

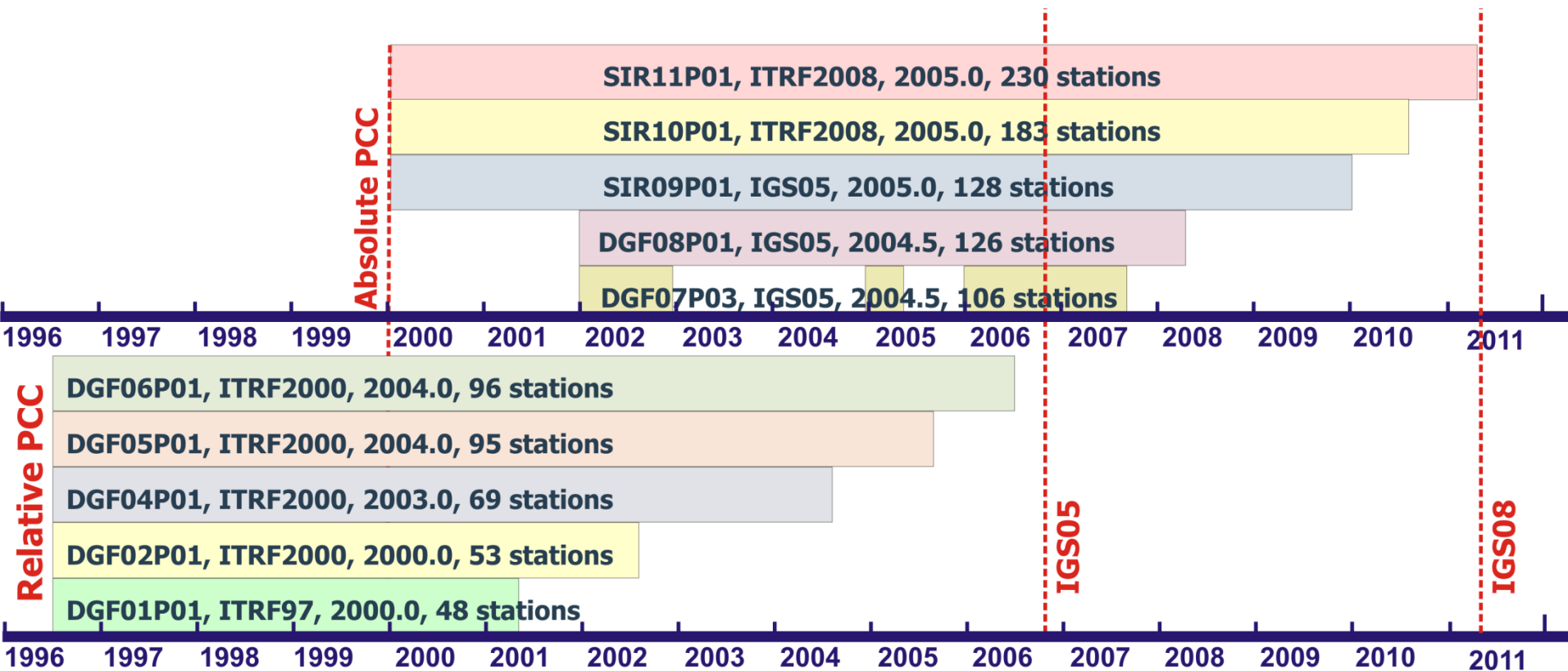
Cinemática del marco de referencia SIRGAS

L. Sánchez, M. Seitz, H. Drewes

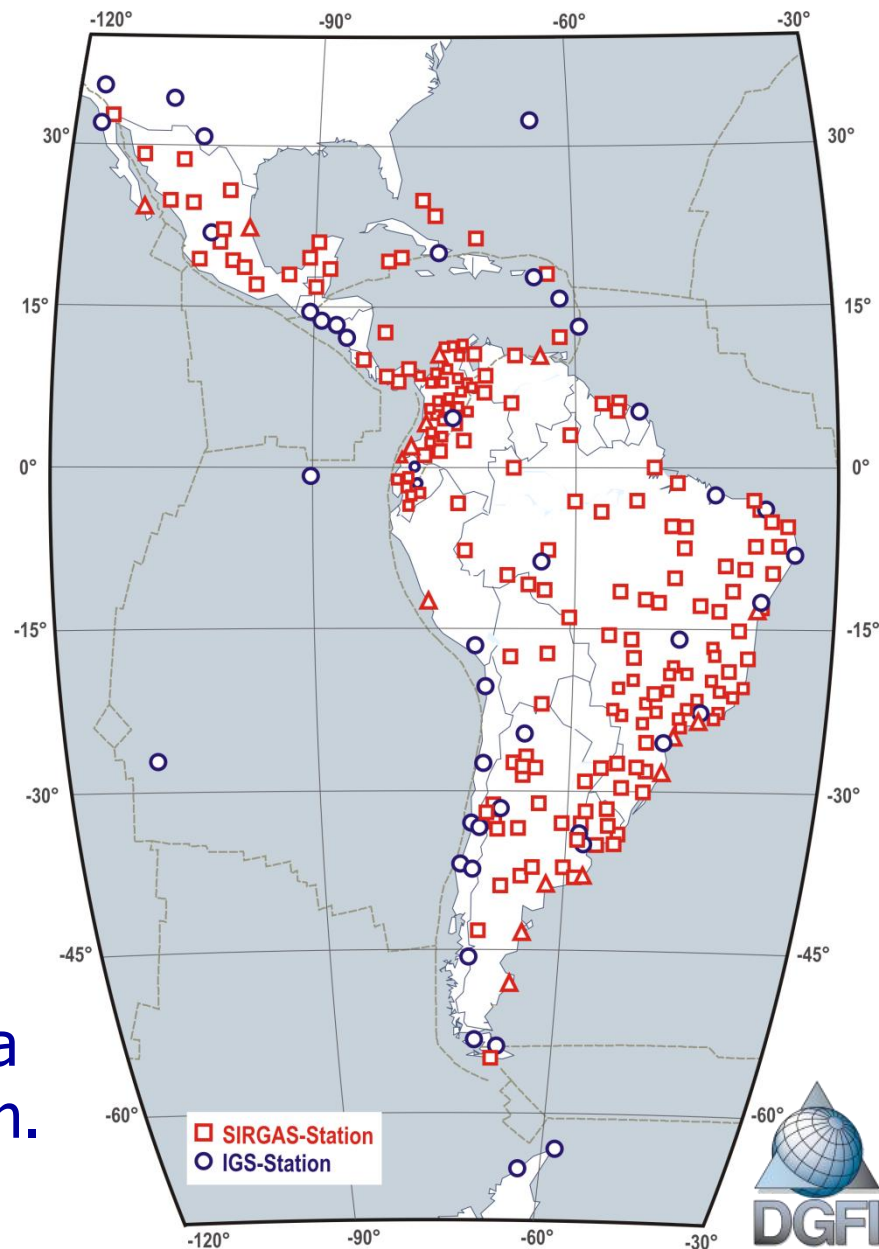


Reunión SIRGAS 2011
Agosto 9, 2011. Heredia, Costa Rica

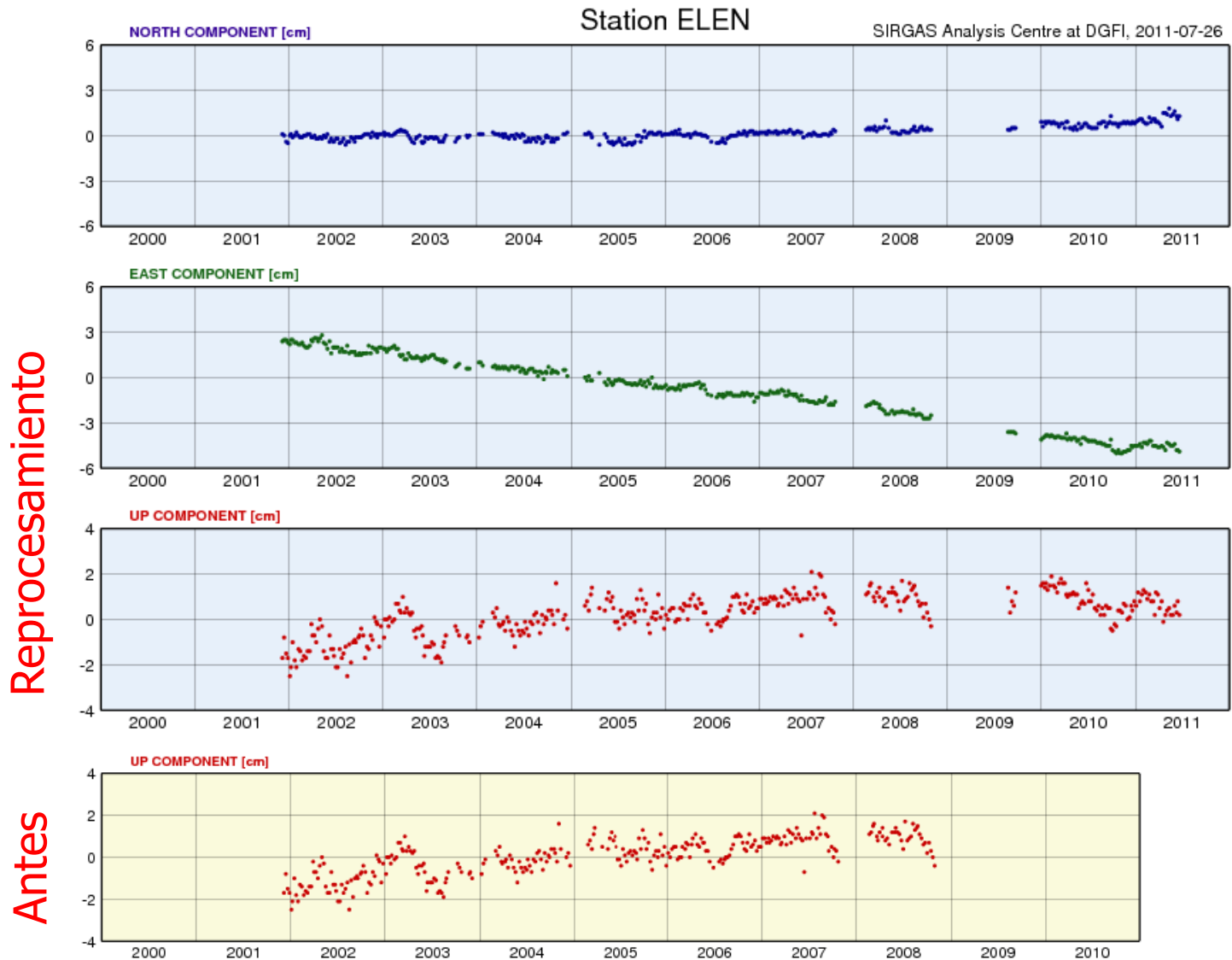
- La cinemática de los marcos de referencia se determina usualmente a través de soluciones multianuales (acumuladas);
- Estas soluciones proveen:
 1. Posiciones de las estaciones referidas a una época específica;
 2. Cambio de esas posiciones a través del tiempo (velocidades);
- Las velocidades estimadas son constantes (i.e. cambios lineales de las posiciones) y son válidas para el período que cubre la solución multianual;
- El marco de referencia SIRGAS-CON se procesa (semana a semana) continuamente desde junio de 1996 y cada año se calcula una nueva solución multianual (desde 2001);
- El cálculo de estas soluciones es adelantado por el *IGS Regional Associated Analysis Centre for SIRGAS* (IGS RNAAC SIR), el cual está a cargo del DGFI.

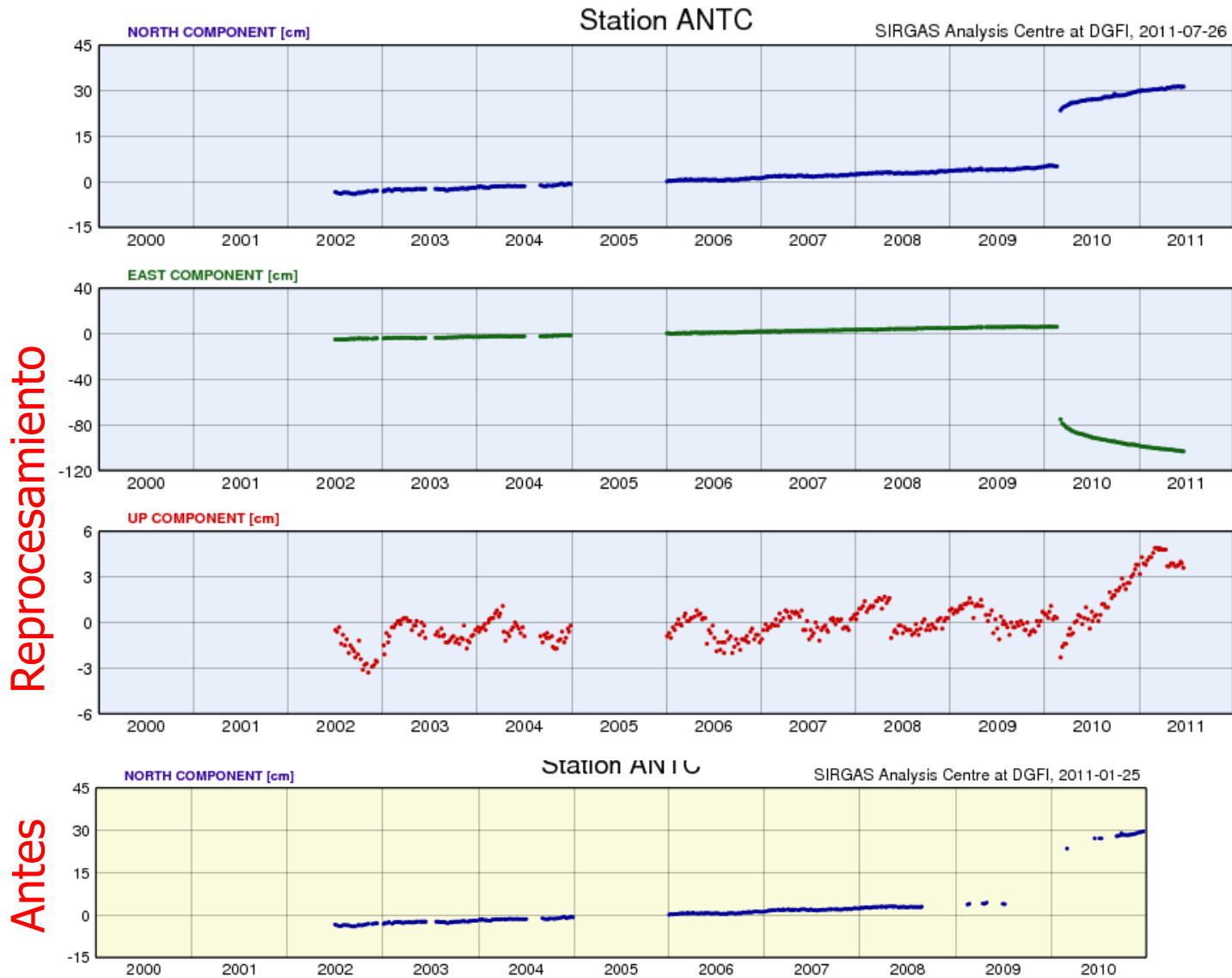


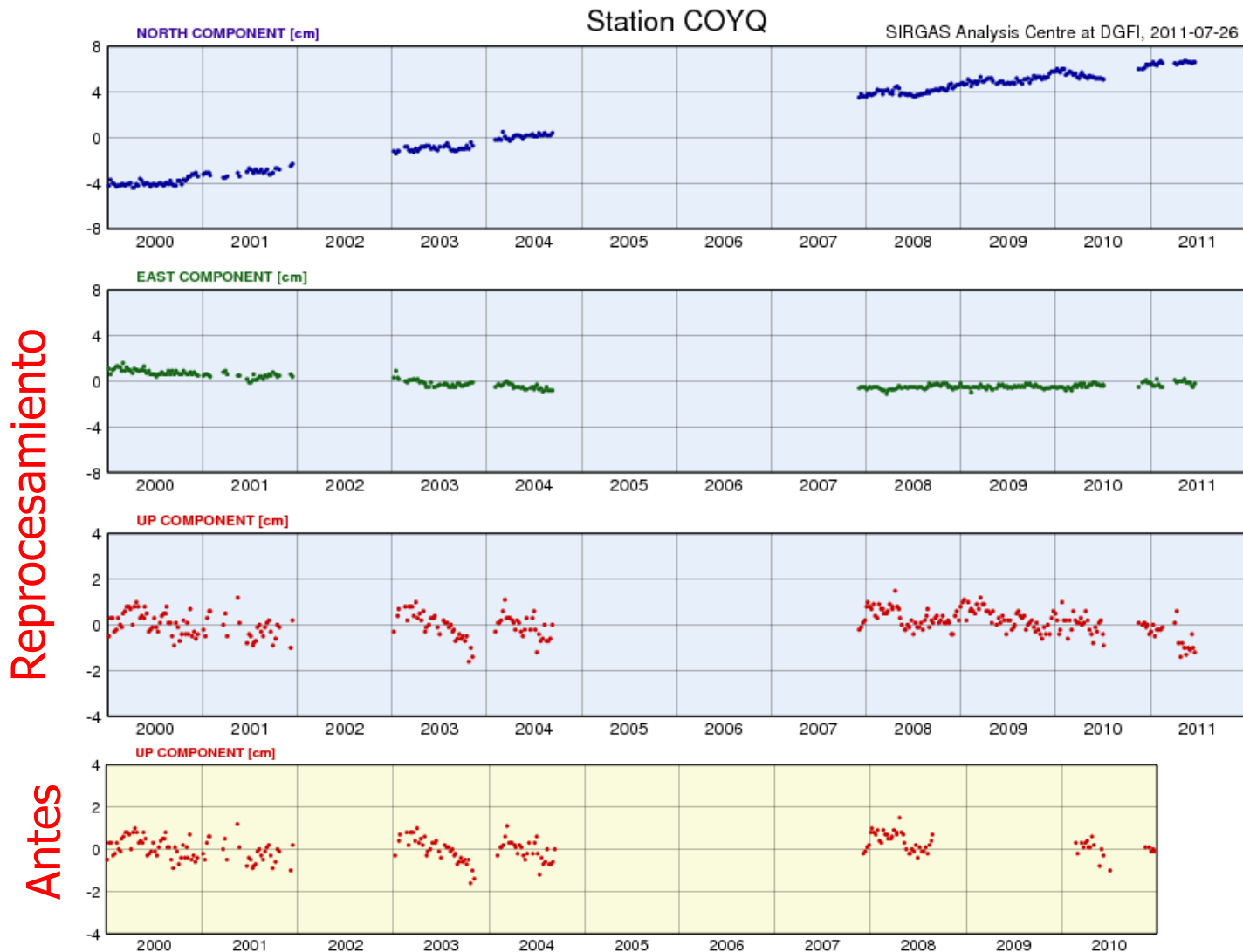
- Soluciones semanales semilibres entre 2000-01-02 y 2011-04-16 (semanas GPS: 1043-1631)
- En dichas soluciones:
 1. Se introducen como parámetros conocidos las efemérides GPS, las correcciones a los errores de los relojes satelitales y los parámetros de orientación terrestre calculados semanalmente por el IGS;
 2. Las posiciones de las estaciones se ajustan con una restricción (libertad) de 1 m.

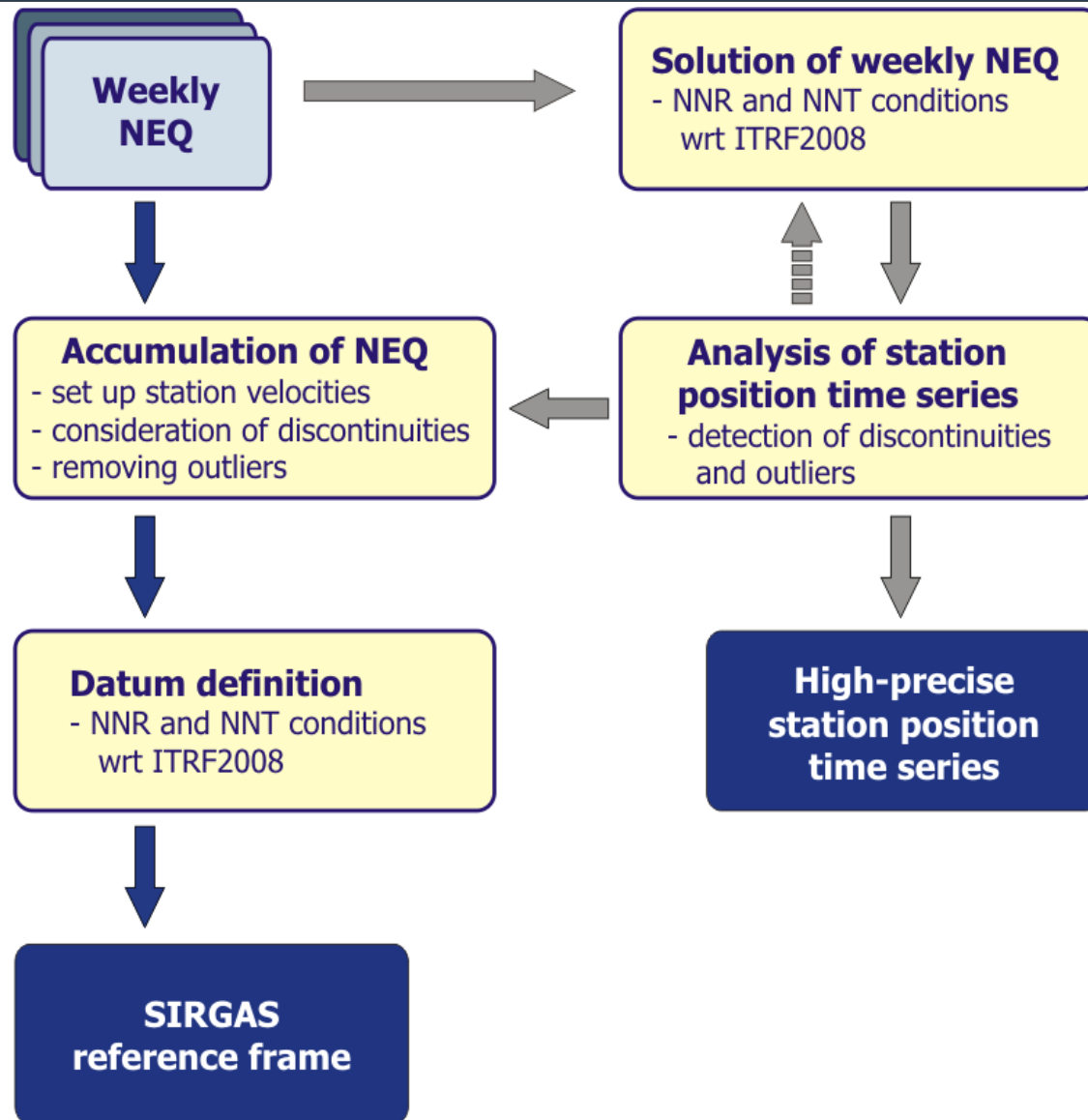


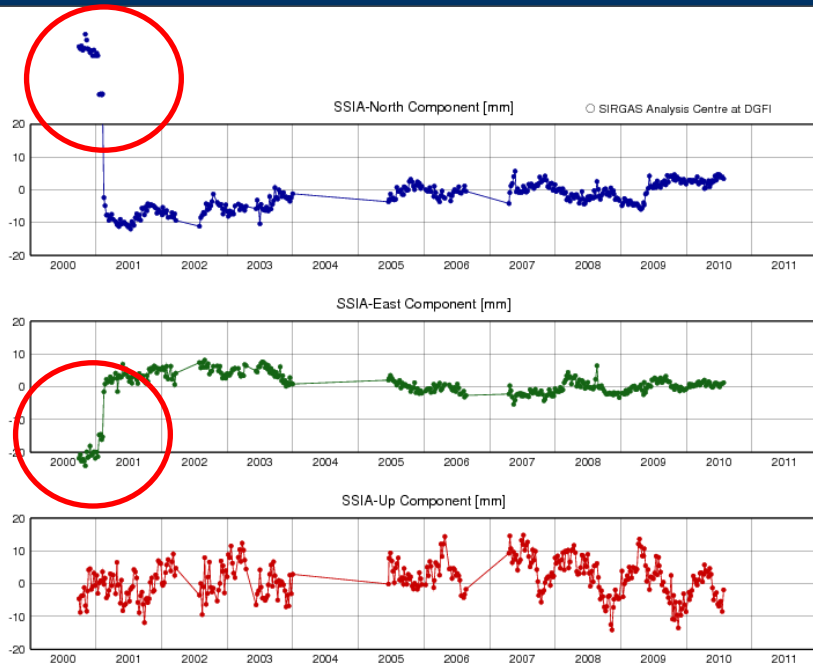
- Las observaciones de algunas estaciones no estaban disponibles al hacer el procesamiento (combinación) semanal SIRGAS-CON;
- De enero a marzo de 2011, el DGFI adelantó un reprocesamiento de la red SIRGAS-CON-C entre agosto de 2008 y diciembre de 2010 para extender (completar) las series de tiempo de esas estaciones;
- Estas soluciones se denominan **DG1**www7.SNX;
- Y son combinadas con las soluciones originales calculadas por los otros Centros de Procesamiento SIRGAS;
- Las nuevas combinaciones se denominan **SI1**www7.SNX;
- Las soluciones **SIR**www7.SNX y **SI1**www7.SNX a partir de la semana GPS 1495 son exactamente las mismas, solo que **SI1**www7.SNX incluye estaciones adicionales, no disponibles cuando se hizo el procesamiento inicial.



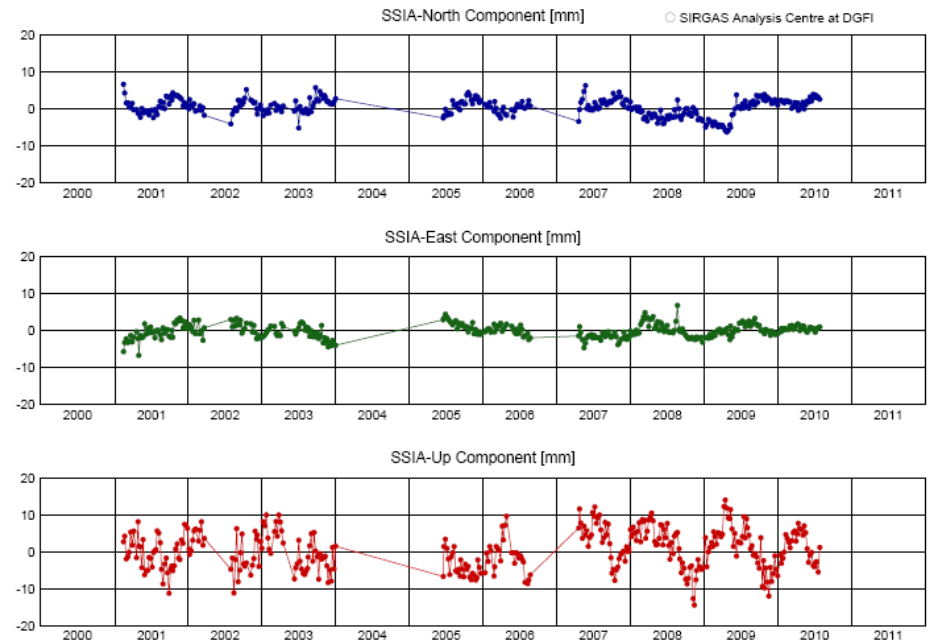




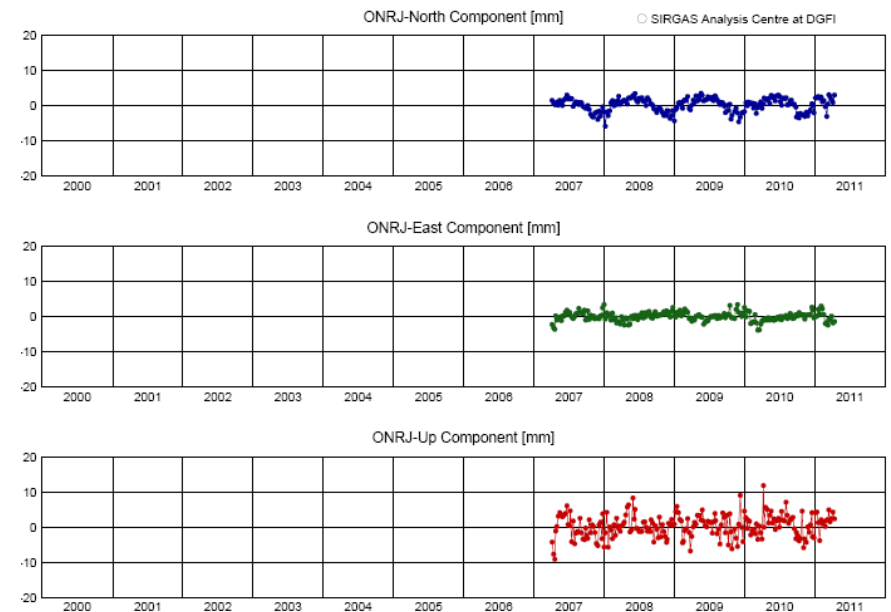
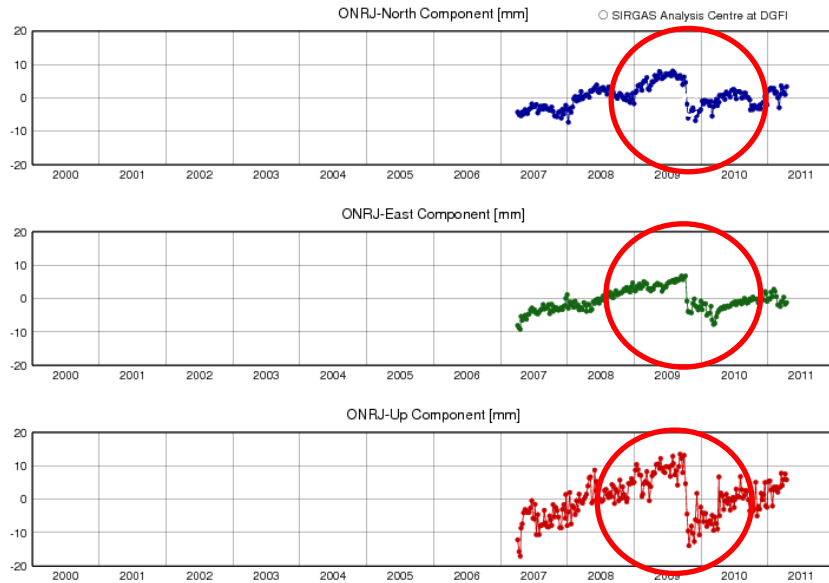




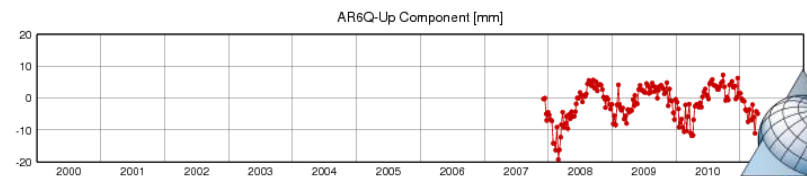
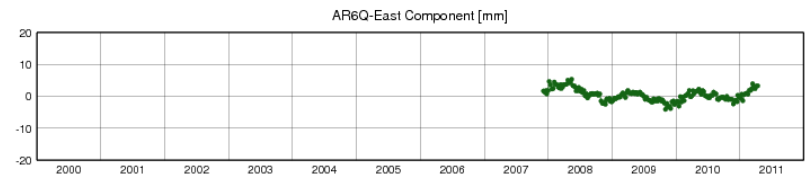
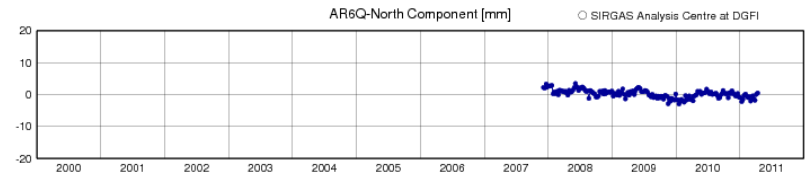
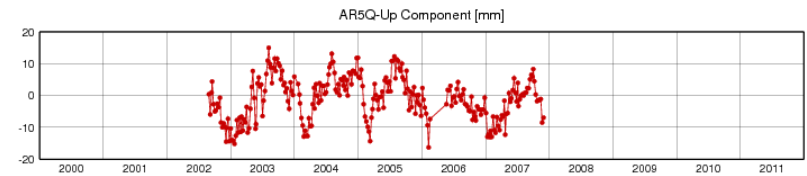
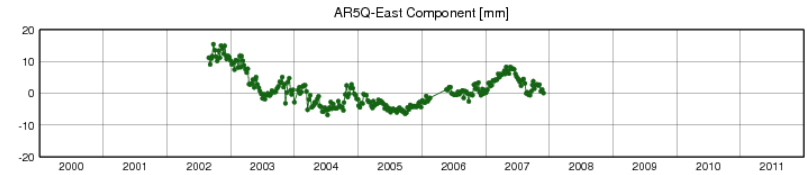
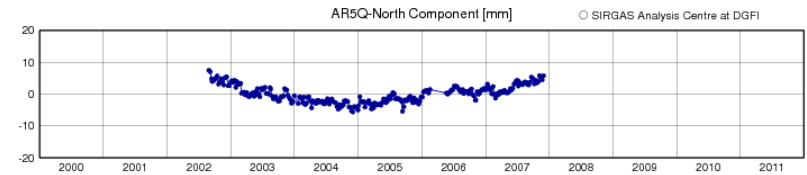
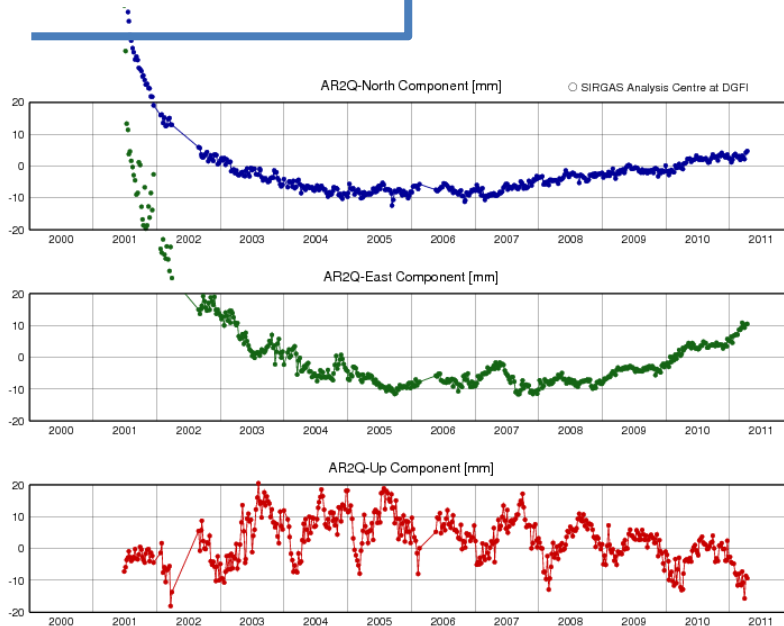
Identificación y reducción de *outliers*

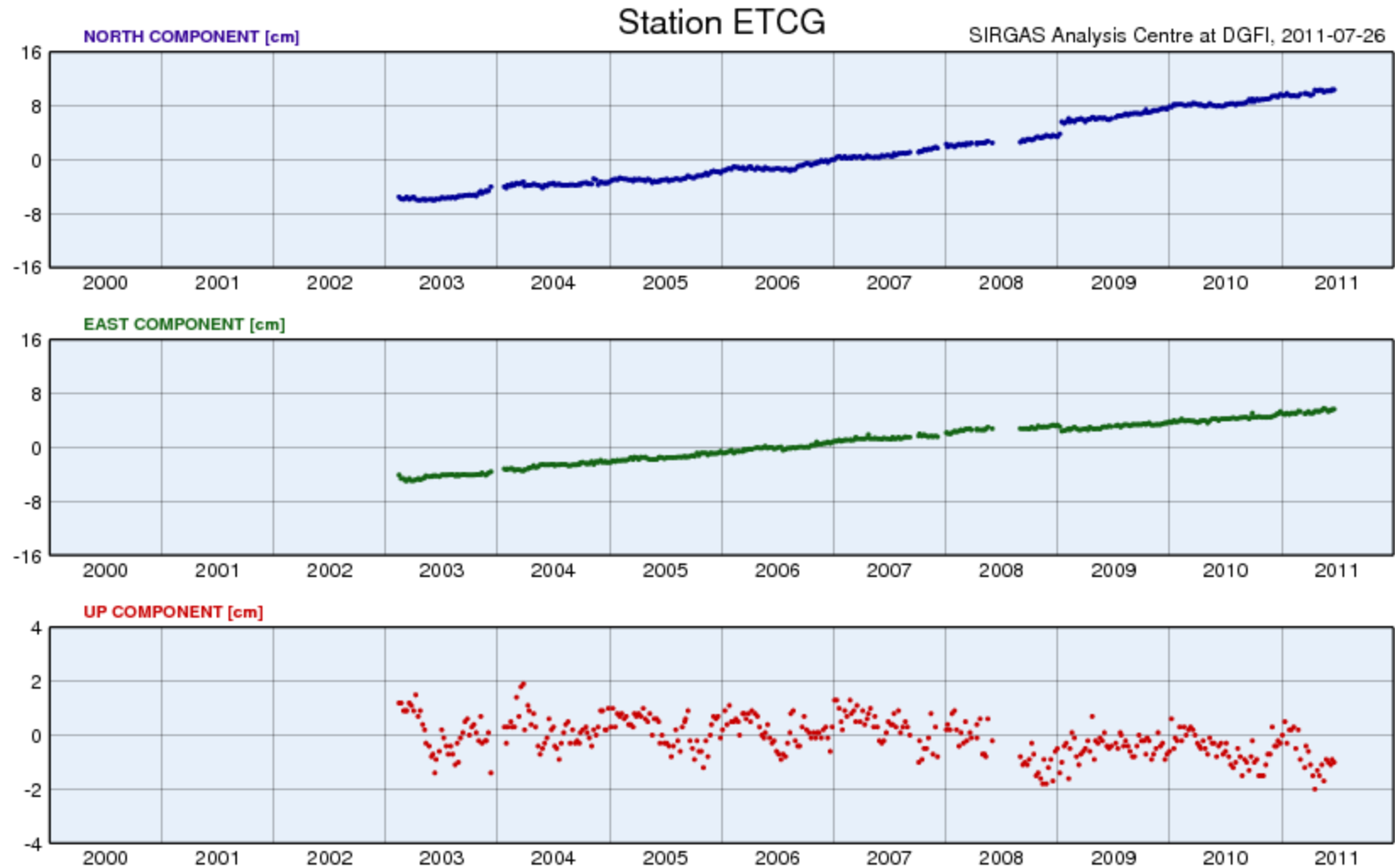


Identificación de saltos



Identificación de cambios en la tendencia de movimiento.





Station: **ETCG 40602M001**
 Location: Heredia, Costa Rica
 Status: active

Coordinates and velocities:

Time series for this station presents discontinuities or trend changes.
 Therefore, coordinates and velocities are classified in different periods

Solution: **SIR11P01**
 Epoch: **2005,0**
 Period: **2009-01-11 - 2011-04-16**

Solution: **SIR11P01**
 Epoch: **2005,0**
 Period: **2003-02-11 - 2009-01-09**

Geocentric values

X: 645208,2328 Å± 0,0007 m
 Y: -6249842,1907 Å± 0,0031 m
 Z: 1100399,4501 Å± 0,0008 m

Vx: 0,0119 Å± 0,0003 m/a
 Vy: 0,0049 Å± 0,0003 m/a
 Vz: 0,0176 Å± 0,0003 m/a

Ellipsoidal values

Height: 1193,6232 Å± 0,0037 m
 Latitude: 09Å° 59' 58,137413'' Å± 0,0010
 Longitude: -84Å° 06' 21,229897'' Å± 0,0013

V-North: 0,0180 Å± 0,0013 m/a
 V-East: 0,0124 Å± 0,0013 m/a
 V-Up: -0,0005 Å± 0,0021 m/a

Geocentric values

X: 645208,2376 Å± 0,0004 m
 Y: -6249842,1967 Å± 0,0008 m
 Z: 1100399,4368 Å± 0,0003 m

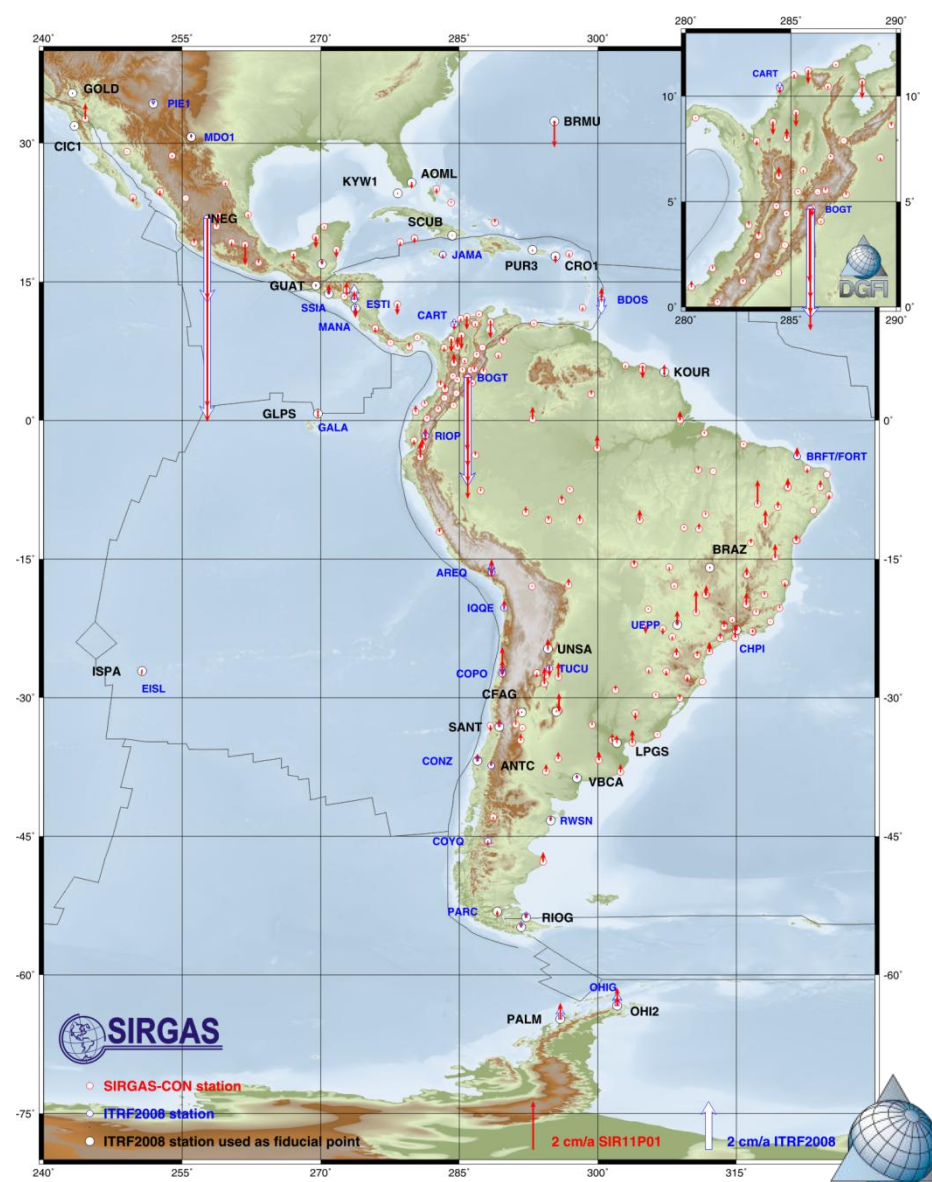
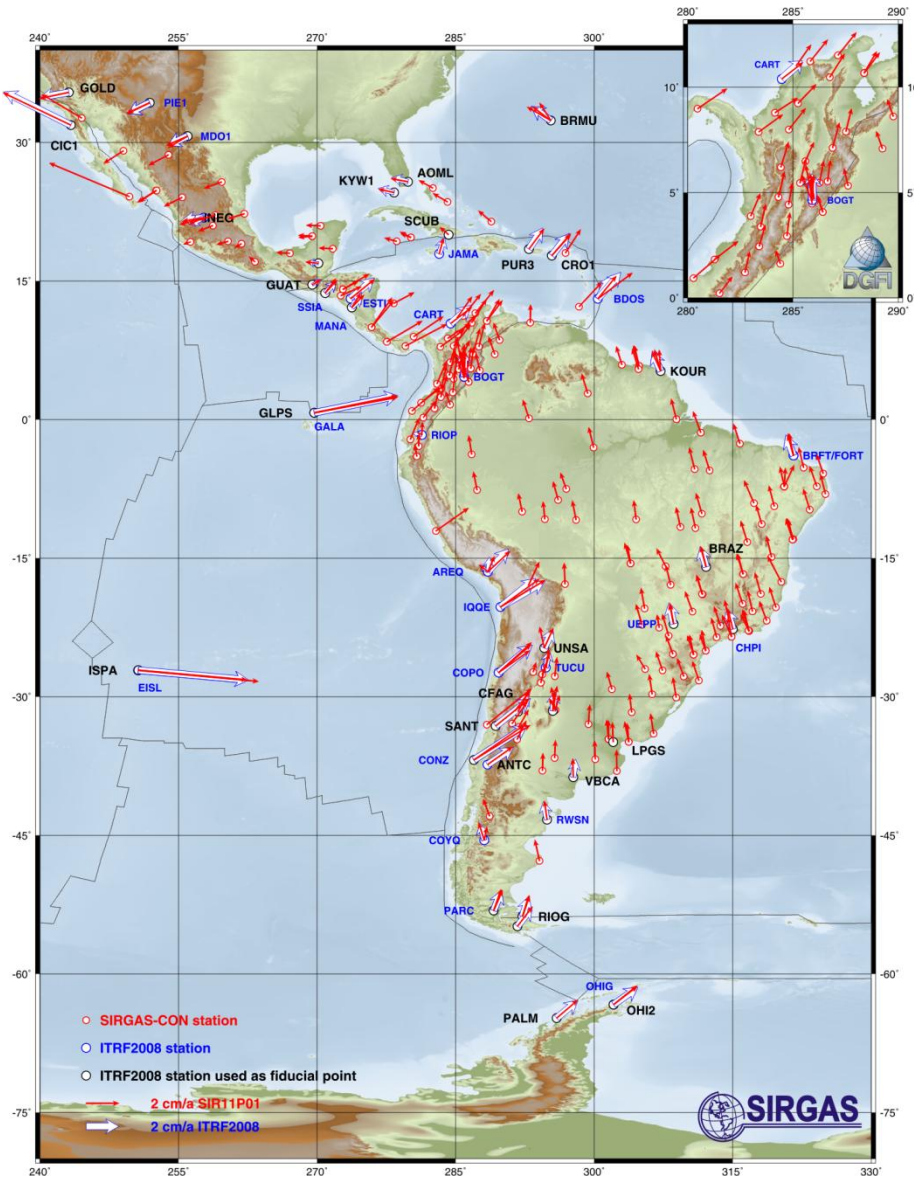
Vx: 0,0129 Å± 0,0003 m/a
 Vy: 0,0061 Å± 0,0003 m/a
 Vz: 0,0155 Å± 0,0003 m/a

Ellipsoidal values

Height: 1193,6272 Å± 0,0014 m
 Latitude: 09Å° 59' 58,136951'' Å± 0,0004
 Longitude: -84Å° 06' 21,229760'' Å± 0,0006

V-North: 0,0161 Å± 0,0007 m/a
 V-East: 0,0134 Å± 0,0006 m/a
 V-Up: -0,0019 Å± 0,0017 m/a

- El IGS08 se utiliza a partir de la semana 1632 (2011-04-17) y éste produce un salto en las series de tiempo, por ello la solución abarca hasta 2011-04-16.
- Período: 2000-01-02 – 2011-04-16 (588 semanas GPS)
- Estaciones: 230 con 269 ocupaciones
- Marco de referencia: ITRF2008, época 2005.0
- Precisión de las posiciones en la época de referencia:
 - Horizontal: 1,5 mm Vertical: 2,4 mm
- Precisión de las velocidades:
 - Horizontal: 0,7 mm/a Vertical: 1,1 mm/a
- Resultados: SIR11P01.SNX → archivo SINEX
SIR11P01.CRD → coordenadas [X, Y, Z]
SIR11P01.VEL → velocidades [Vx, Vy, Vz]



Problema 1: las velocidades constantes varían según la extensión del periodo utilizado para su cálculo

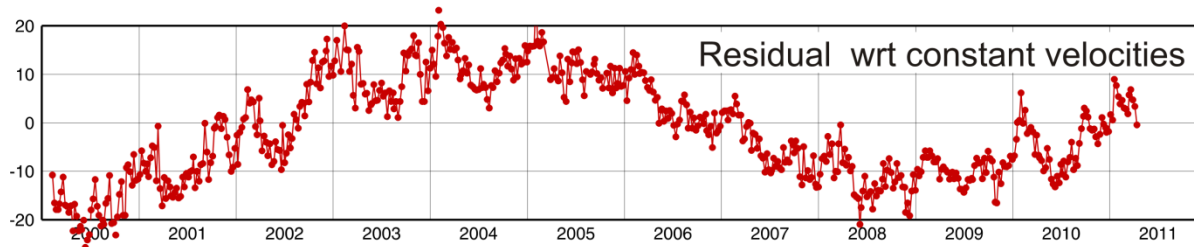
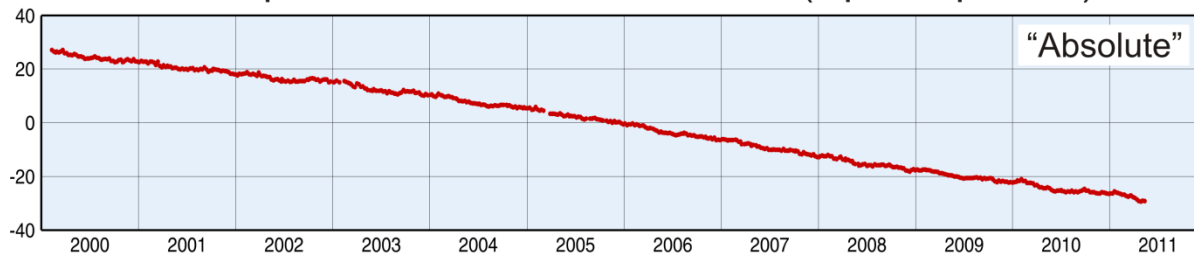
Velocidades verticales estimadas para BOGA

Feb 2000 - Jun 2004
-0,0419 0,0001 m/y

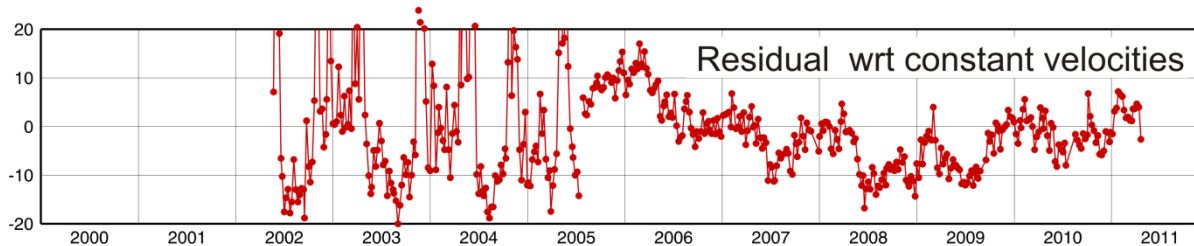
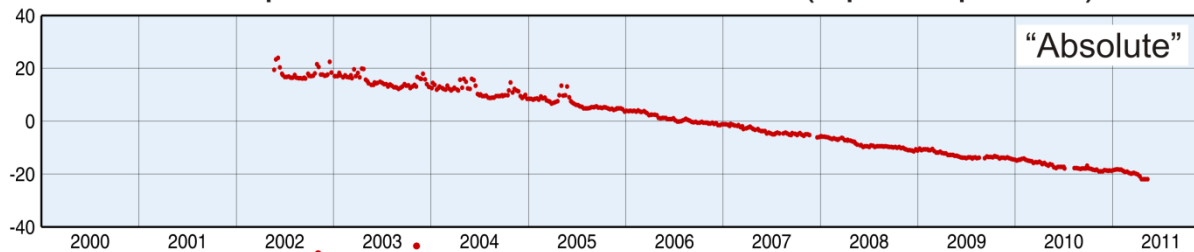
Jun 2004 - Dic 2008
-0,0612 0,0002 m/y

Feb 2000 - Abr 2011
-0,0503 0,0001 m/y

Station position time series of BOGA (Up component)

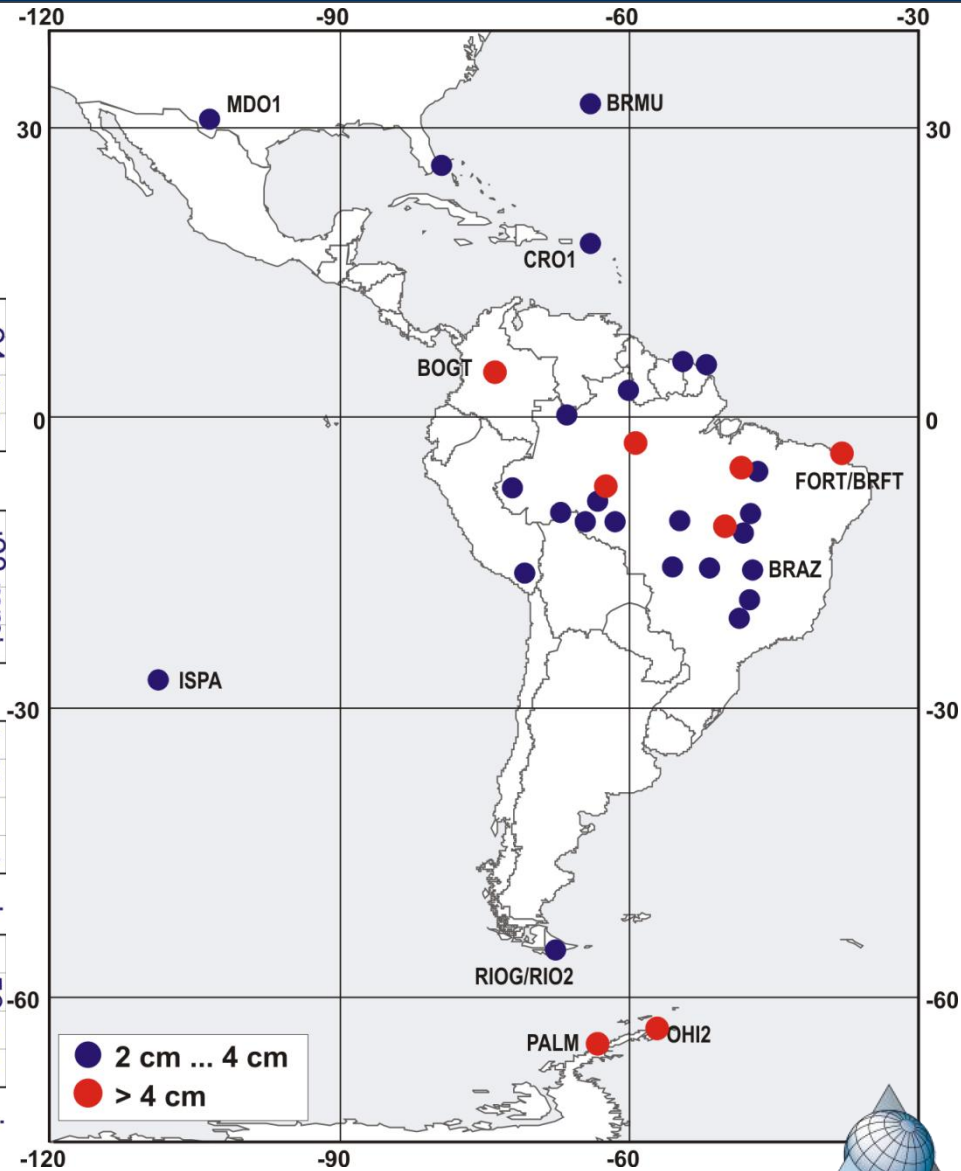
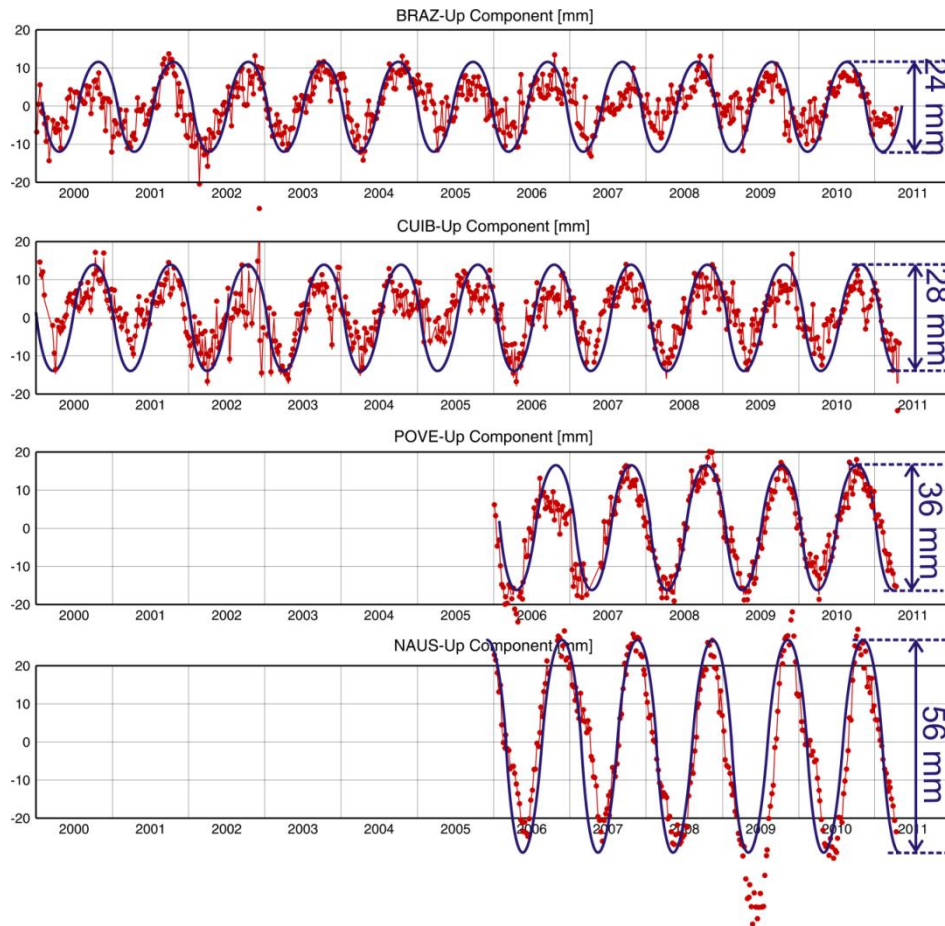


Station position time series of BOGT (Up component)



Problema 2: omisión de los movimientos no lineales de las estaciones de referencia

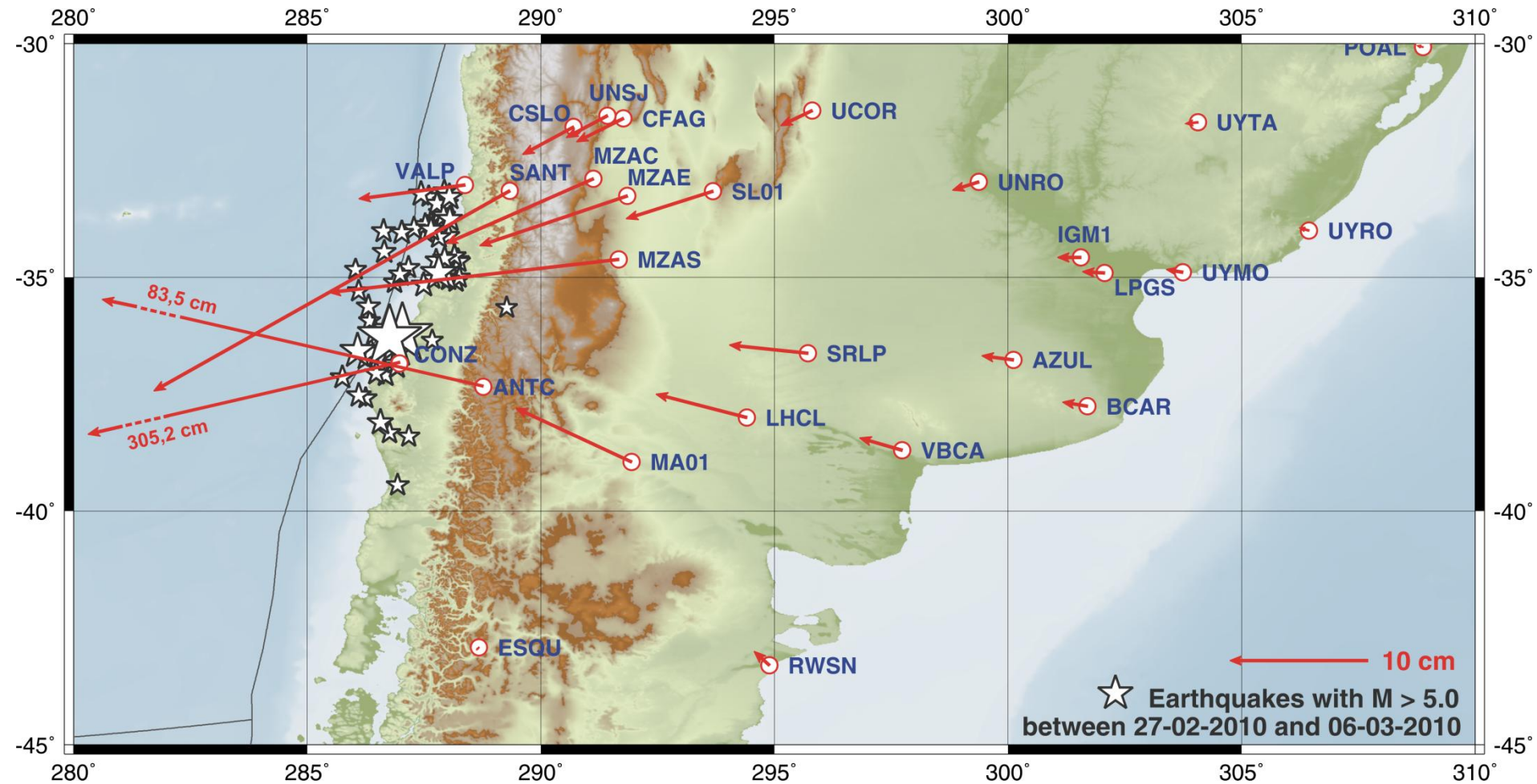
Estaciones SIRGAS-CON con movimientos estacionales de amplitudes mayores que 2 cm



Estaciones SIRGAS-CON afectadas por eventos sísmicos desde 2000

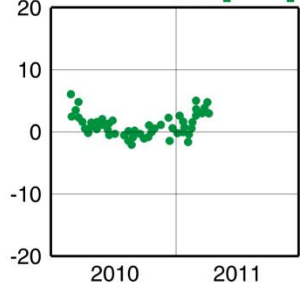
Location	Date	Mw	Coordinate change	Affected stations
Concepción, Chile	2011-02-12	6,1	2 cm	CONZ
Mexicali, Mexico	2010-04-04	7,2	23 cm	MEXI
Chile	2010-02-27	8,8	1 to 305 cm	23 stations
Costa Rica	2008-01-08	6,1	2 cm	ETCG
Martinique	2007-11-29	7,4	1 cm	BDOS, GTK0
Copiapo, Chile	2006-04-30	5,3	2 cm	COPO
Tarapaca, Chile	2005-06-13	7,9	6 cm	IQQE
Managua, Nicaragua	2004-10-09	6,9	1 cm	MANA
Arequipa, Peru	2001-06-23	8,4	52 cm	AREQ
El Salvador	2001-02-13	7,8	4 cm	SSIA

Desplazamientos cosísmicos durante el terremoto de 2010-02-27

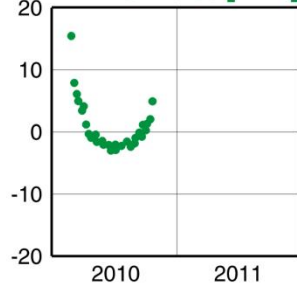


Comparación de las velocidades antes y después del terremoto de Chile (són un año!)

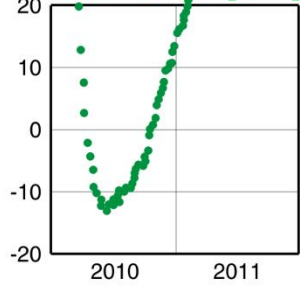
VALP-East [mm]



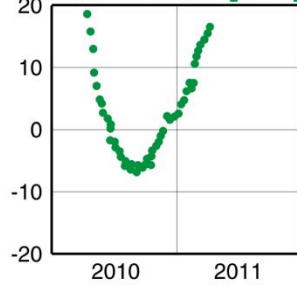
MZAS-East [mm]



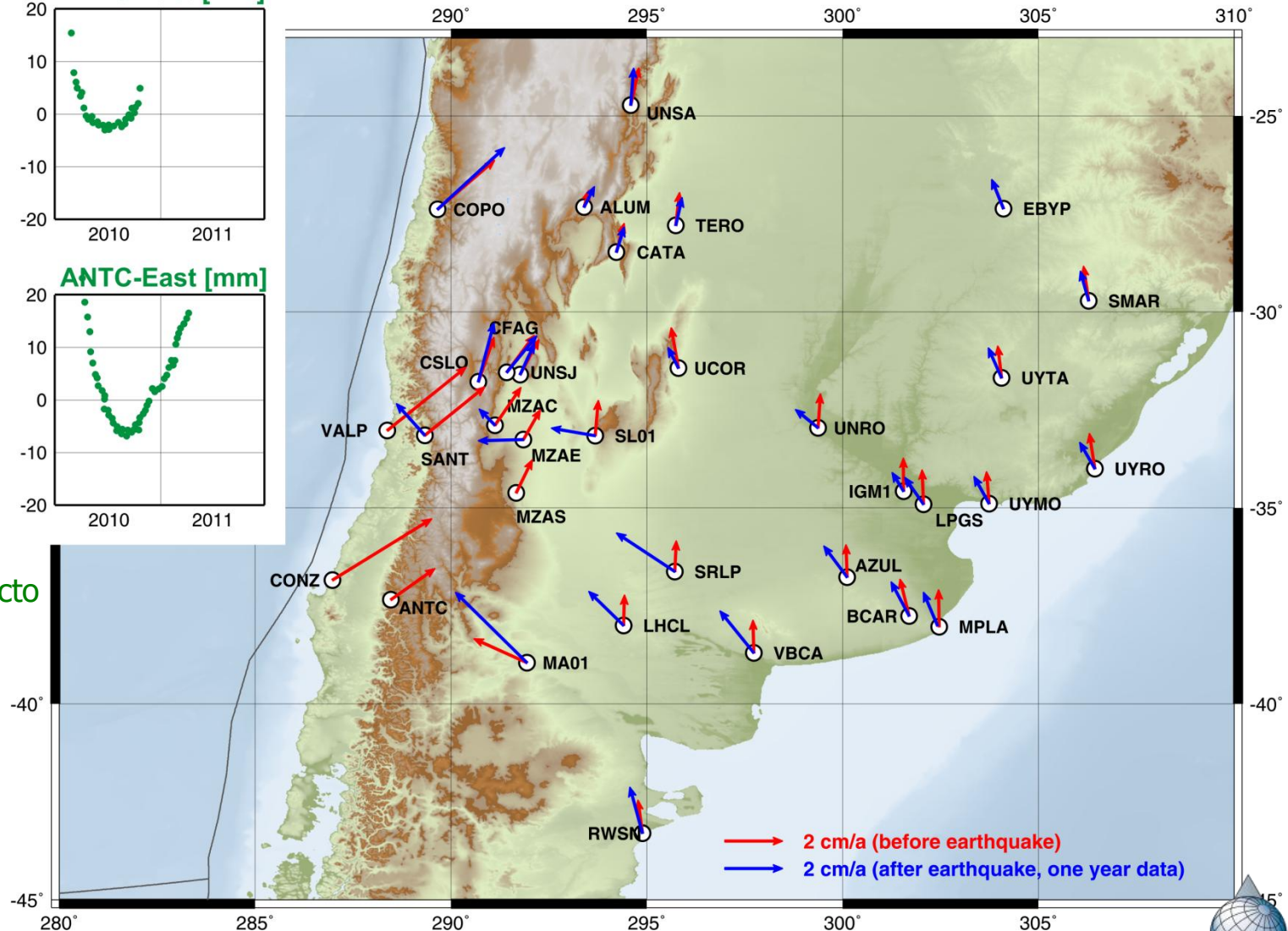
CONZ-East [mm]



ANTC-East [mm]



Series de tiempo
residuales con respecto
a velocidades
constantes
(componente este)



1. La solución SIR11P01 incluye solamente soluciones semanales asociadas al IGS05 (desde 2000-01-02 hasta el 2011-04-16);
2. El cálculo de una nueva solución multianual requiere del reprocesamiento de las soluciones semanales utilizando el IGS08 como marco de referencia (a la espera del reprocesamiento de los productos del IGS);
3. El cálculo de velocidades constantes (movimientos lineales de las estaciones) es insuficiente para representar la cinemática real del marco de referencia. Se requiere del análisis y modelado de los movimiento no lineales.
4. Los eventos sísmicos, además de provocar desplazamientos (saltos) en las estaciones, también provocan cambios en la tendencia de su movimiento. Esta deformación post-sísmica no puede ser modelada con velocidades constantes.