



# Monitoreo Desplazamientos Tectónicos de las CORS República Dominicana

Alexander T. Holsteinson, José Román Peña  
H.

Santo Domingo, Republica Dominicana

Noviembre 2015



# Problemática

- República Dominicana esta ubicada en la zona emergente de desmoronamiento tectónico del extremo Norte de la placa del Caribe.
- La geografía nacional es cruzada de Este a Oeste por 2 fallas primarias, Septentrional y Enriquillo.
- Desde 1994 el proyecto CANAPE encabezado por Eric Calais, viene realizando ocupaciones estáticas GNSS en mas de 30 puntos de control en el país.
- La destrucción de los PC limitan alcance de CANAPE
- Las CORS locales se desplazan con velocidades y en direcciones diferentes según cada placa.
- Los desplazamientos tectónicos locales han desplazado las CORS desde el 2002.0 0.15m



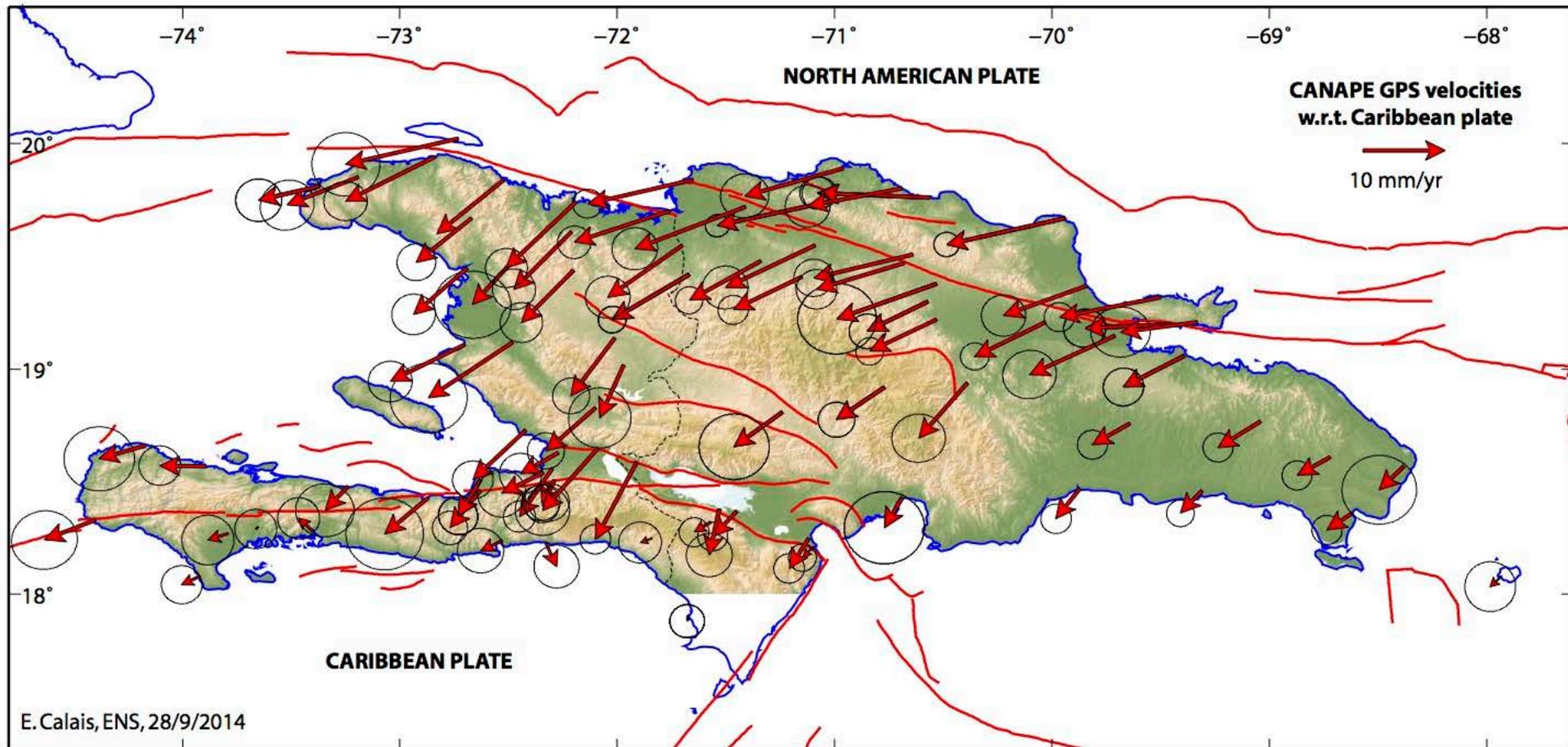
# Planteamientos

- Se desea densificar las CORS a ambos lados de las 2 fallas primarias para monitorear y modelar sus desplazamientos tectónicos en el tiempo.
- Emplear desplazamientos y velocidades tectónicas como indicadores macro de riesgo sísmico.
- Se requieren ajustes periódicos de las coordenadas de las CORS, tanto por cambios de marco de referencia como por desplazamientos tectónicos.
- A falta de un estándar internacional para el ajuste de las coordenadas de CORS en el tiempo, localmente el Reglamento de Mensuras Catastrales georreferenciadas exige una tolerancia horizontal máxima relativa de  $\pm 0.05\text{m}$  con respecto a las



# Caribbean North American Plate Experiment (CANAPE) 1994-....

## Vectores GNSS CANAPE Hispaniola 2014

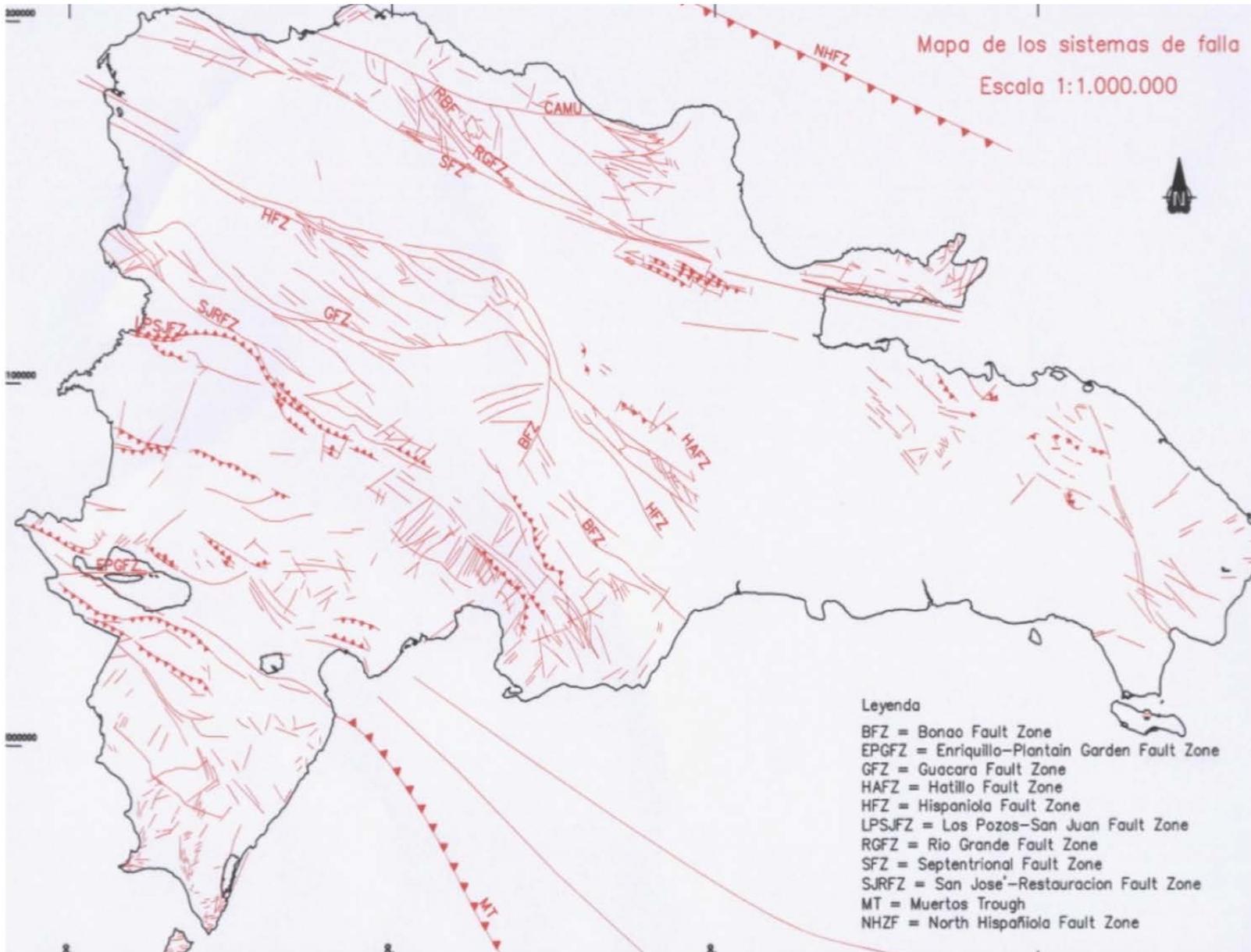




# Gran cantidad de fallas sin estudiar

Muchas fallas tectónicas conocidas en la RD pero cuales son capaces de generar grandes sismos?

Cada una requiere investigación sísmológica, geológica, geofísica y geodésica GNSS





# Red de Estaciones Permanentes Satelitales Dominicanas (REP)

- Se establece esta red geodésica GPS mediante un préstamo del Banco Interamericano (BID) de USD40 millones en base a 4 CORS Ashtech Z12 L1/L2:
- **BARA, LVEG, SPED y SROD**
- Datum: ITRF00 época 2002.0
- Elipsoide: IAG GRS-80
- Proyección: UTM Zona 19 North
- Modelo geoidal: NGS Carib97
- 56 puntos de control (PC) fueron monumentados y ocupados con GPS estático por 6 horas en Octubre 2002 distribuidos en la geografía nacional.
- 81% de estos PC están destruidos a la fecha.
- **Desde el 2002, RD no invierte en nuevas CORS**



# Mapa 4 CORS JI ITRF00 2002.0

Red Geodésica Nacional de la Jurisdicción Inmobiliaria (JI)



<http://www.ji.gov.do/index.php/mensuras-catastrales/130-red-geodesica>



# 129 CORS COCONet a Nov 2015

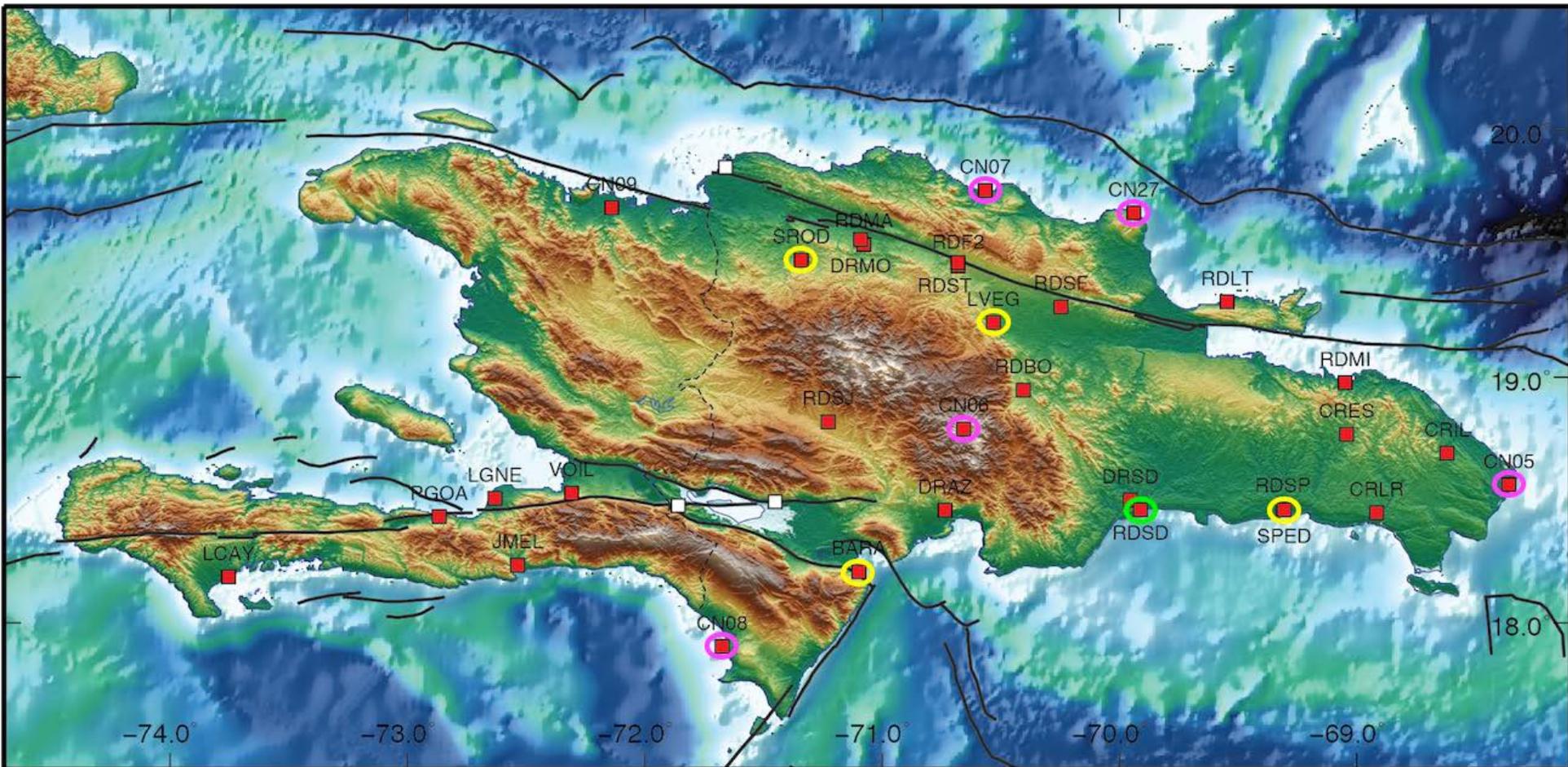
Esperamos por las nuevas CORS del INEGI para densificar aún más la placa del Caribe y mejorar su monitoreo y modelaje



Toda nueva iniciativa debe tener en cuenta las CORS existentes para no colocarlas duplicadas



# CORS Dominicanas a Nov 2015



Amarillas: 4 CORS COCONet Jurisdicción Inmobiliaria

Magentas: 5 CORS COCONet ONAMET

Verde: 1 CORS IGS GMEX/SIRGAS/RTX/NGS **RDSD**

Rojas: 12 CORS privadas



# Ajustes de la Red Geodésica Satelital Dominicana

- El Plate Boundary Observatory (PBO) de UNAVCO calcula diariamente las nuevas coordenadas ECEF **XYZ** en el marco de referencia **IGS08** para las CORS COCONet en el país.
- El 25 de Junio del 2013 se lleva a cabo, en base al acuerdo de COCONet de UNAVCO con la Jurisdicción Inmobiliaria (JI), el cambio en la Red Geodésica Dominicana del marco de referencia del **ITRF2000 al IGS08** y de las coordenadas de referencia de cada una de las CORS debido a los desplazamientos tectónicos normales acumulados unos 0.14 metros hacia el NE40° (media), desde la época 2002.0.
- El Estado Dominicano no ha invertido desde el 2002 en hardware ni software especializado geodesico (Bernese, etc.) ni en capacitar sus geodestas para operar estos, por lo que depende totalmente de los aportes internacionales para monitoreo y ajustes de su Red Geodésica Nacional.



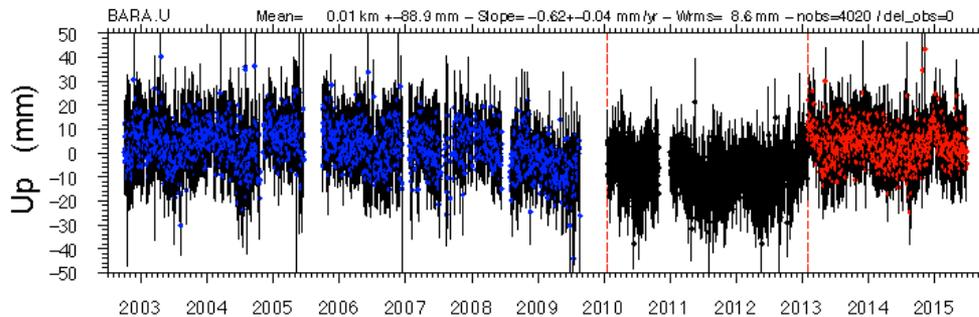
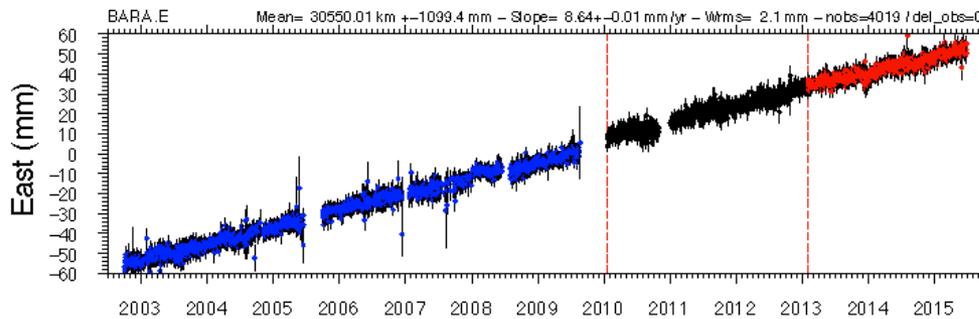
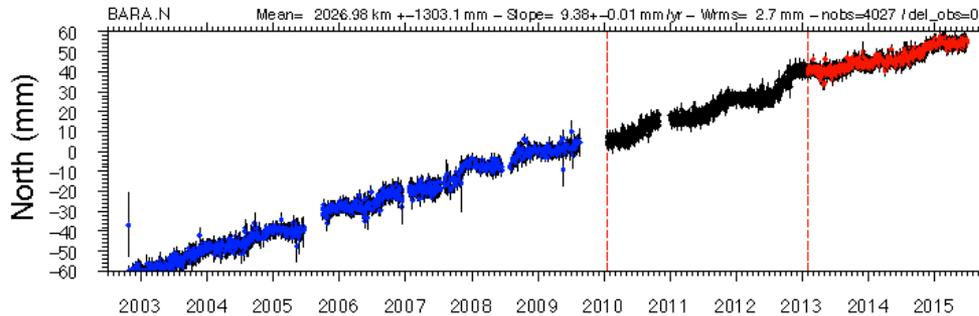
# Desplazamientos BARA

Monitoreo CANAPE 2003...  
(Calais et al)

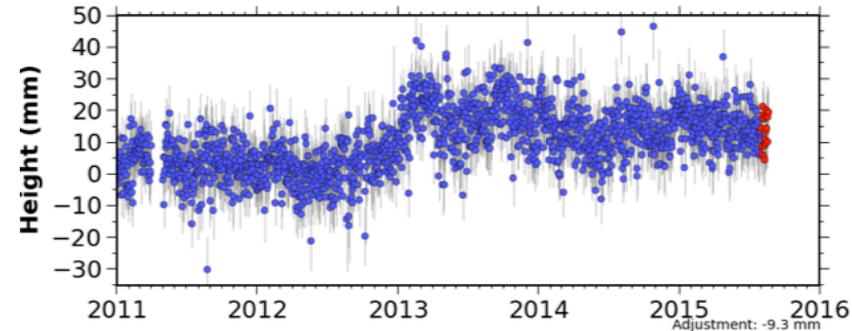
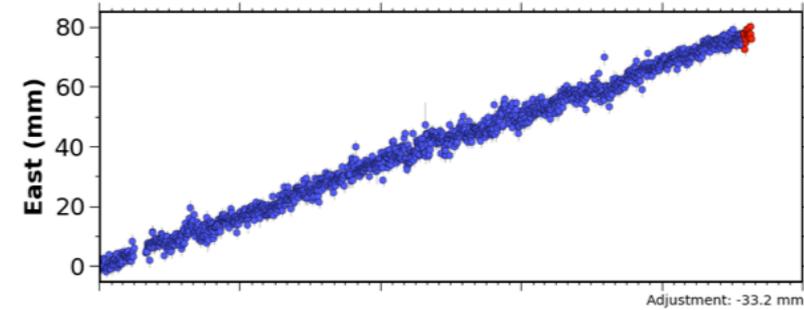
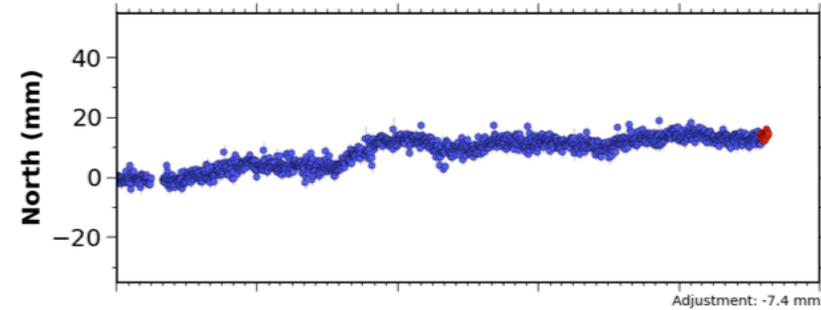
Monitoreo PBO 2011...

**BARA (Barahona) NAM08**

Processed Daily Position Time Series - Cleaned (Outliers Removed)



Last updated Sat Oct 17 18:22:12 UTC 2015



● Final solution ● Rapid solution — Std. Dev.

Source file: BARA.pbo.nam08.pos Last epoch plotted: 2015-08-20 12:00:00



# Desplazamientos BARA

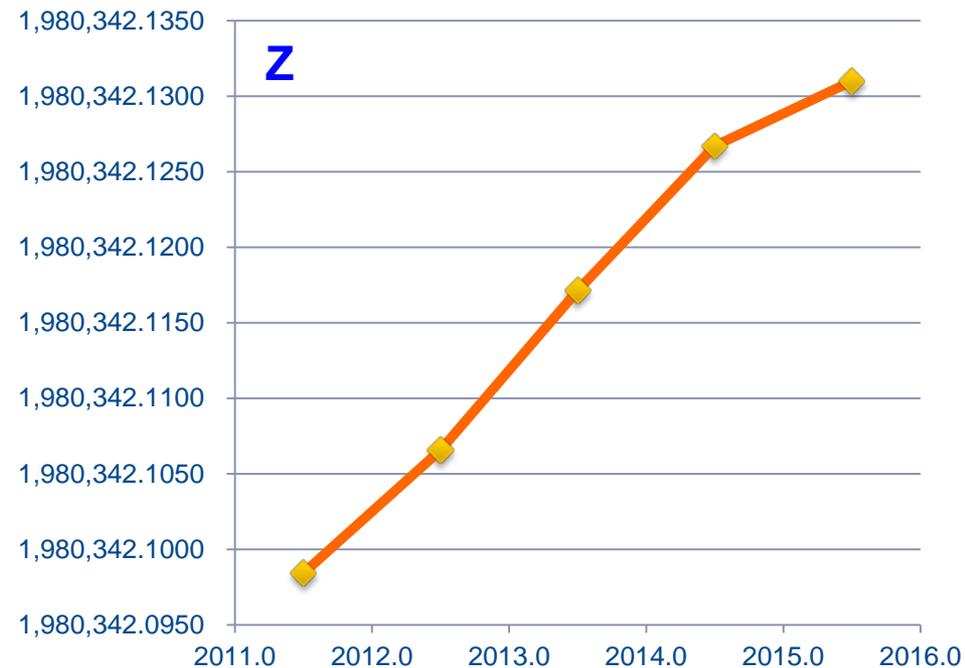
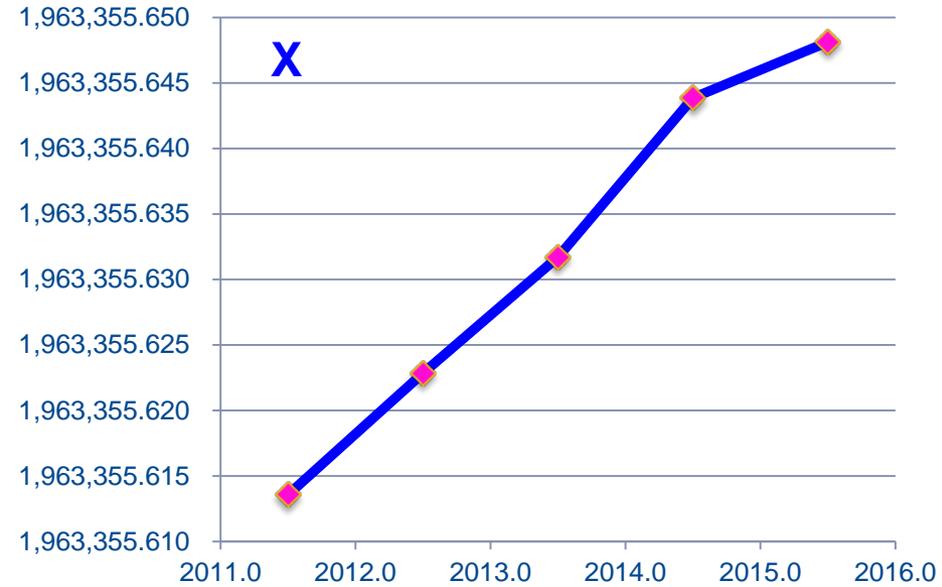
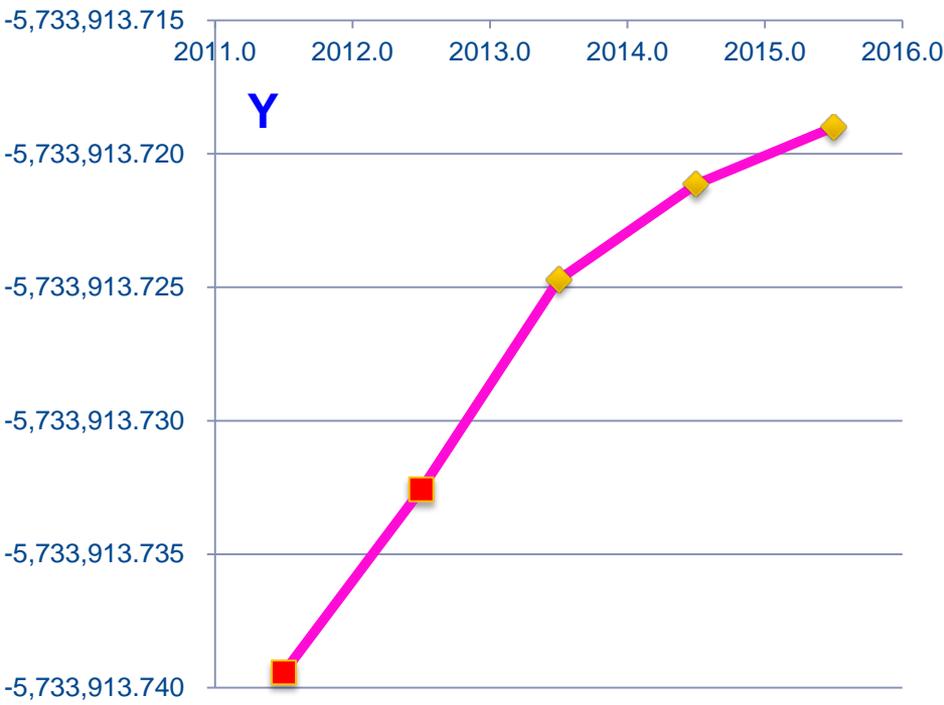
Monitoreo COCOnet UNAVCO 2011...





# Desplazamientos anuales BARA ECEF XYZ en ITRF08

El monitoreo con soluciones periódicas PPP de los incrementos y las tendencias de los desplazamientos en coordenadas ECEF XYZ son mas fácil de visualizar sus cambios en el tiempo y estandarizar sus comparaciones entre los de otras CORS





# Control de Posiciones XYZ IGS08 CORS NGS OPUS Static DD - Trimble RTX PPP

<b>Desplazamiento acum</b>	<b>0.0346</b>	<b>m</b>	<b>0.0204</b>	<b>m</b>	<b>0.0326</b>	<b>m</b>
<b>Velocidad anual media</b>	<b>0.0086</b>	<b>m</b>	<b>0.0051</b>	<b>m</b>	<b>0.0081</b>	<b>m</b>
			<b>XY</b>		<b>XZ</b>	
<b>Desplazamiento total</b>	<b>0.0517</b>	<b>Azimuth</b>	<b>59.42077</b>	<b>Azimut</b>	<b>46.70618</b>	

Año	X	Delta X	Y	Delta Y	Z	Delta Z
2011.5	1,963,355.614		-5,733,913.739		1,980,342.0984	
2012.5	1,963,355.623	0.0093	-5,733,913.733	0.0069	1,980,342.1066	0.0081
2013.5	1,963,355.632	0.0089	-5,733,913.725	0.0079	1,980,342.1171	0.0106
2014.5	1,963,355.644	0.0121	-5,733,913.721	0.0036	1,980,342.1267	0.0096
2015.5	1,963,355.648	0.0043	-5,733,913.719	0.0021	1,980,342.1310	0.0043

**Promedio 2011-  
2015**

**0.0086 m**

**0.0051 m**

**0.0081**

<b>BARA PBO IGS08 2013.4822</b>	1,963,355.626	0.005	-5,733,913.738	0.008	1,980,342.124	0.004
<b>NGS OPUS Static IGS08 DD</b>	1,963,355.632	0.011	-5,733,913.725	0.011	1,980,342.117	0.009
<b>Delta Opus-PBO</b>	<b>0.006</b>		<b>0.013</b>		<b>-0.007</b>	
<b>RTX ITRF08 PPP</b>	1,963,355.637	0.021	-5,733,913.744	0.024	1,980,342.121	0.010
<b>Delta RTX-PBO</b>	<b>0.011</b>		<b>-0.006</b>		<b>-0.003</b>	



# Conclusiones

- La República Dominicana posee 2 fallas con alto potencial para sismos magnitud  $>7$ , Enriquillo y Septentrional, ambas sin una adecuada cobertura de CORS y demás instrumentaciones geofísicas, lo cual implica un alto riesgo para las poblaciones de ambas zonas.
- La comparación de los posicionamientos en línea Trimble RTX PPP y Doble Diferenciación (DD NGS Opus Static), permiten un monitoreo adecuado, rápido y económico a aquellas instituciones carentes de recursos tecnológicos, humanos y financieros.
- Localmente, el RTX PPP es más preciso que el NGS OPUS Static.
- Las gráficas de monitoreo de posiciones ECEF XYZ periódicas de las CORS para reflejar sus desplazamientos son factibles y prácticas.
- La representación en 3D de los puntos de referencia de las CORS y sus cambios en el tiempo no son frecuentes en la literatura de referencia.
- El cómputo y presentación de los azimuts X/Y y X/Z de los inversos geodésicos 3D de las CORS no son frecuentes en la literatura vista.



# Recomendaciones

- RD requiere adoptar un estándar internacional para el ajuste de las coordenadas de referencia de las CORS locales por desplazamientos en el tiempo para el país coherente con el marco de referencia IGS/SIRGAS, sobretodo ahora que cuenta con su primera CORS IGS GMEX/SIRGAS y tendrá acceso a su solución SIRGAS-CON.
- Se requiere que las instituciones oficiales dominicanas encargadas de la Red Geodésica Nacional implementen un sistema de monitoreo de las coordenadas ECEF XYZ de las posiciones diarias de cada CORS en base a software de post proceso Bernese, GIPSY, GAMIT así como PPP
- La investigación para monitorear los inversos geodésicos 3D y azimuts de las posiciones periódicas de las CORS debe incentivarse.
- La investigación sobre la correlación entre una reducción en los desplazamientos de CORS y predecir la posibilidad de la ocurrencia de sismos debe incentivarse para que forme parte de la estrategia de mitigación de desastres naturales.



# Preguntas, comentarios o sugerencias?

