

# Análisis del modelo de alturas de ERA5 y su influencia en el cálculo de Vapor de agua Integrado de la Tropósfera



Laime, Rodolfo Gabriel <sup>1</sup>; Rossi, Julieta Noemi <sup>1</sup>; Rosell, Patricia Alejandra <sup>2,3</sup>; Mackern, Maria Virginia <sup>1,2,3</sup>; Mateo, María Laura <sup>1,2</sup>; Camisay, María Fernanda <sup>2,3</sup>



1. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.  
2. Facultad de Ingeniería y Enología, Universidad Juan Agustín Maza. Mendoza, Argentina  
3. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

## Introducción

El vapor de agua atmosférico (IWV) es una de las variables primordiales para la caracterización del clima y proporciona una imagen a escala global del cambio climático. Es altamente cambiante en espacio y en tiempo, por lo cual resulta fundamental su permanente medición, monitoreo y análisis.

Desde las redes de estaciones GNSS se propone un método de cálculo del contenido de vapor de agua con datos de temperatura y presión atmosférica del modelo ERA5, considerando registros del nodo más cercano al sitio GNSS.

Aquí se presenta un análisis del modelo de alturas al que refieren los datos de ERA5 en América y su influencia sobre las variables presión atmosférica, temperatura y vapor de agua. Se comparan las alturas de los cuatro nodos de ERA5 más cercanos a la estación GNSS con las alturas de las estaciones de la red SIRGAS que corresponde. Se identifican zonas críticas, siendo éstas donde el nodo más cercano actualmente utilizado tiene significativas diferencias de altura en relación a la estación GNSS en la que se realiza el cálculo de vapor.

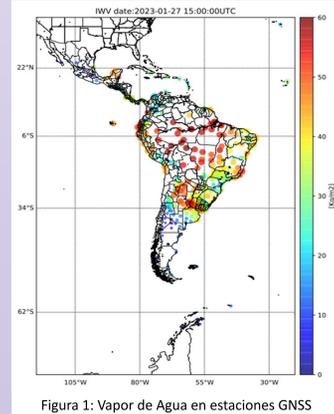


Figura 1: Vapor de Agua en estaciones GNSS

## Hipótesis

Tomar la presión atmosférica y temperatura del nodo de menor diferencia en altura ( $\Delta h$ ) mejora la determinación del valor del IWV.

## Objetivo

Optimizar la estimación del IWV utilizando los datos de ERA5 respecto de la posición geográfica: latitud, longitud y altura del nodo más cercano

## Metodología

- I ) Comparación de los datos de IWV de SIRGAS ( $IWV_{GNSS}$ ) con el dato de Vapor de Agua Total en la Columna ( $TCWV_{ERA5}$ ) de ERA5 para el nodo de menor diferencia de altura.
  - a) Se descargaron los datos de ERA5 de manera automatizada mediante el uso de APIs desde el sitio oficial de COPERNICUS, (<https://climate.copernicus.eu/>). Los datos descargados corresponden al área que abarca a todas las estaciones permanentes (E.P.) de SIRGAS para las que se conoce IWV obtenido por la metodología de cálculo ya existente en el grupo de trabajo.
  - b) Mediante procesos en Python se filtraron los 4 nodos que encierran a cada estación, identificando sus latitudes, longitudes y alturas (Figura 2).
  - c) Se filtraron las coordenadas del nodo más cercano a la E.P. y del nodo con menor diferencia de altura ( $\Delta h$ ) a la misma.
- II ) Análisis del IWV según los datos del nodo de ERA5 a utilizar. Se calculó el IWV en el nodo que más se aproxima a la altura de E.P.
  - a) Utilizando la altura del nodo.
  - b) Utilizando la altura de la E.P.
- III ) Se elaboró un análisis estadístico para saber si la hipótesis es correcta.

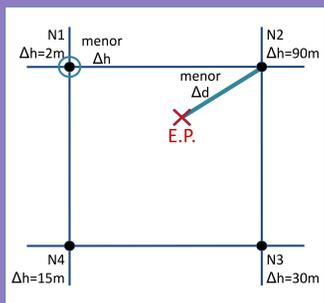


Figura 2: De los 4 nodos que encierran a la E.P., uno va a tener la menor diferencia de altura y otro va a ser el más cercano. Estos pueden o no coincidir.

## Resultados I

- Se analizaron las diferencias entre el valor obtenido de IWV para en nodo más cercano a la E.P. y TCWV obtenido para el nodo con menor  $\Delta h$  desde ERA5.
- Se calculó la media de la diferencia entre ambos datos desde enero hasta junio del 2023. Para 474 estaciones.

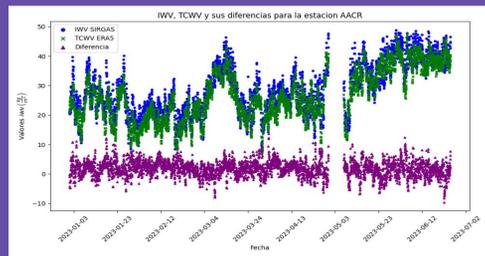


Figura 3: Representación de los valores de IWV, TCWV y sus diferencias desde enero hasta junio del 2023. Para la estación AACR ubicada en Costa Rica ( $\Delta h = 47$  m)

- Se observa que en el 70% de las estaciones analizadas, las diferencias ( $IWV_{GNSS} - TCWV_{ERA5}$ ) son menores a  $\pm 2$   $kg/m^2$ .

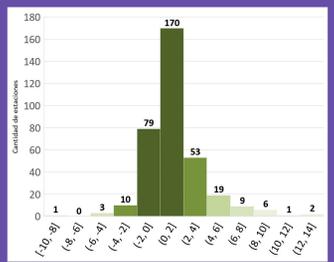


Figura 4: Histograma Diferencias de  $IWV_{GNSS} - TCWV_{ERA5}$  [ $kg/m^2$ ]

## Resultados II

- De la comparación realizada, surge que el 68% de las estaciones analizadas requieren un cambio en la metodología del cálculo del IWV, por no estar utilizándose el nodo de menor altura. Sólo el 32% de las estaciones no requieren un cambio de metodología.
- Para el periodo analizado (enero a junio de 2023) se observa una alta correlación entre las medias de las diferencias ( $IWV_{GNSS} - TCWV_{ERA5}$ ) con las variaciones de altura.

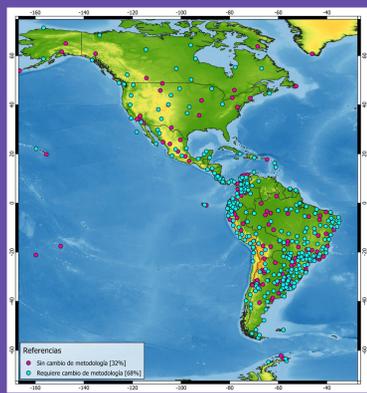


Figura 5: Representación de las estaciones con referencia del porcentaje que requieren, o no, un cambio en la metodología.

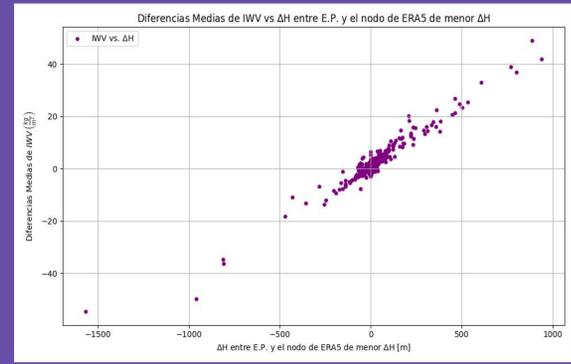


Figura 6: Medias de las diferencias de  $IWV_{GNSS} - TCWV_{ERA5}$  [ $kg/m^2$ ] vs  $\Delta h$  entre GNSS y nodo de ERA5 de menor  $\Delta h$ . Para 474 estaciones.

## Conclusiones

- Se evidencia alta correlación entre las diferencias de altura detectadas con respecto a las diferencias de Vapor de Agua de los dos data sets analizados.
- Las zonas que requieren un cambio de metodología se encuentran principalmente en la zona norte de la Cordillera de los Andes y en la zona costera de Uruguay y Brasil. Si bien esta última región las alturas medias son bajas ( $< 500$  m), es necesario analizar las zonas cordilleranas, ya que las diferencias de altura entre el modelo ERA5 y las estaciones GNSS SIRGAS, pueden superar los 1000 m.
- Si la estimación del IWV utilizando los datos de ERA5 respecto al nodo con menor diferencia en altura son beneficiosos, se puede mejorar el cálculo del mismo en el 68% de las estaciones estudiadas.
- Como trabajo a futuro se propone comparar las series temporales de IWV calculado con el nodo de menor altura con respecto a datos de radiosondeos.

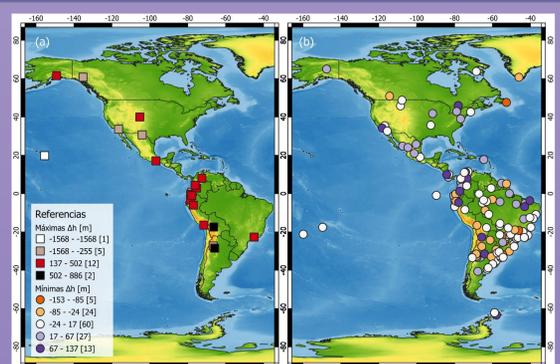


Figura 7: Distribución de estaciones según altura. Se observa a la izquierda la ubicación de aquellas estaciones que tiene más de 500 metros de diferencia con el nodo de menor  $\Delta h$ . Y a la derecha la estaciones que tienen menos de 500 metros de diferencia con la estación de menor  $\Delta h$ .