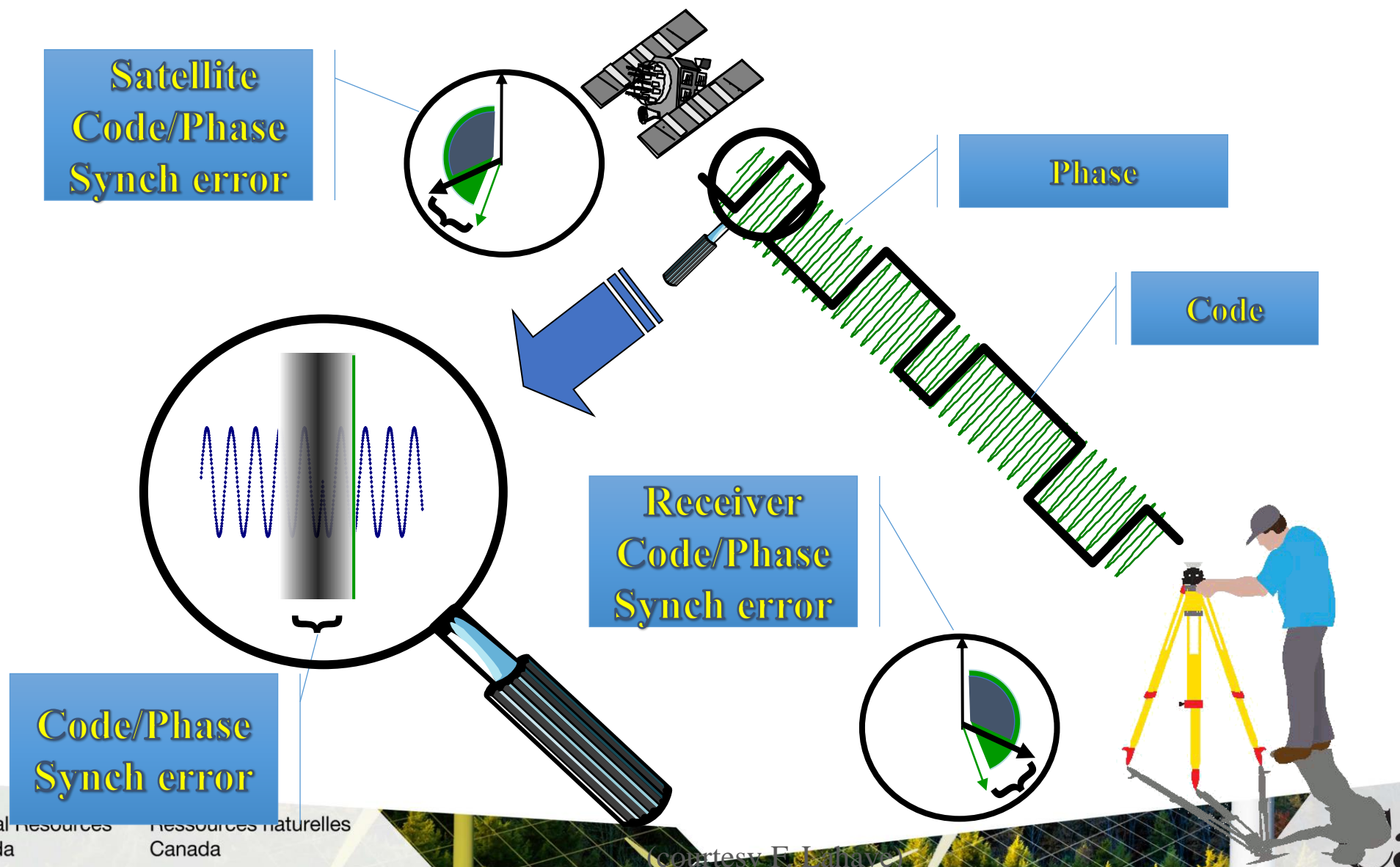


rtPPP: Funcionalidad actual

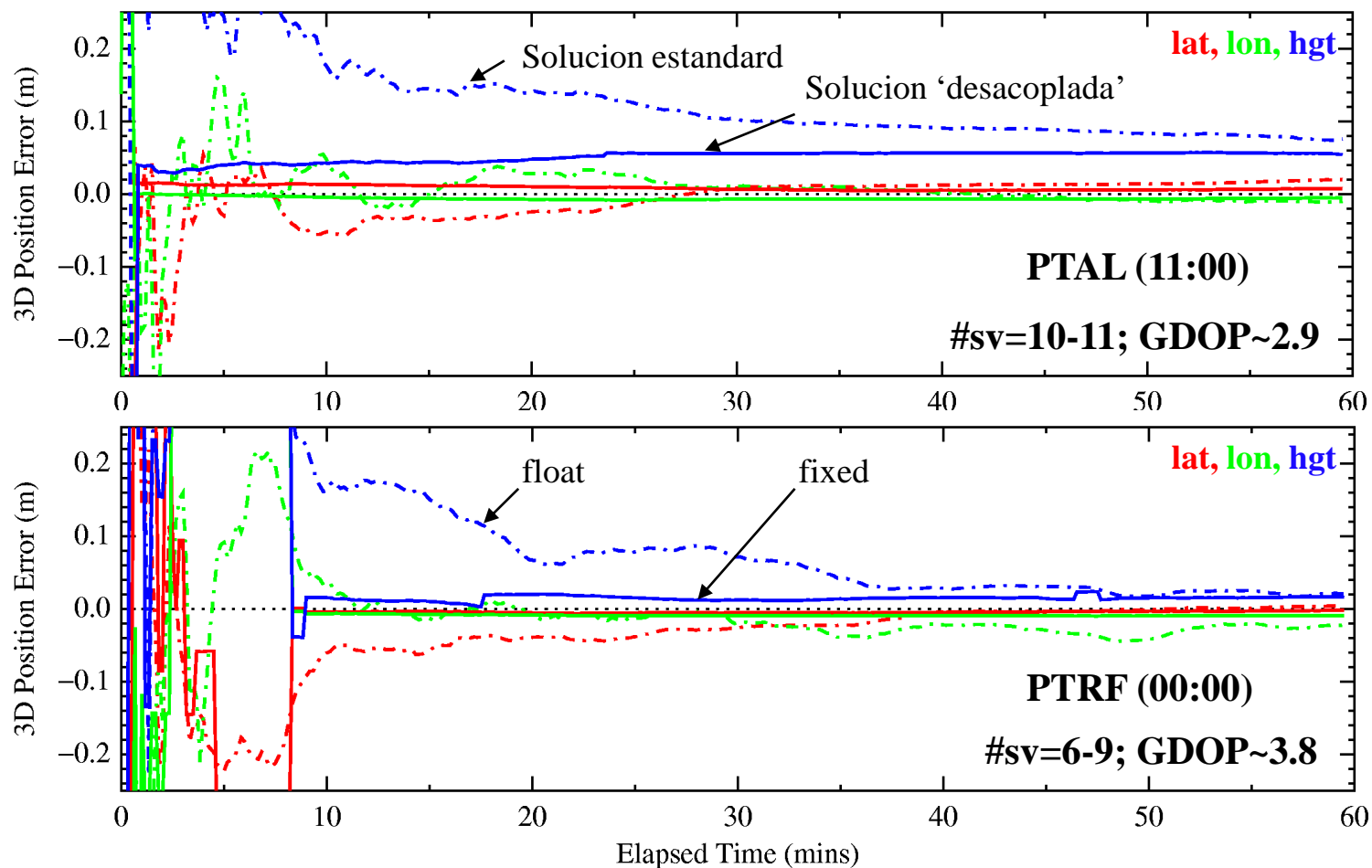
- Procesamiento estático
- Sólo GPS - doble frecuencia (RTCM-MSM)
- Frecuencia máxima 1-seg.
- Órbitas y relojes:
 - Orbits Ultra-Rápidas (Servicio Internacional GNSS or NRCan previstas)
 - Correcciones 'estándar' de relojes (RTCM-SSR)
 - PPP: ambigüedades de fase portadora estimadas como de valor real (solución "float")
 - Correcciones 'desacopladas' de relojes (RTCM-SSR)
 - El cálculo de relojes de código y de fase independientemente, lo que permite separar los sesgos del hardware de código y de fase.
 - PPP-AR: ambigüedades de fase portadora estimadas como de valor entero (solución "fija")
- Validación y resolución de ambigüedades de la fase portadora
 - Limita la resolución de ambigüedades, no el modelo de observación



Correccion 'desacoplada'

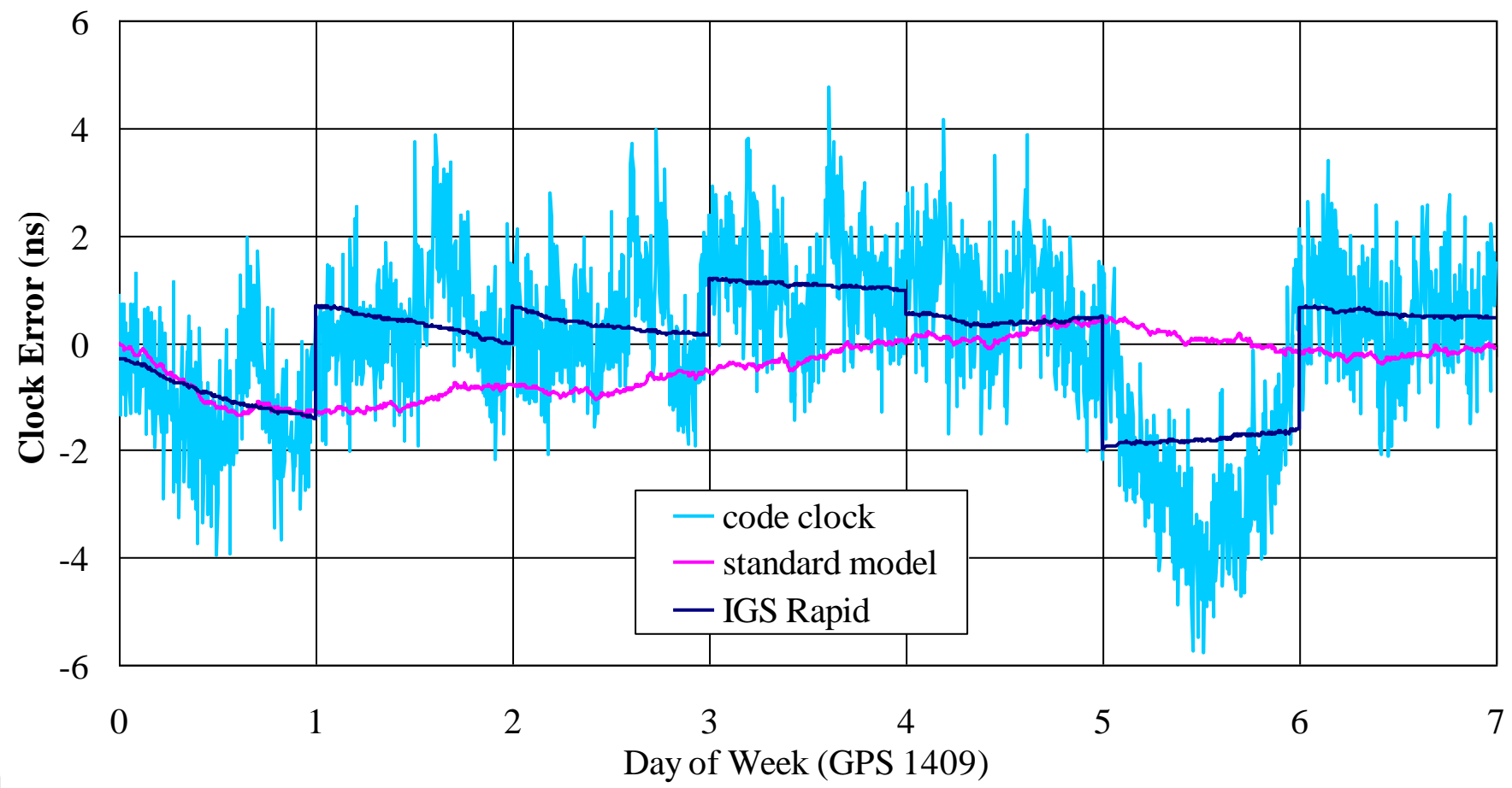


Real (float) vs entero (fixed)

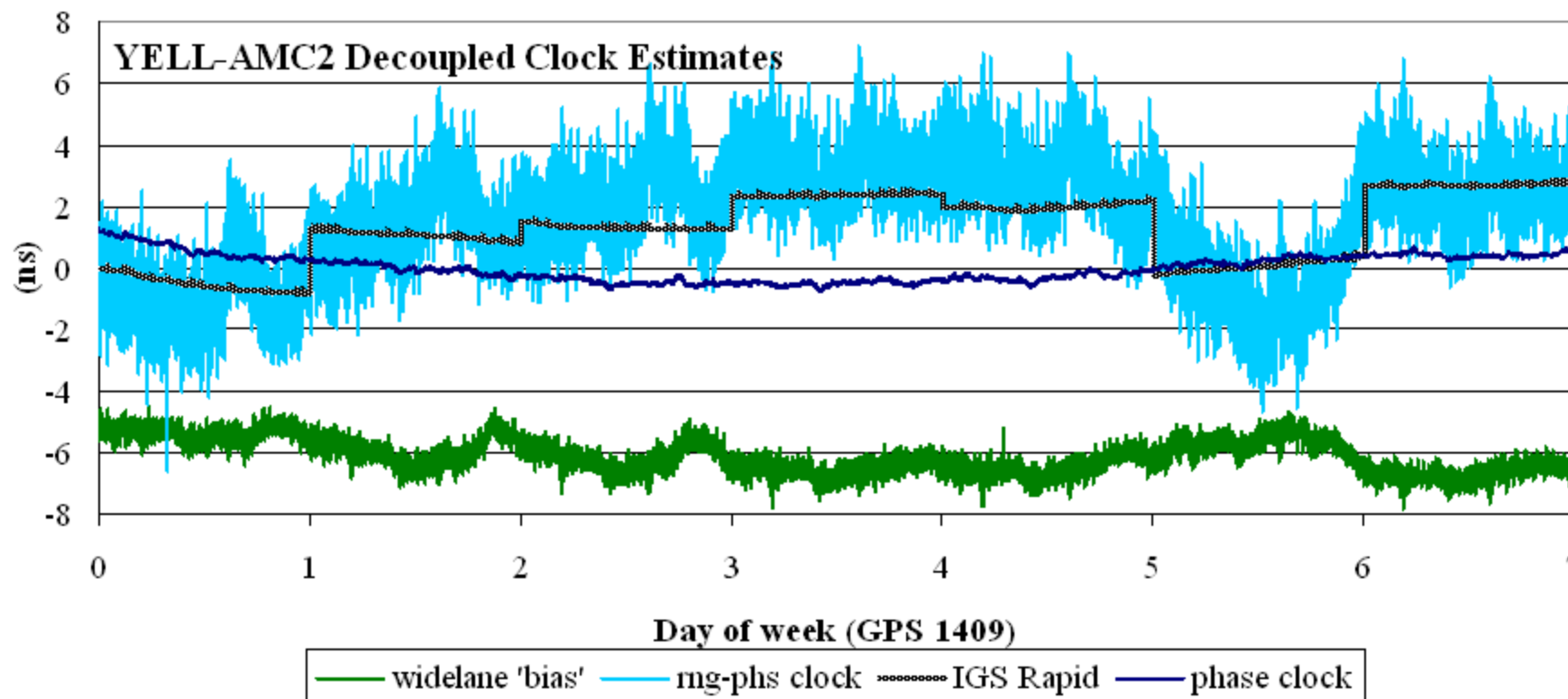


Reloj – modelo estandar

YELL-AMC2 clock error
(Jan07-Jan13, 2007; common linear fit removed)



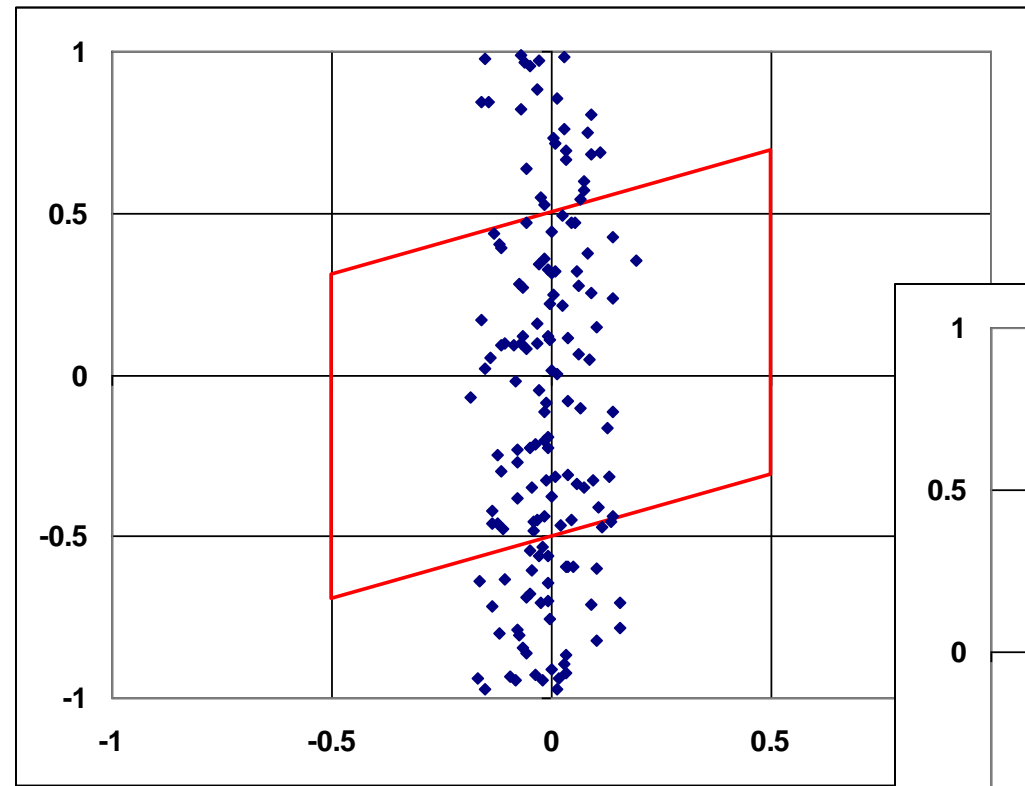
Reloj – modelo desacoplado



Rapid/phase clock de-trended RMS = 0.08ns/0.02m



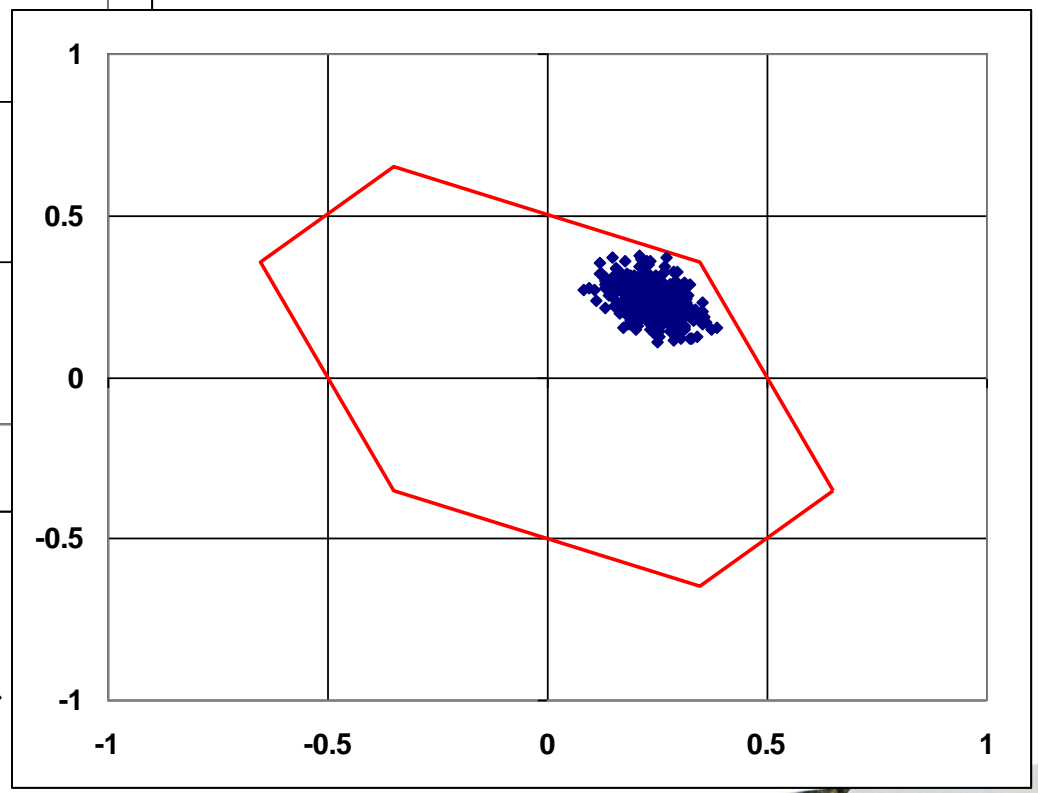
Relacion Ionosfera/ambigüedades



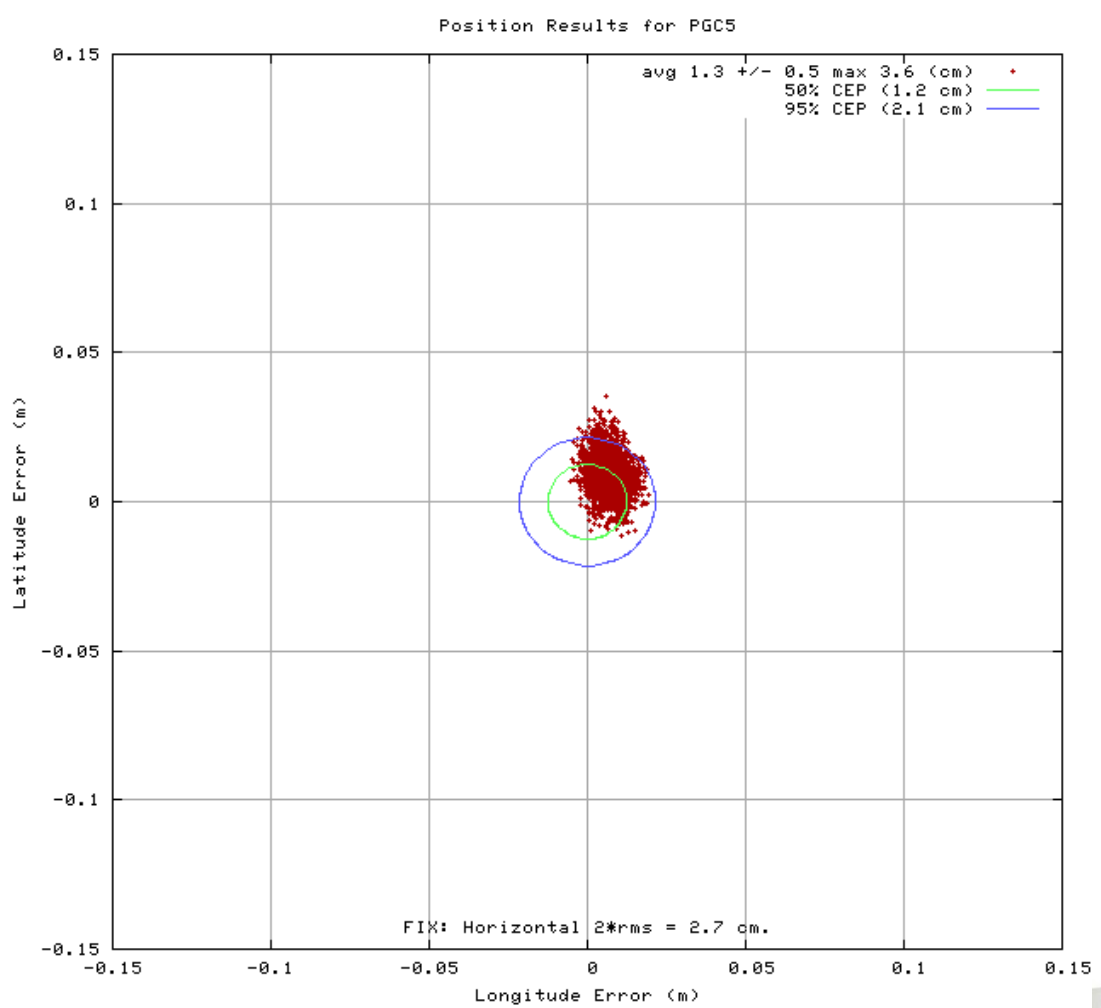
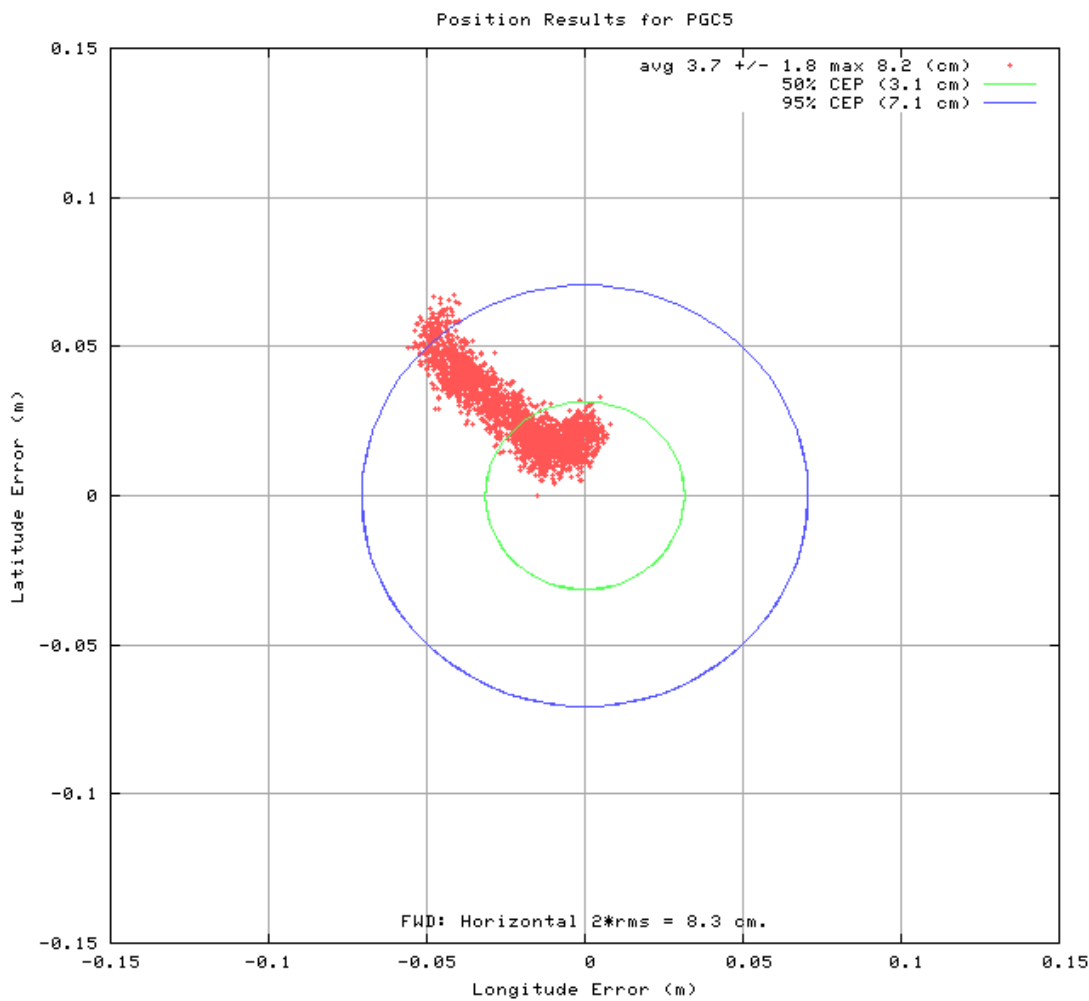
← Ionosphere-free model (PPP)
code $\sigma = 10\text{cm}$; phase $\sigma = 1\text{mm}$

L1 iono bias = ~2cm

Ionosphere-fixed model (RTK) →



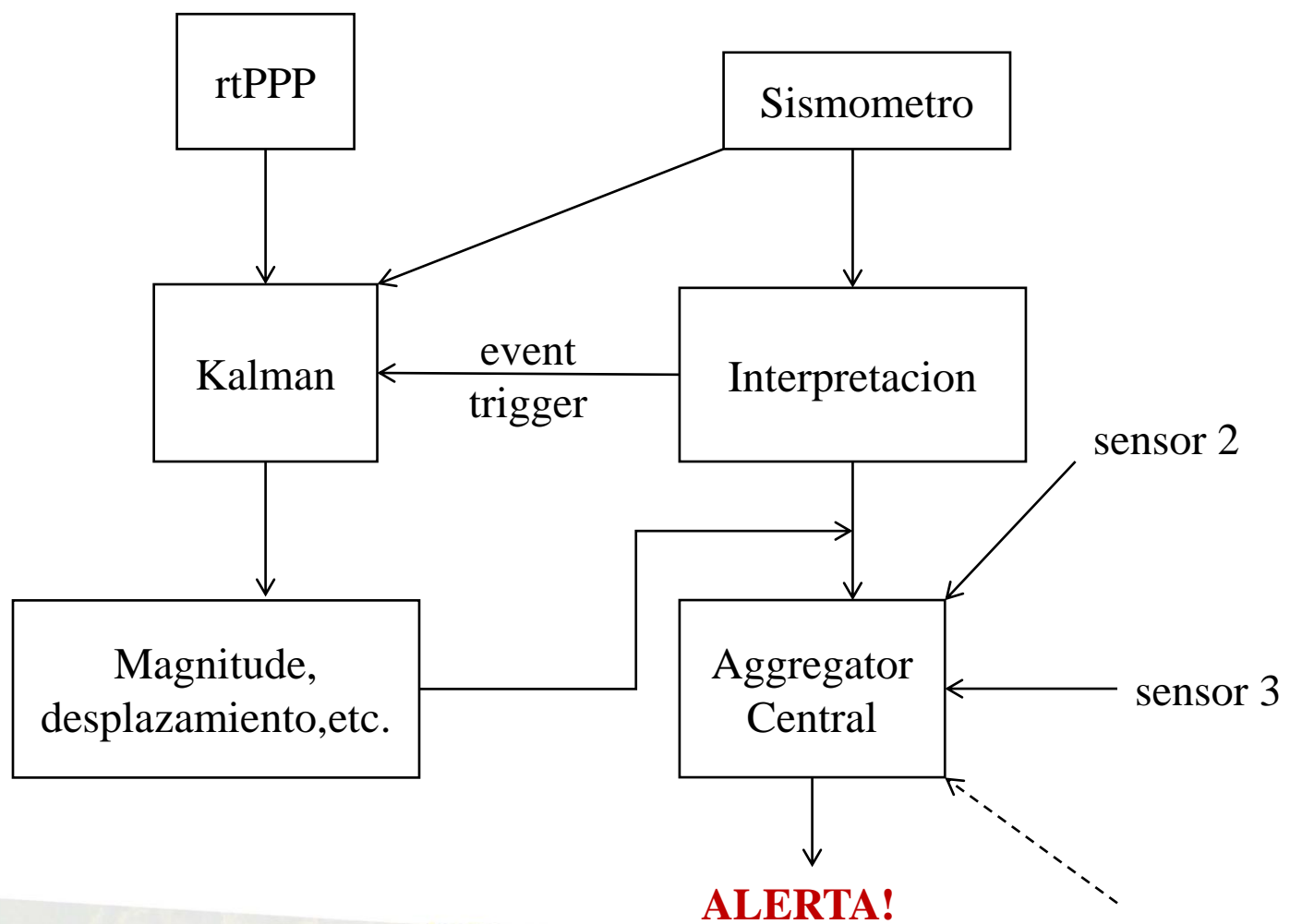
rtPPP vs rtPPP-AR

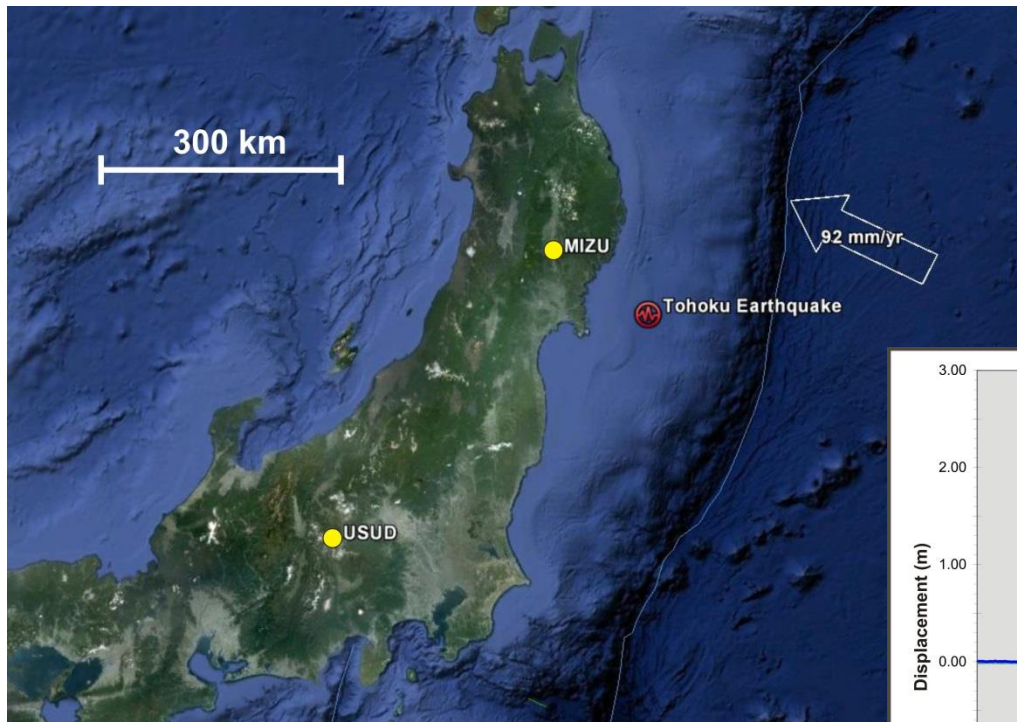


OTRO PRODUCTOS Y APLICACIONES

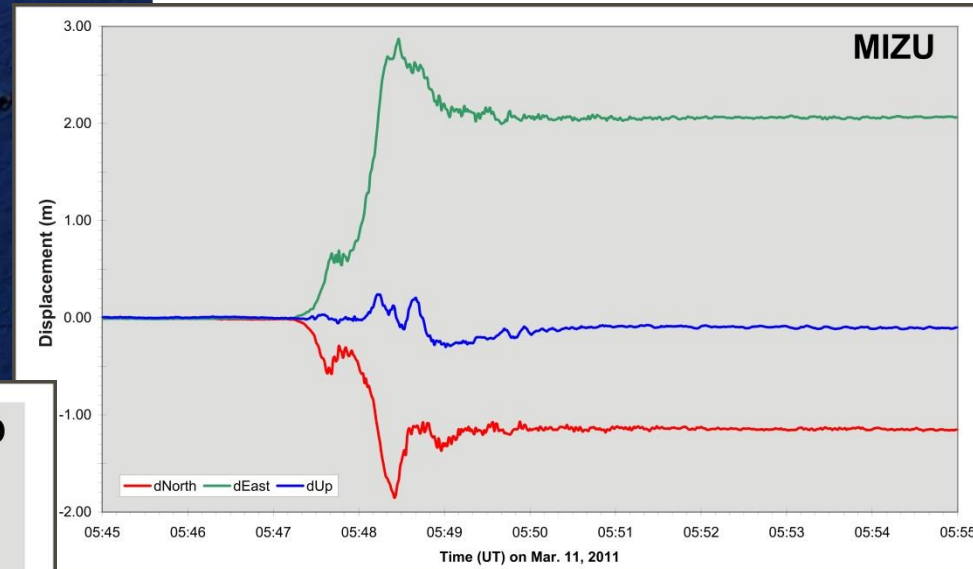
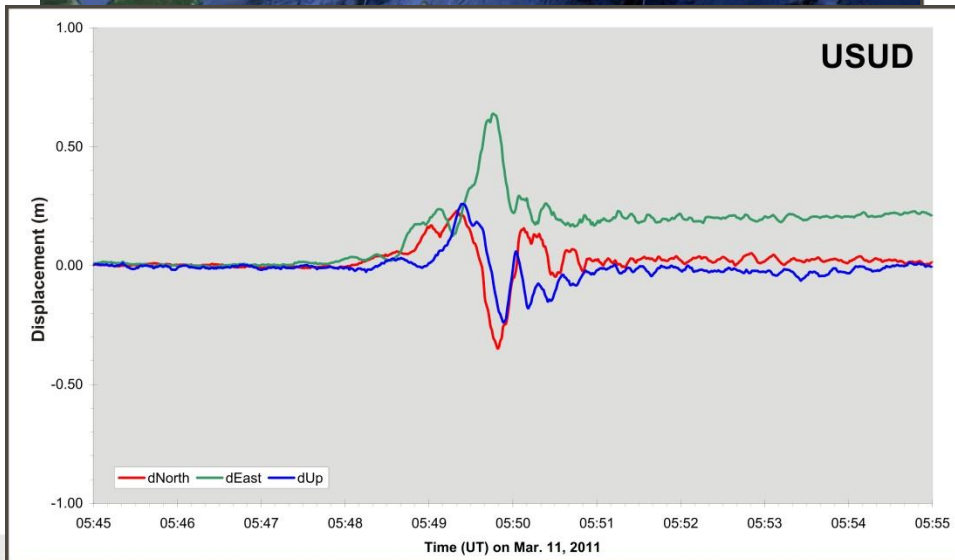


Sistema seismo-geodésico de alerta temprana (EEW)





Desplazamientos de superficie del terremoto de Tohoku Observados en MIZU y USUD

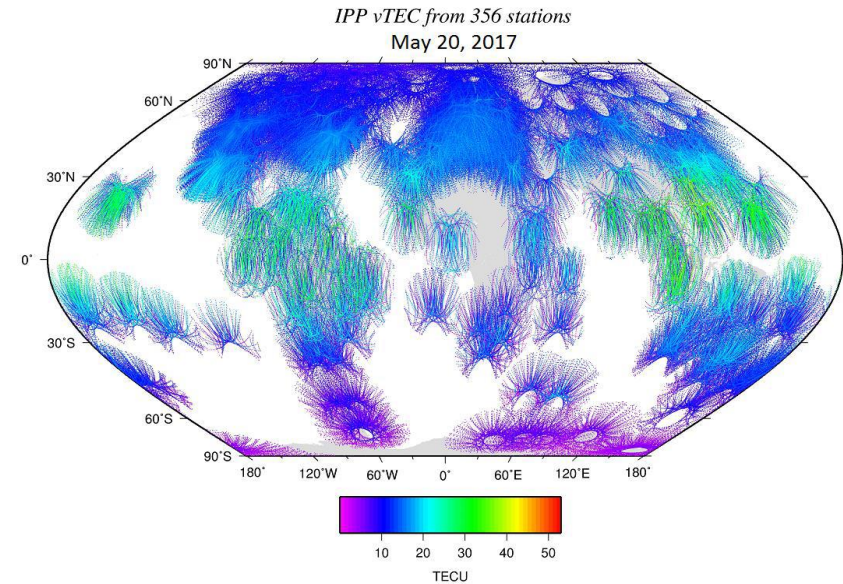
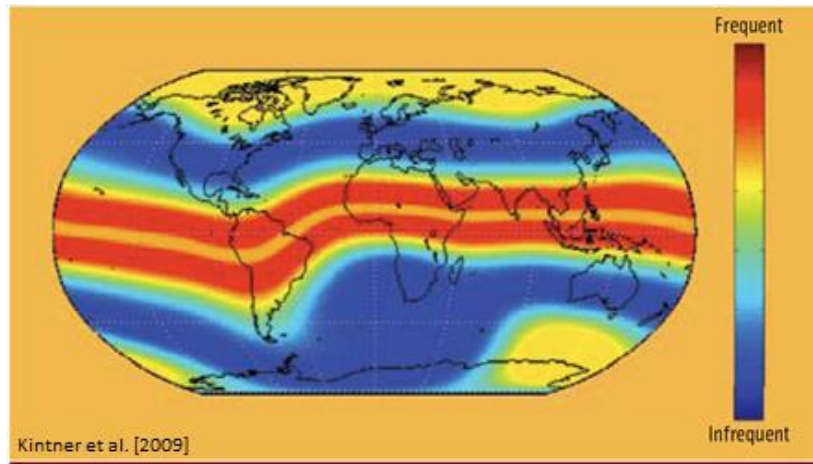


- Análisis realizado con el software PPP de CGS post proceso pero con productos en tiempo real;
- La resolución es de 1 a 2 cm.
- Los desplazamientos co-seísmicos desaparecen después de ~ 3 min;
- La mayoría de las estaciones GPS no se interrumpieron durante el terremoto;



Irregularidades ionosféricas (centelleos)

Las irregularidades ionosféricas (centelleos) provocan rápidas fluctuaciones de la amplitud y la fase de las ondas de radio que pueden afectar el rendimiento de los sistemas de radiocomunicación y navegación.



En el CGS utilizamos receptores GNSS de calidad geodésica de 1 Hz de la red mundial en tiempo real IGS para vigilar las irregularidades ionosféricas en tiempo casi real, pero enfocándonos en el estudio de las regiones de alta latitud.



Productos en Tiempo Real

(cada 3 seg)

| RTCM PRODUCT MESSAGES | DESCRIPTION OF MESSAGE | UPDATE INTERVAL | Caster | USER |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------|------------|----------------------|
| 1019 | GPS Ephemerides | 300 sec | Caster A/B | IGS |
| 1057 | Orbits | 60 sec | Caster A/B | ONC, CACs |
| 1058 | Clocks | 10 sec | Caster A/B | ONC, CACs |
| 1059 | Integer code biases | 2 sec | Caster A/B | IGS, ONC, CACs |
| 1060 | combined orbit and clocks | 5 sec | Caster A/B | IGS |
| 1062 | SSR GPS High-Rate Clock Correction | 2 sec | Caster A/B | ONC, CACs |
| 1264 | VTEC | 30 sec | Caster B | Internal |
| 1265 | Phase biases | 5 sec | Caster A/B | IGS |



Canada

© Her Majesty the King in Right of Canada, as represented by the Minister of Natural Resources, 2022

sandra.bolanos@nrcan-rncan.gc.ca



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada