

Reunión Anual del Proyecto SIRGAS

Aprovechamiento de la infraestructura observacional SIRGAS-CON en Venezuela para el seguimiento del vapor de agua troposférico

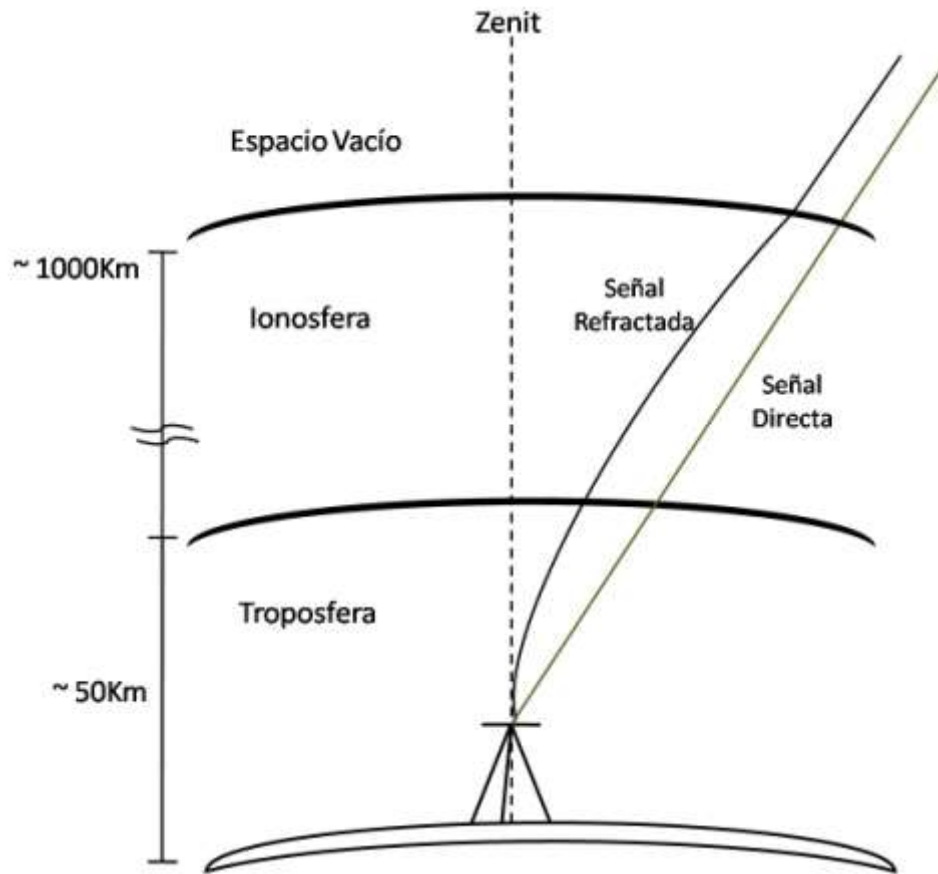
Cioce V., Hoyer M., Wildermann E., Royero G., Espinosa R., Méndez T.

Lima, noviembre de 2010

INTRODUCCIÓN

- El funcionamiento en la región de una extensa red GNSS activa ofrece una plataforma observacional para el estudio continuo en tiempo y espacio de los fenómenos que ocurren en la atmósfera.
- Hay implicaciones para el posicionamiento satelital y además para el seguimiento del Cambio Global, dentro de la redefinición de la Geodesia como ciencia de servicios.
- En Venezuela, un estudio de la atmósfera a través del GNSS, puede ser desarrollado de manera efectiva al contar con una infraestructura geodésica completamente consolidada.
- En este sentido se ha venido avanzando al realizar las primeras estimaciones del vapor de agua integrado a partir del retardo troposférico de la señal GPS sobre la estación SIRGAS-REGVEN-REMOS Maracaibo (MARA).
- La descripción de las pruebas y resultados, será tratada en el siguiente trabajo.

GENERALIDADES



Ionosfera y Troposfera



Refracción Atmosférica de la Señal
GPS



Refracción Troposférica
o
Retardo Troposférico

- Para la Geodesia
→ Ruido
- Para las Cs. de la Atmósfera
→ Señal

- A través del adecuado procesamiento de datos GPS es posible estimar el retardo zenital troposférico de la señal.
- El mismo viene dado por dos componentes, una hidrostática y otra no hidrostática (húmeda), tal que:

$$**ZTD = ZHD + ZWD**$$

- El ZHD surge debido a la presencia de aire seco mientras que el ZWD por el vapor de agua existente.
- Para la recuperación del vapor de agua a partir de mediciones GPS es necesaria la determinación del retardo húmedo.

ESTIMACIÓN DEL VAPOR DE AGUA TROPOSFERICO EN LA ESTACIÓN MARA

Recuperación del Vapor de Agua vía GPS



Requiere el cálculo previo del retardo troposférico



Solo el ZWD!!

Vapor de Agua Integrado (IWV)
Kg/m²

Vapor de Agua Precipitable (PW)
mm

Constantes de refractividad
Temperatura media de la troposfera
Parámetros termodinámicos relacionados

Estimación del Vapor de Agua Troposférico en la estación MARA

- Se utilizaron:
 1. Datos GPS captados por la estación SIRGAS-REGVEN-REMOS Maracaibo (MARA).
 2. Datos meteorológicos de alta precisión registrado *in situ*.



T → $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
P → $\pm 0,08\text{mbar}$
HR → 2%

Estimación del Vapor de Agua Troposférico en la estación MARA

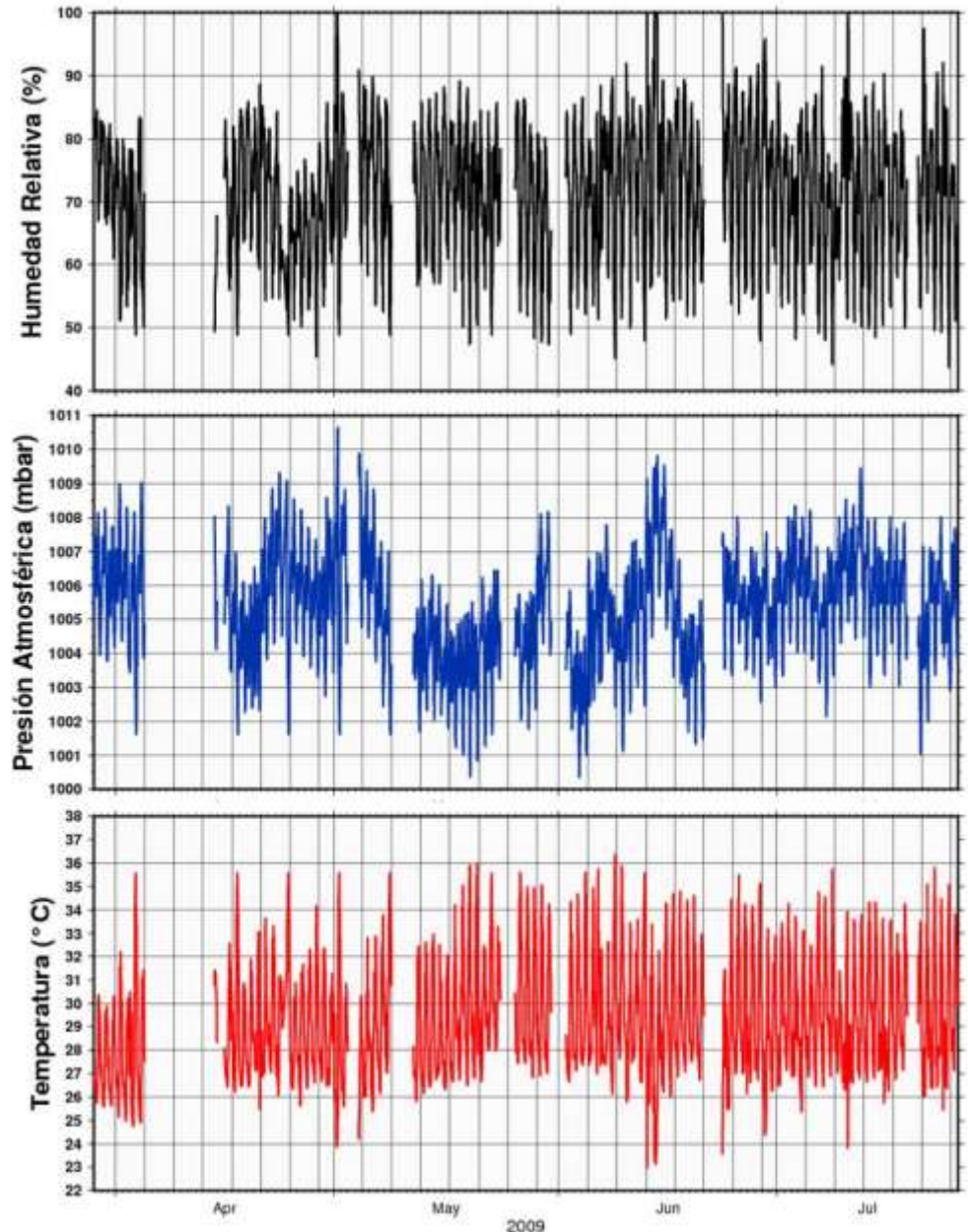
- La estimación corresponde al periodo comprendido entre:

29.03.2009 (Semana 1525)

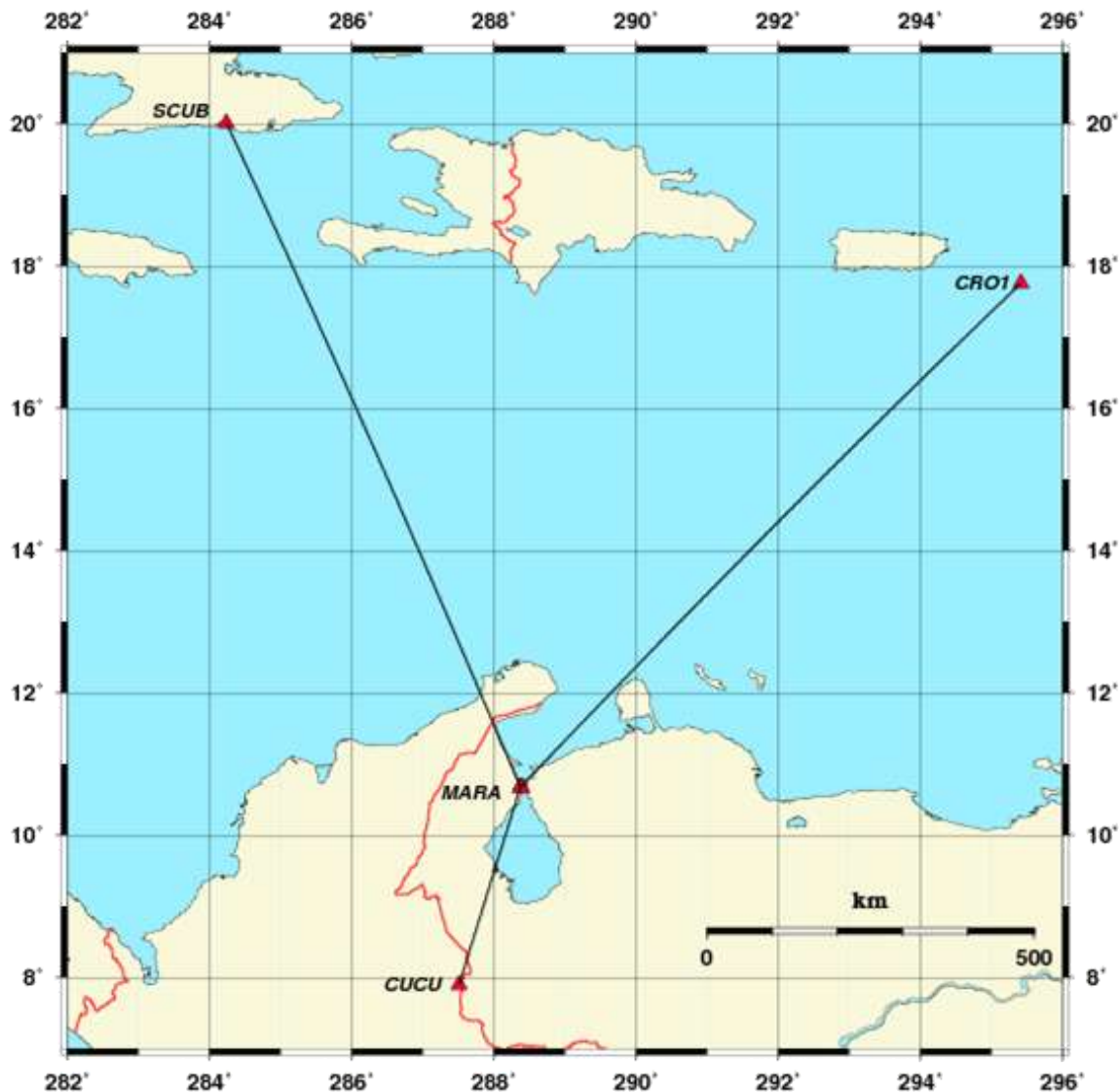
al

25.07.2009 (Semana 1541)

- Procesamiento diferencial con el *Bernese GPS Software v5.0* en modo BPE.
- La estrategia de cálculo se orientó únicamente a la resolución de parámetros troposféricos.
- Consideraciones propias de un procesamiento con rango científico

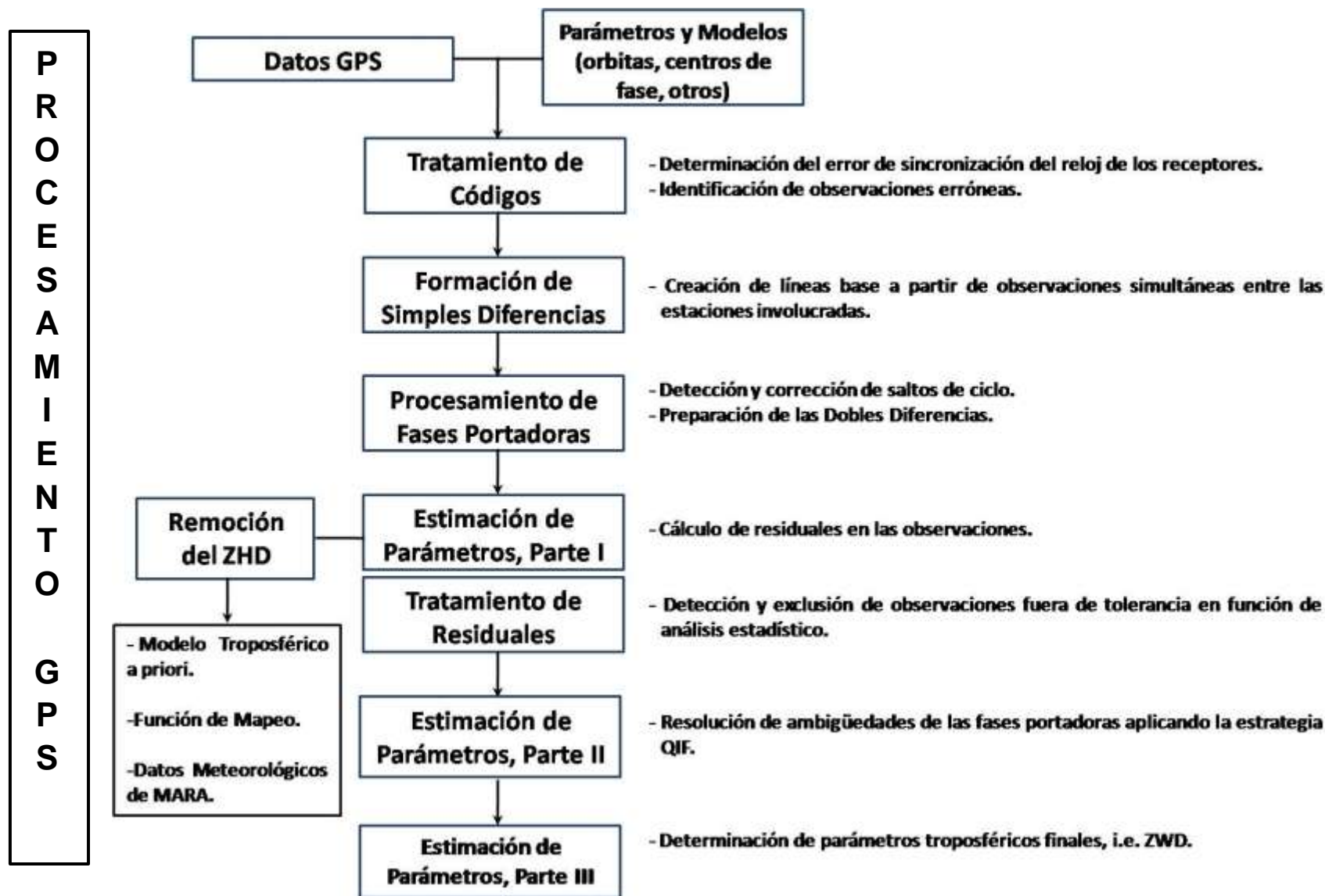


Estimación del Vapor de Agua Troposférico en la estación MARA



Red conformada por las estaciones SIRGAS-CON *SCUB*, *CRO1*, *CUCU* y *MARA*

Estimación del Vapor de Agua Troposférico en la estación MARA



Estrategia de cálculo para la estimación del ZWD (tres etapas)

- En cuanto al modelado de la troposfera:
 - **Representación a priori** → **Modelo de Saastamoinen con su función de mapeo**
 - **Solo para la componente hidrostática**
 - **Estimación del ZWD** → **Modelo Wet-Niell**
 - **Resolución temporal de 30 minutos**
- Una vez que la componente hidrostática ha sido cuantificada y extraída del retardo total, solo queda el ZWD.
- La estrategia puede estar sujeta a variantes que permitan una estimación refinada.



no se descartan sugerencias o recomendaciones al respecto!!

- La consistencia interna de las estimaciones del ZWD fue evaluada en función de los RMS de los parámetros troposféricos arrojados por el *software*, ubicándose en el orden de 2mm.
- Un control externo fue implementado, al comparar con respecto a la componente no hidrostática obtenida para la solución semanal de la red SIRGAS-CON calculada por el CPAGS-LUZ → **diferencias medias de 10mm**
- También se contrastó el ZTD de la solución CPAGS-LUZ con el calculado a partir de la estrategia aplicada → **diferencias medias de 10mm**

Estimación del Vapor de Agua Troposférico en la estación MARA

ZTD promedio



2,617m

ZHD promedio



2,296m

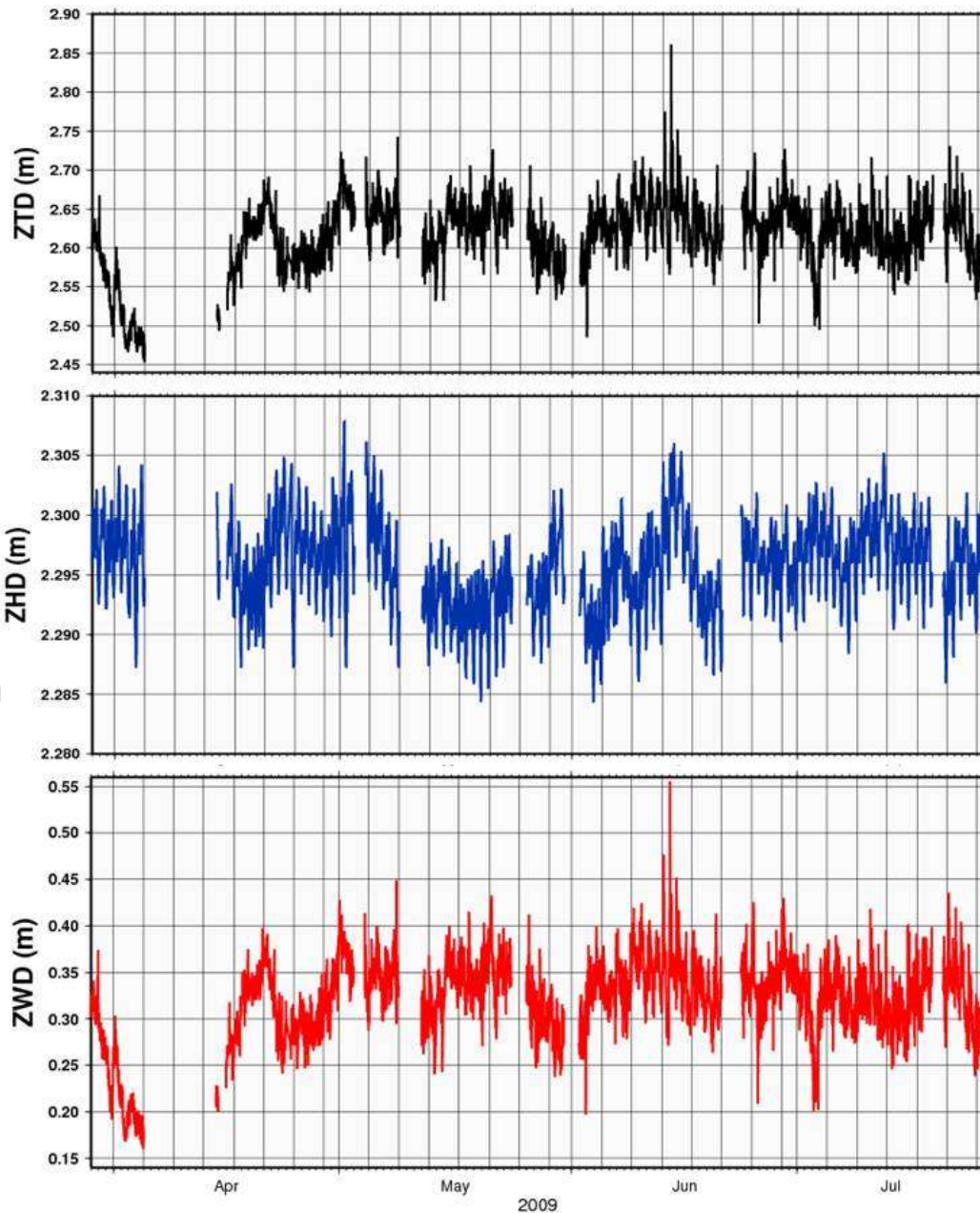
Variaciones en el rango de los 0,02m

ZWD promedio

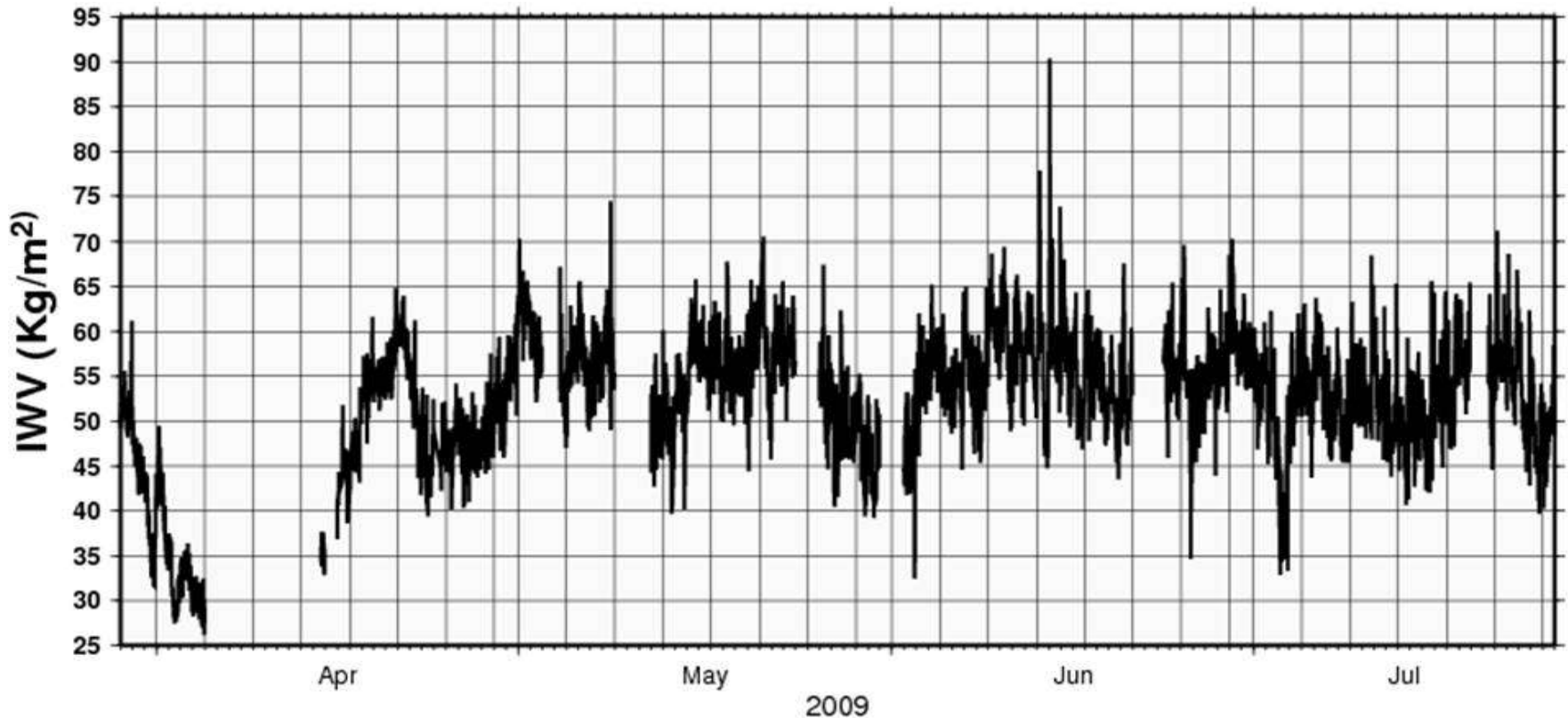


0,321m

Variaciones en el rango de los 0,20m



Vapor de Agua Integrado (I WV) para el periodo del ensayo



- La serie de tiempo revela la alta variabilidad del agua gaseosa presente en la atmósfera neutra de Maracaibo.

Valores máximos → 90,4Kg/m²

Valores mínimos → 26,2Kg/m²

I WV medio = 52,6Kg/m²

COMENTARIOS FINALES

- El desarrollo de este tipo de investigaciones no tiene precedente alguno en Venezuela.
- Nuestra estrategia y sus resultados deben ser refinados, para así tener una mayor certeza sobre las estimaciones.
- El CPAGS-LUZ ha asumido ésta tarea aprovechando la plataforma observacional SIRGAS-CON existente en el país.
- Se espera que la red activa venezolana pueda ofrecer a la comunidad SIRGAS un mayor rendimiento, lo que permitirá extender nuestros trabajos a otras locaciones.
- Es indispensable el funcionamiento de estaciones meteorológicas cercanas a cada punto de la red.

- La confección de series de tiempo de extensión adecuada y su análisis riguroso, permitirán la identificación de una tendencia clara sobre el aumento en la cantidad del vapor de agua troposférico.
- Estudios sobre el Cambio Climático serán viables en concordancia con los objetivos científicos del Proyecto SIRGAS.
- Desde el punto de vista del posicionamiento satelital, se podrá lograr una caracterización efectiva del retardo troposférico para el mejoramiento de las determinaciones.
- La utilidad principal de ésta investigación se centra en ambos productos principales.

Por su atención...*muchas gracias!!*