

Simposio SIRGAS 2016

Estimación y seguimiento del retardo troposférico GPS empleando posicionamiento de punto preciso

¹Víctor Cioce, ¹Espinoza D., ¹Rincón M.F., ¹Wildermann E., ¹Royero G., ²Sánchez L.

vcioce@fing.luz.edu.ve

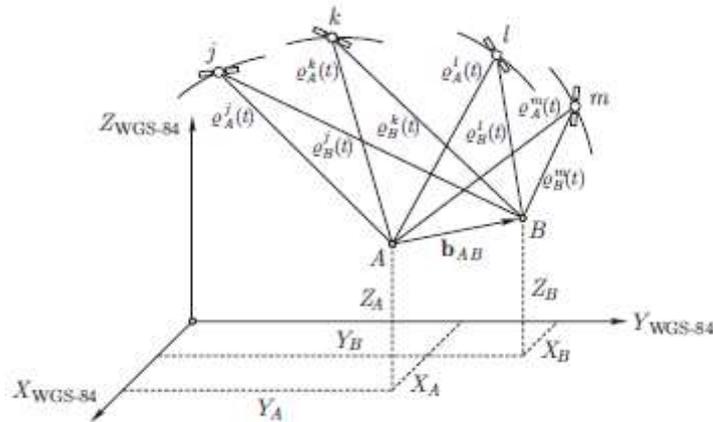
¹Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ)

²Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM)

16 al 18 de noviembre, 2016
Quito - Ecuador

1. Generalidades:

- La estimación GNSS se da bajo dos modalidades bien definidas:

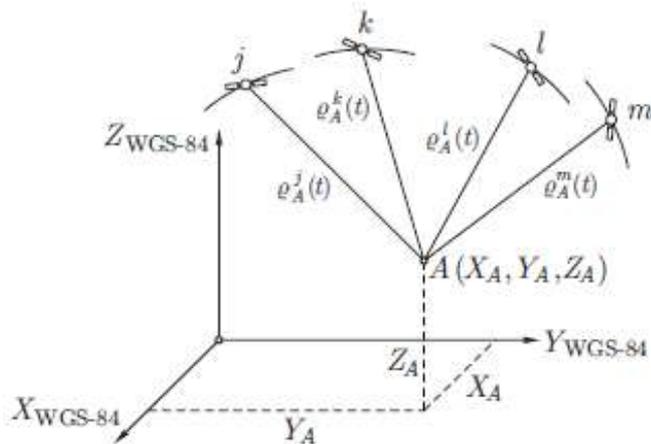


Estimación Relativa

- Requiere observaciones simultáneas entre las estaciones
- Sesgos o errores comunes se cancelan/reducen al diferenciar las observaciones
- Las dobles-diferencias representan el modelo estándar

Estimación Absoluta

- Solo depende de la posición de los satélites
- Disponer de información orbital precisa es fundamental
- Reducir/modelar las fuentes de error es fundamental
- El Posicionamiento de Punto Preciso (PPP) representa la estrategia de cálculo de mayor efectividad



Ambos tipos de estimación dan solución para cualquier incógnita de interés definida por la ecuación de observación



$$O = f(X_s, X_r, \delta t_s, \delta t_r, \delta_{tro}, \delta_{ion}, \delta_{tide}, \delta_{rel}, N_i^k, \varepsilon)$$

Ejemplo →

Coordenadas
geocéntricas cartesianas
de las estaciones
 $(X, Y, Z)_{ITRF}$

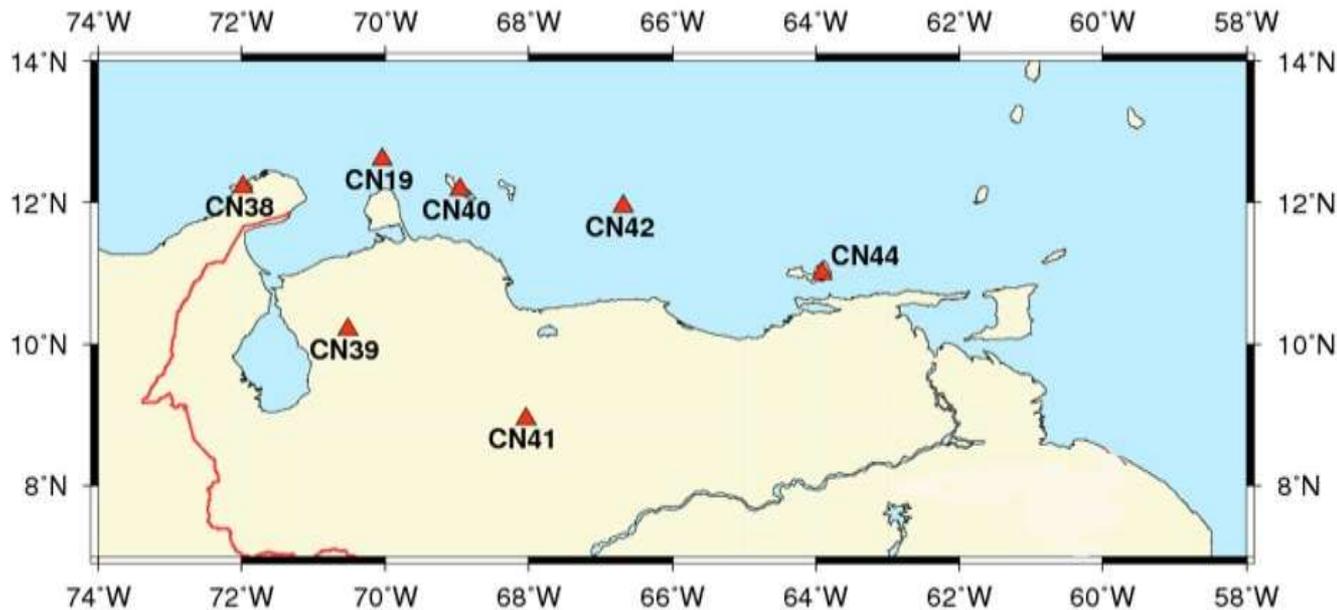
Retardo Troposférico
(ZTD = ZHD + ZWD)

- Una de las ventajas del PPP es su eficacia así como su rendimiento al momento de ser implementado.
- Además, al no haber dependencia de otras estaciones no hay propagación de errores hacia la estación de interés.
- Trabajos previos dentro de SIRGAS se han venido desarrollando orientándolos a la determinación de posición, entonces:

Qué sucede cuando se trata del retardo troposférico?

2. Estimando retardo troposférico mediante PPP:

- Se realizó el cálculo del retardo troposférico considerando siete (7) estaciones de la Continuously Operating Caribbean GPS Observational Network (COCONet).



- En Venezuela
 - CN39 (Quebrada Arriba)
 - CN41 (El Baúl)
 - CN42 (Los Roques)
 - CN44 (Isla de Margarita)
- Fuera de Venezuela
 - CN38 (Cerrejón, Colombia)
 - CN19 (Noord, Aruba)
 - CN40 (Williamsted, Curaçao)

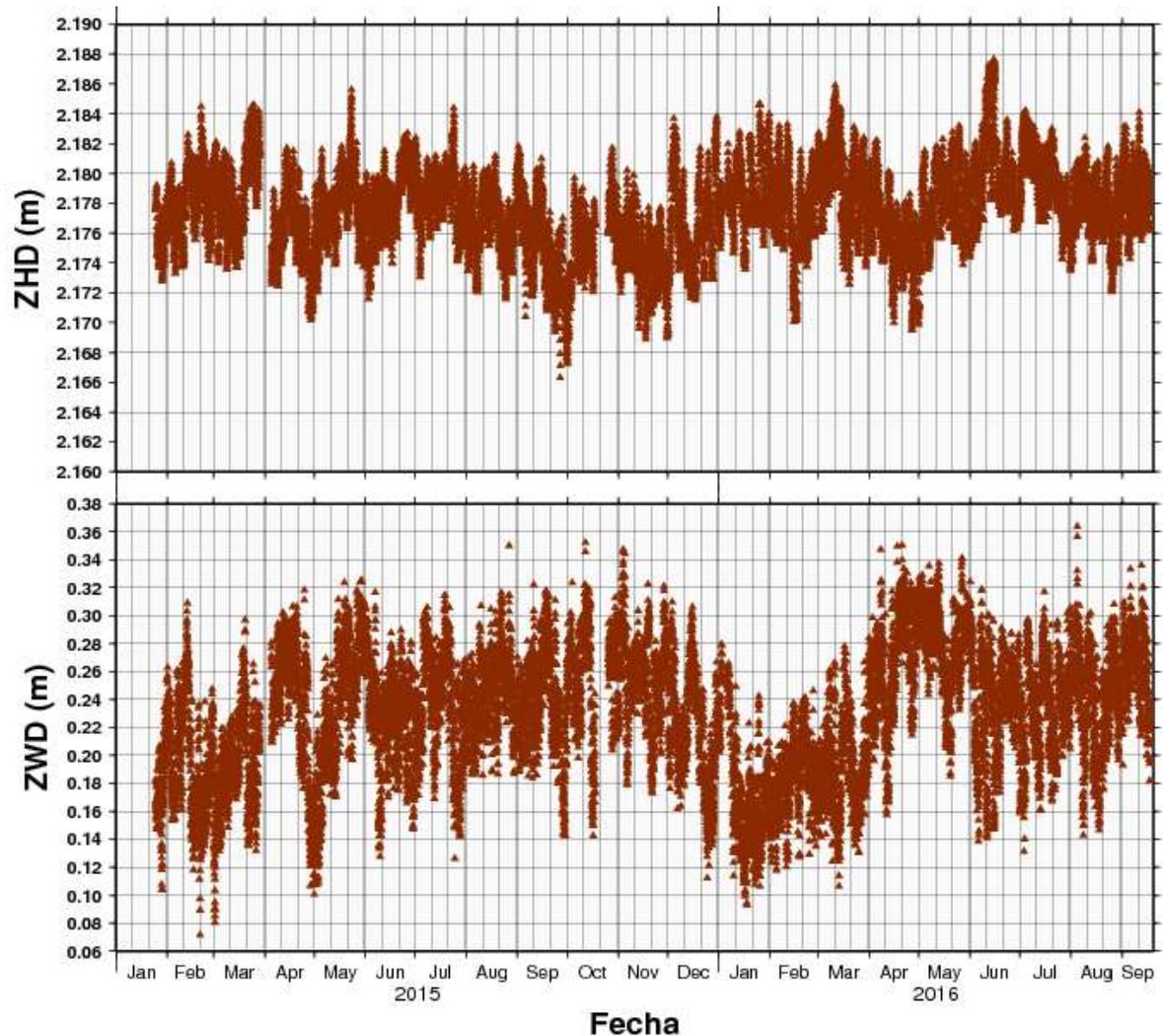
- El procesamiento abarcó datos GPS desde enero-2015 a septiembre-2016.
- La plataforma de cálculo utilizada fue el Bernese GNSS Software v5.2 bajo las condiciones de una estimación rigurosa.

ZHD y ZWD para la estación CN39 (Quebrada Arriba, Venezuela) estimado con PPP

- Componente hidrostática (ZHD) modelada a partir de la VMF1.
- Componente no-hidrostática (ZWD) calculada, calidad interna (precisión):

$\pm 0,6\text{mm}$

Resultados consistentes para el resto de las estaciones de prueba.



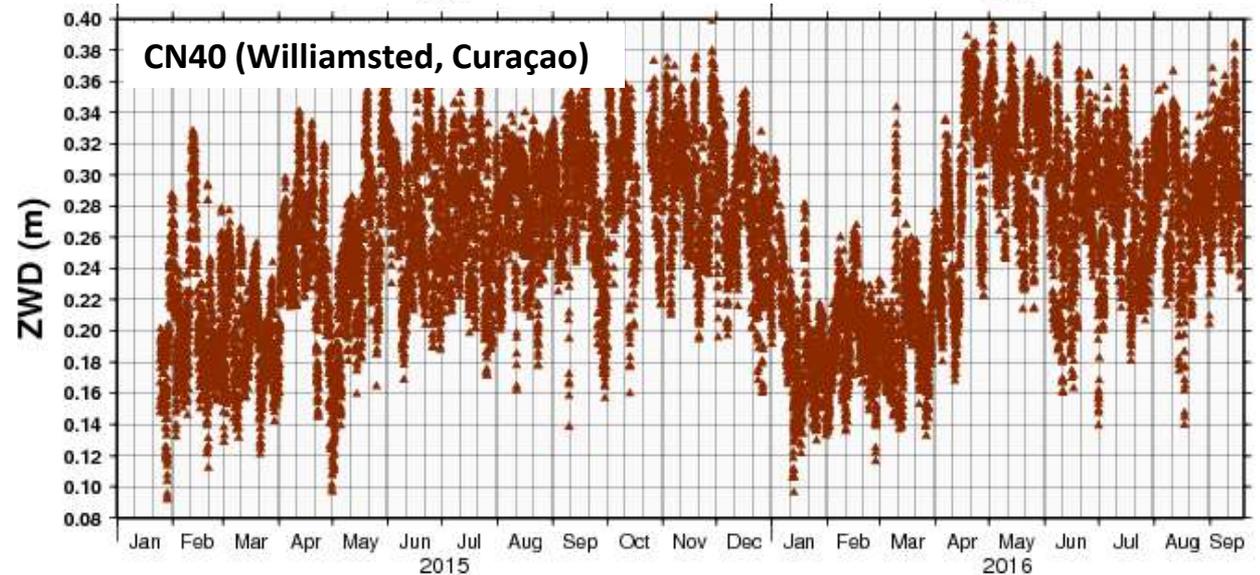
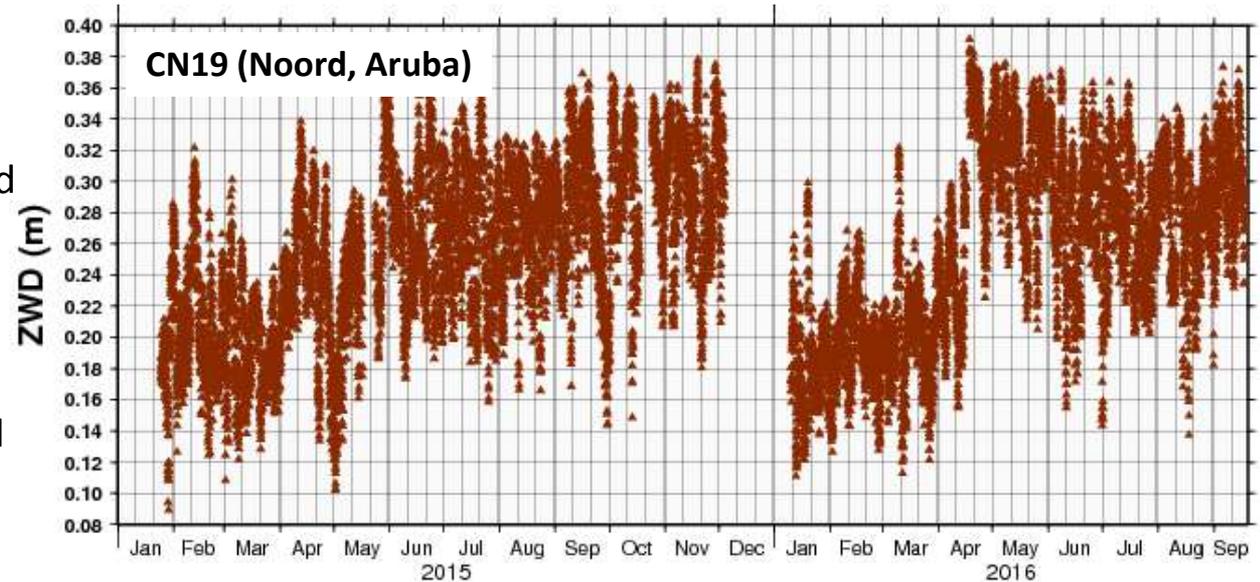
- Verificando la representatividad de la estimación:



revela la correlación espacial del retardo troposférico

e.g. ZWD en CN19 y CN40

- Separación aproximada de 132km
- Cercanamente a la misma latitud



Fecha

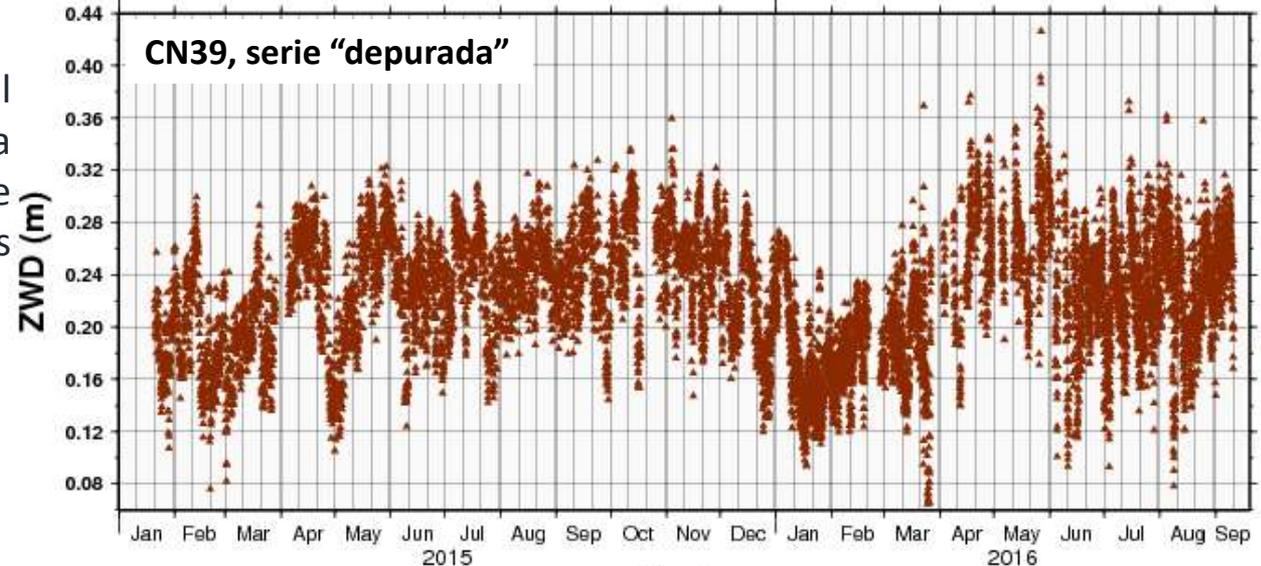
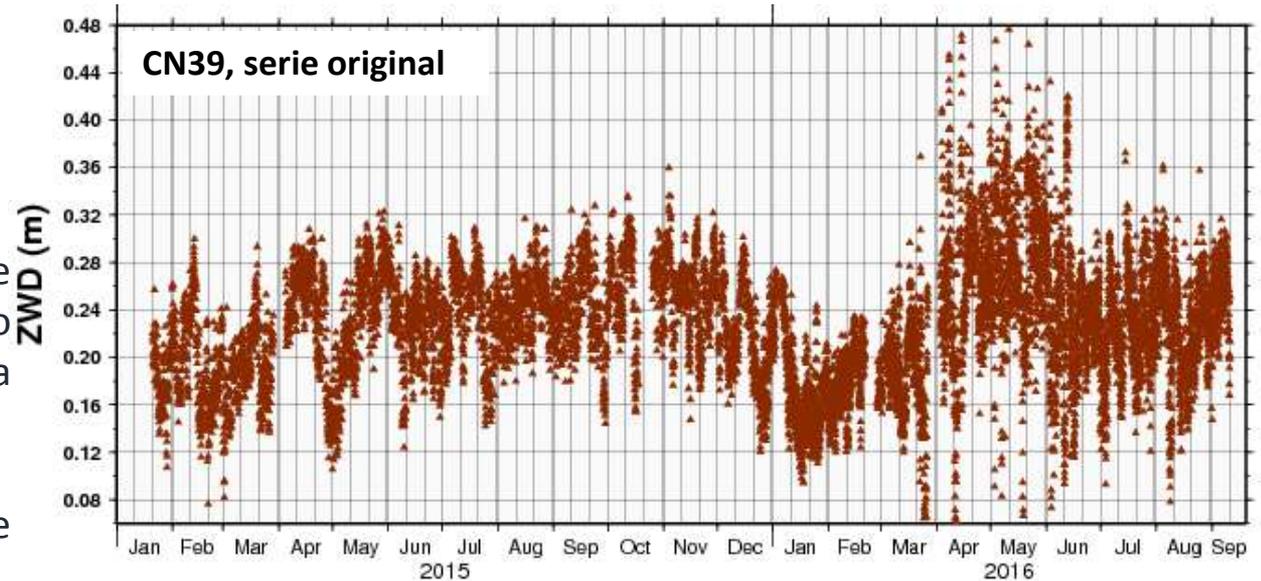
Comparando con estimación diferencial

- **Previo:**

Al aplicar DD debe prestarse especial cuidado al tratamiento de errores correlacionados con la distancia.

El efecto de estos errores se propaga afectando la estimación.

- El retardo por DD proviene del procesamiento paralelo de la red SIRGAS-CON LUZ en el que se consideran estas estaciones COCONet.



Fecha

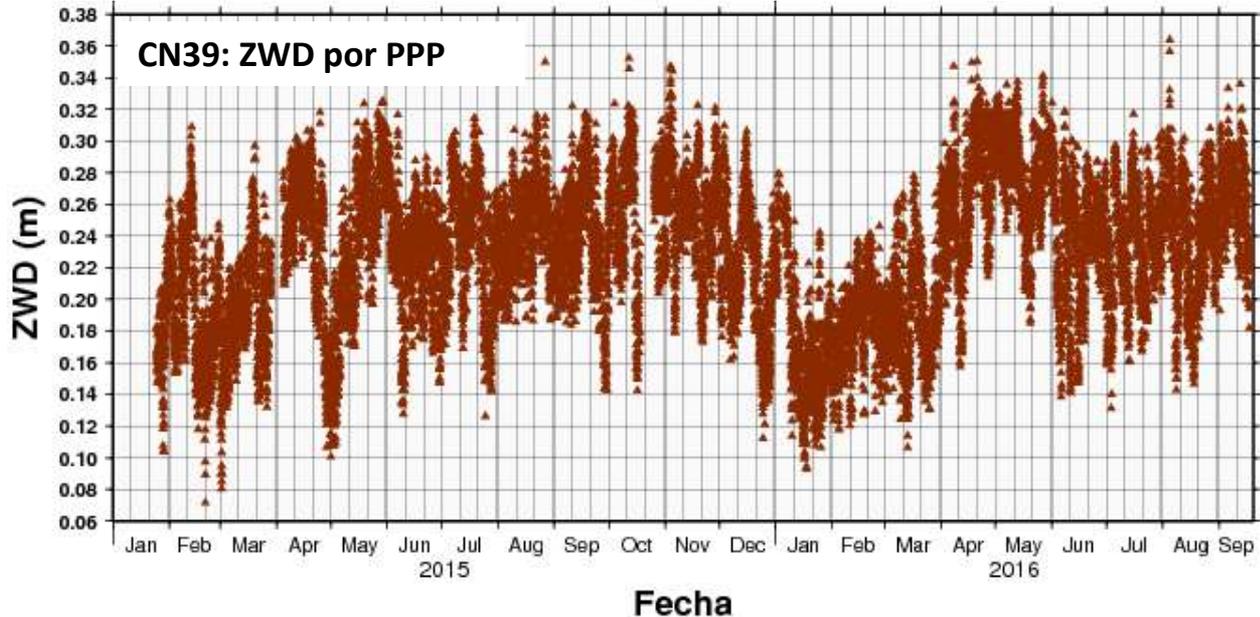
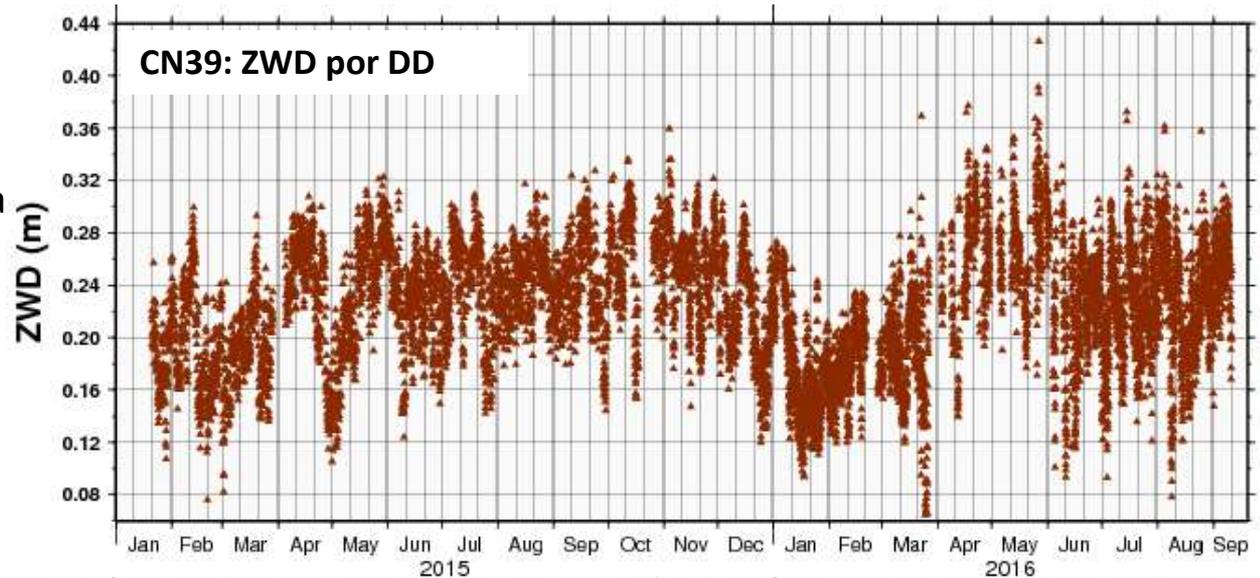
- Ambas estimaciones revelan la misma tendencia en el ZWD
- No obstante:

$$\sigma_{DD} = \pm 2,0\text{mm}$$

$$\sigma_{PPP} = \pm 0,6\text{mm}$$



Qué tan confiables son nuestras estimaciones del ZWD por vía diferencial?



Comparando la estimación del retardo PPP con soluciones independientes

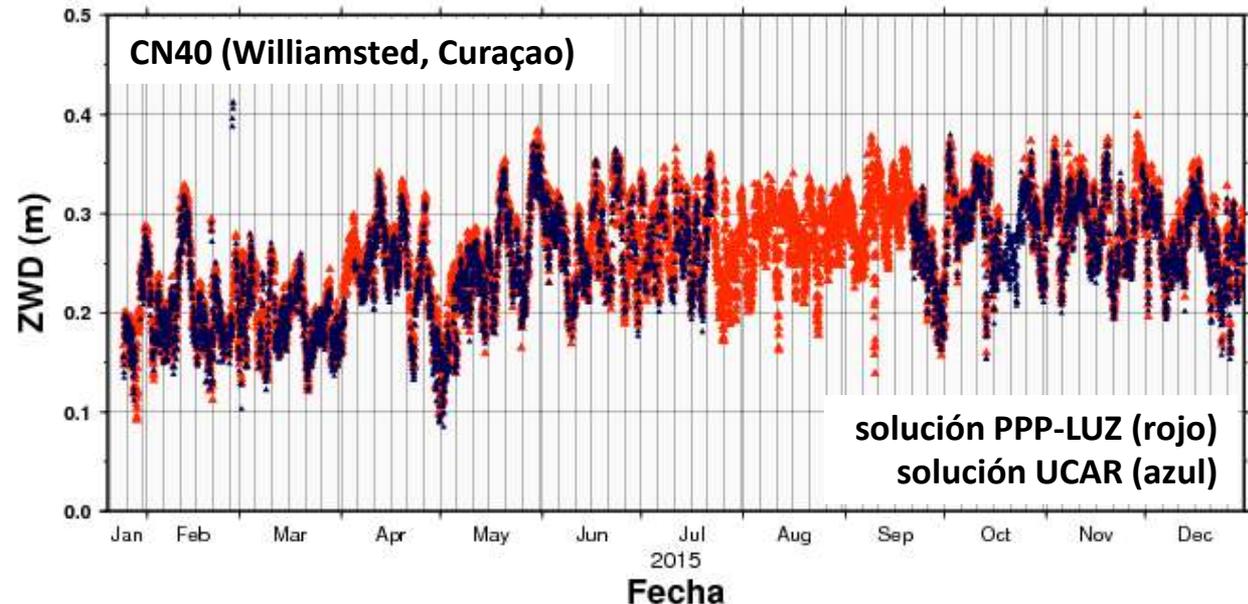
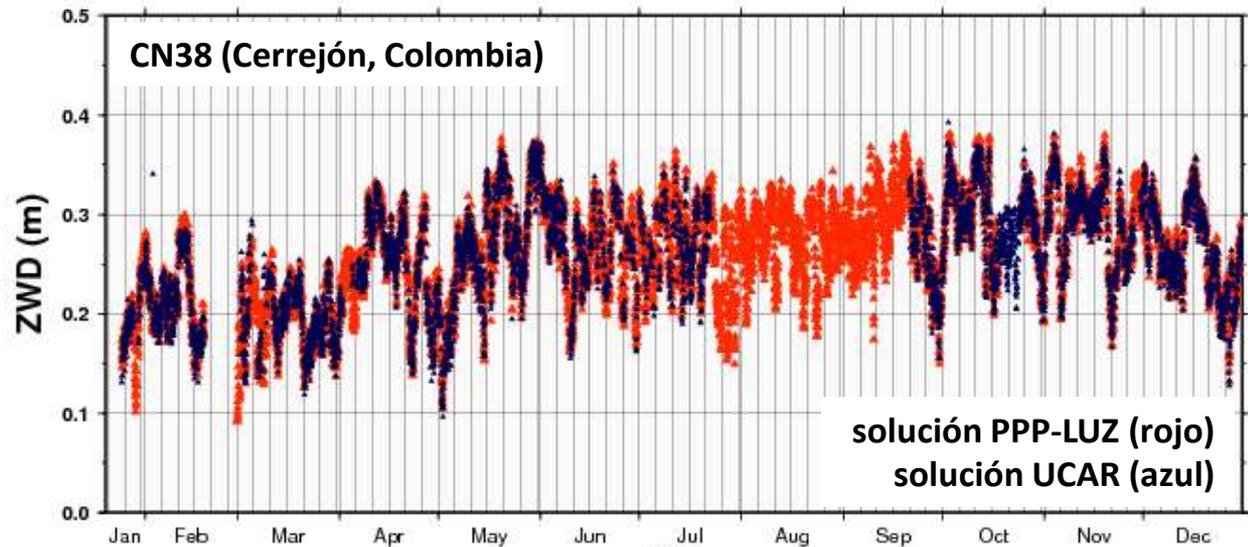
- Las soluciones PPP fueron comparadas con soluciones generadas por la UCAR (University Corporation for Atmospheric Research).

- Diferencias medias de:

$\pm 8,7\text{mm}$ para CN38

$\pm 9,0\text{mm}$ para CN40

- Atribuibles al modelado del retardo hecho por la UCAR.
- La tendencia es consistente.



3. Comentarios finales:

- La estimación del retardo troposférico implica:
 - El mejoramiento en la determinación de la componente vertical del posicionamiento
 - La cuantificación espacio-temporal del vapor de agua en la atmósfera neutra
- La estrategia de procesamiento adoptada por SIRGAS es rigurosa y altamente confiable.
 - Se garantiza la calidad de las alturas elipsoidales h
- Al ser la estimación PPP consistente con la estimación diferencial en términos del retardo troposférico,
 - Conviene su evaluación exhaustiva orientada a aplicaciones meteorológicas y climáticas dentro de SIRGAS?
- No obstante, a partir de las pruebas realizadas resulta evidente que la estimación PPP ofrece ventajas para la representación troposférica:
 - Rapidez en el proceso de calcula
 - Consistencia interna y externa de los resultados
 - No es susceptible a la propagación de errores inter-estación



Por su atención...

...muchas gracias!!!