

Siete años de monitoreo del Vapor de agua troposférico en las estaciones GNSS de América Latina.

M. Virginia Mackern^{1,2,3}, Patricia A. Rosell^{1,2,3}, M. Laura Mateo^{1,3}, M. Fernanda Camisay^{1,2,3},
Pablo Hurtado³ y Agostina Ulloa³

CENTRO DE INGENIERÍA MENDOZA ARGENTINA

¹Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

³Facultad de Ingeniería y Enología. Universidad Juan Agustín Maza

vmackern@mendoza-conicet.gob.ar

¿Qué SABEMOS DEL VAPOR DE AGUA TROPOSFÉRICO?

EL **VAPOR DE AGUA** EN LA ATMÓSFERA ES MUY IMPORTANTE. SIN EL NO HABRÍA VIDA EN EL PLANETA

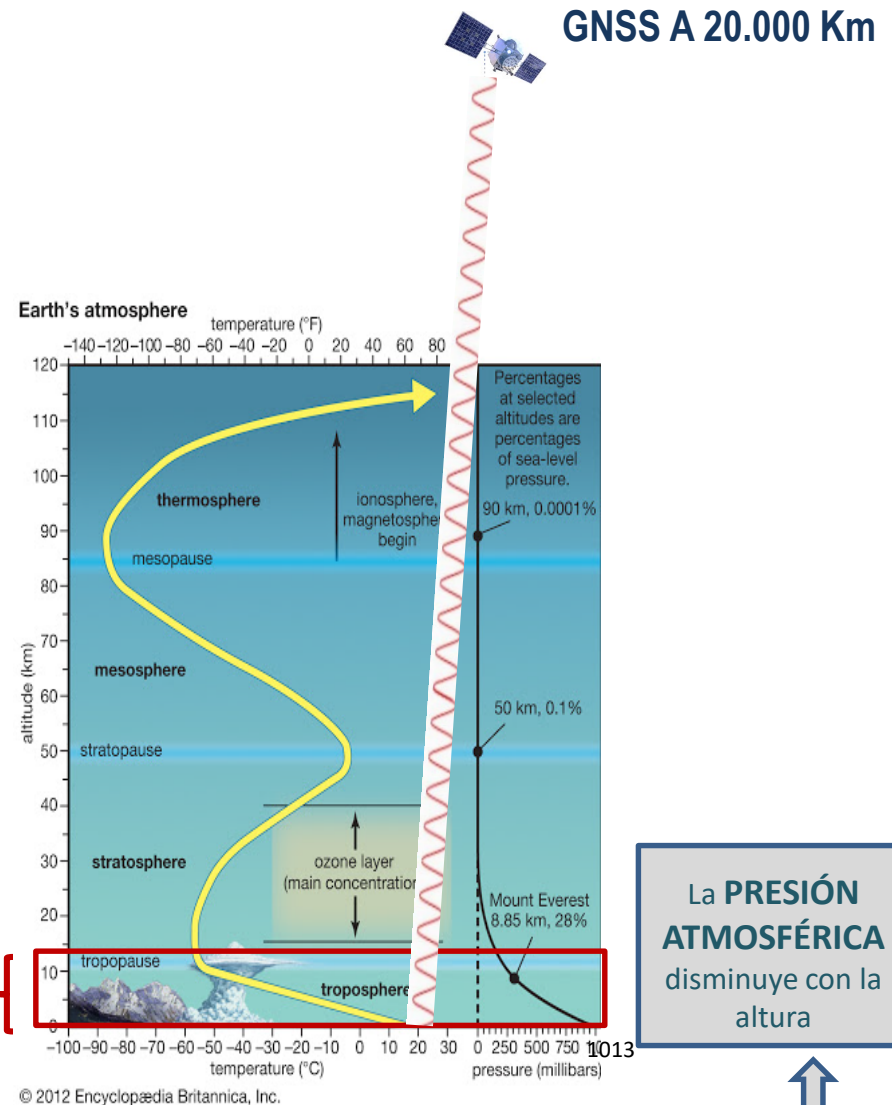
- Retiene el calor atmosférico
- Facilita la respiración
- Regula el clima del planeta
- Conserva la vegetación del suelo

EL VAPOR DE AGUA

- Disminuye con la LATITUD
 - Disminuye con la ALTURA
- Está contenido hasta los 12000 m de altura

La **TEMPERATURA** disminuye con la altura

TROPOSFERA



RED ANDINA DE UNIVERSIDADES

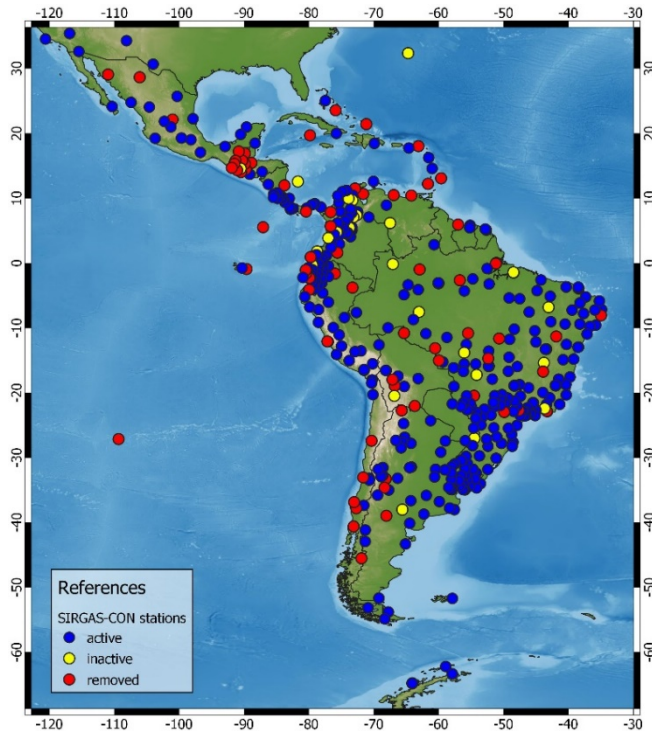
4º ENCUENTRO DE INVESTIGADORES DE LA RADU

23 Y 24 DE AGOSTO 2022 - EVENTO SIN CARGO Y VIRTUAL



SIRGAS-CON, es la red GNSS en América Latina

Alrededor de 440 estaciones
con Observaciones GNSS, doble frecuencia,
CONTINUAS (las 24 hs, los 365 días del año)



PRODUCTOS:

- 1) *Coordenadas*
- 2) *Velocidades*
- 3) *Parámetros troposféricos*

ZTD → **IWV**

CIMA

(**CENTRO DE INGENIERÍA MENDOZA ARGENTINA**)

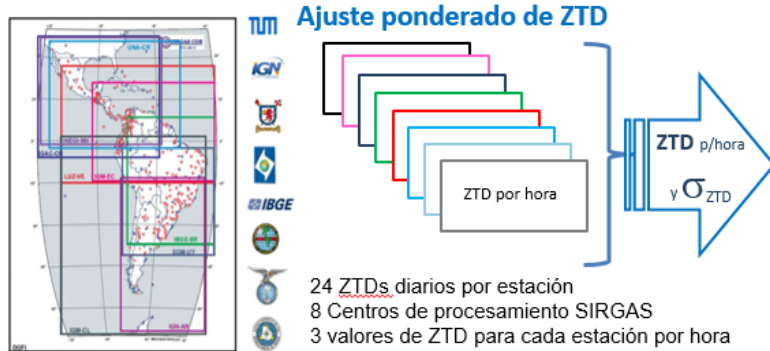
realiza semanalmente el ajuste de los **ZTD** de todas las estaciones integradas a SIRGAS ($\cong 440$).

Con el ZTD se calcula el IWV en cada sitio/cada 1h

RESULTADOS Y APLICACIONES EN ESTA PRESENTACIÓN

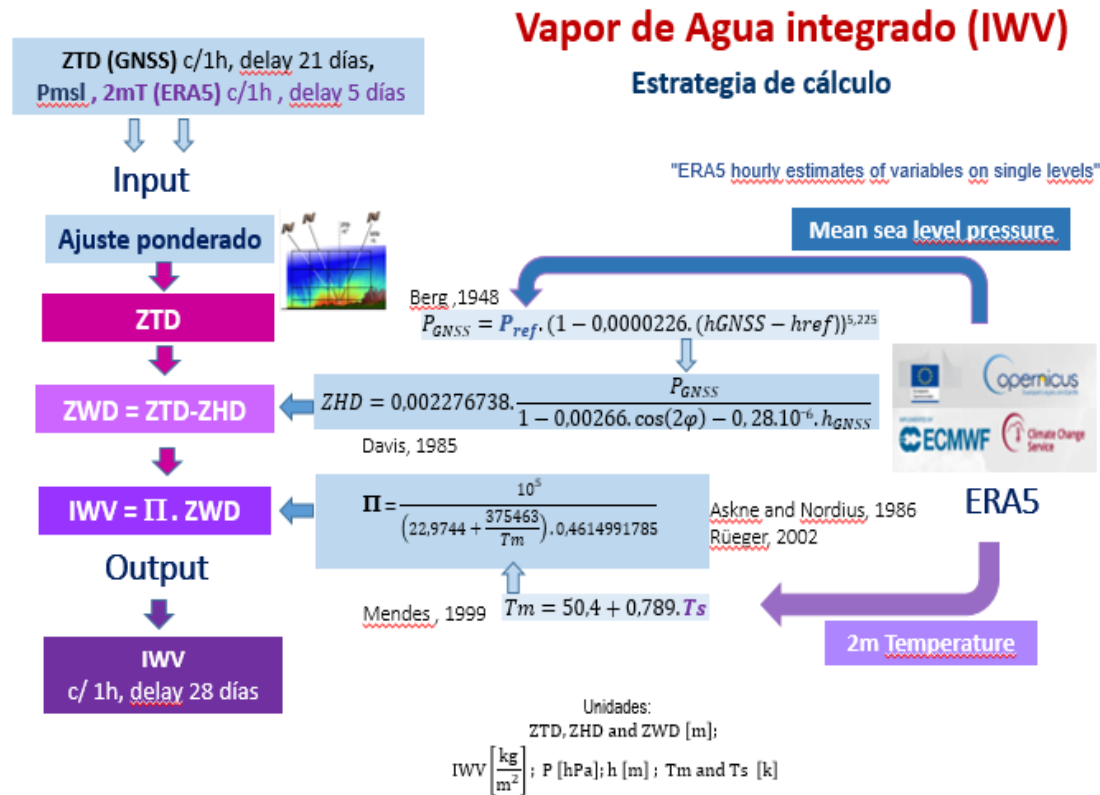
Cálculo del Vapor de agua troposférico (IWV) desde los retardos cenitales troposféricos (ZTD)

[Mackern et al, 2022]



CP SIRGAS que estiman ZTD

SIRGAS CP	País	Institución
DGF	Germany	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München
ECU	Ecuador	Instituto Geográfico Militar
IBG	Brasil	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGA	Colombia	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
CHL	Chile	Instituto Geográfico Militar
URY	Uruguay	Instituto Geográfico Militar
USC	Chile	Universidad de Santiago de Chile
GNA	Argentina	Instituto Geográfico Nacional
LUZ	Venezuela	Universidad de Zulia
UNA	Costa Rica	Universidad Nacional de Costa Rica

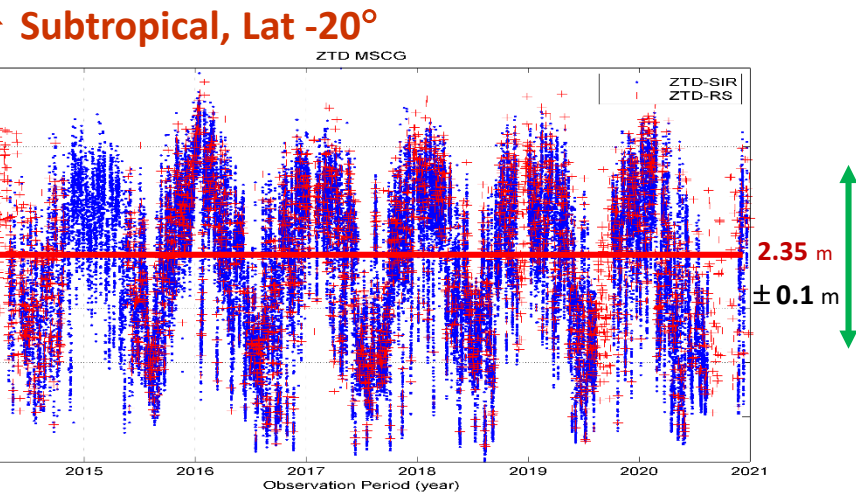
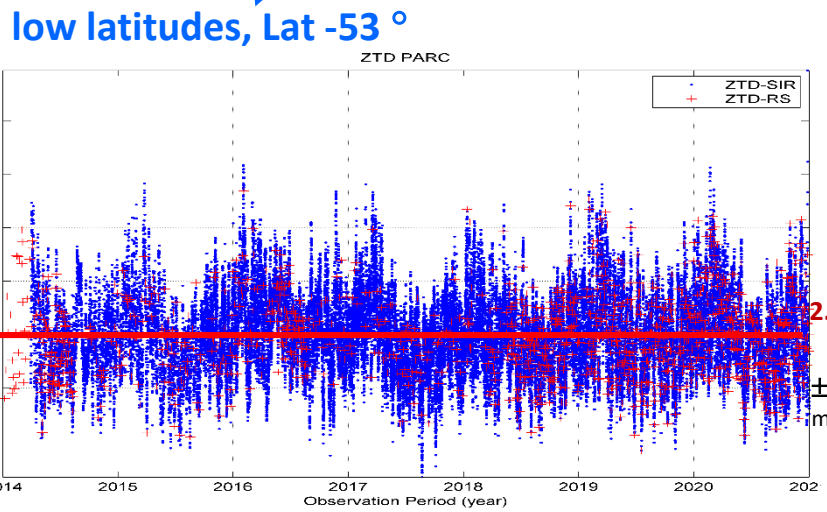
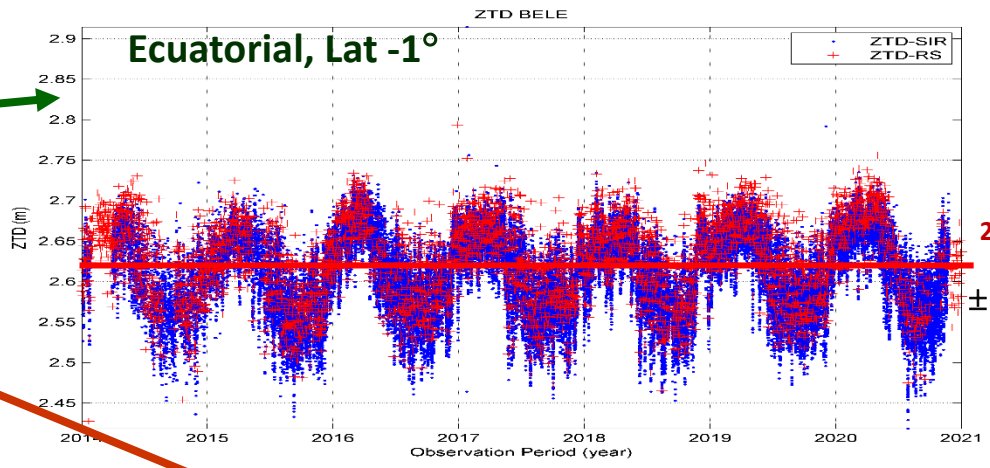
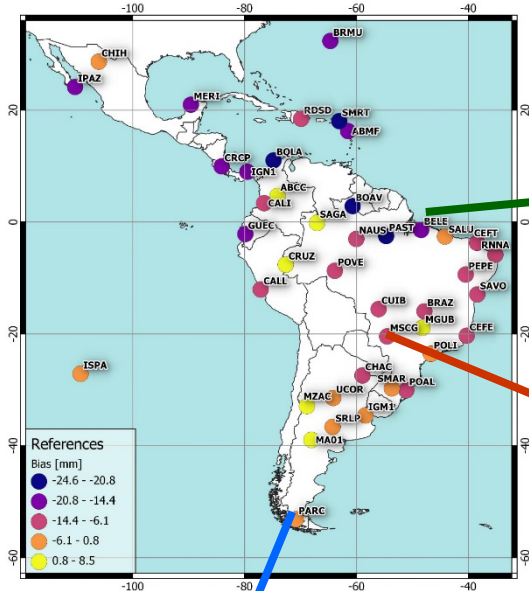


[Mackern et al, 2020]

Validación de los retardos cenitales troposféricos (ZTD) con radiosondeos

42 GNSS_{SIR} estaciones / radiosondeos en diferentes regiones

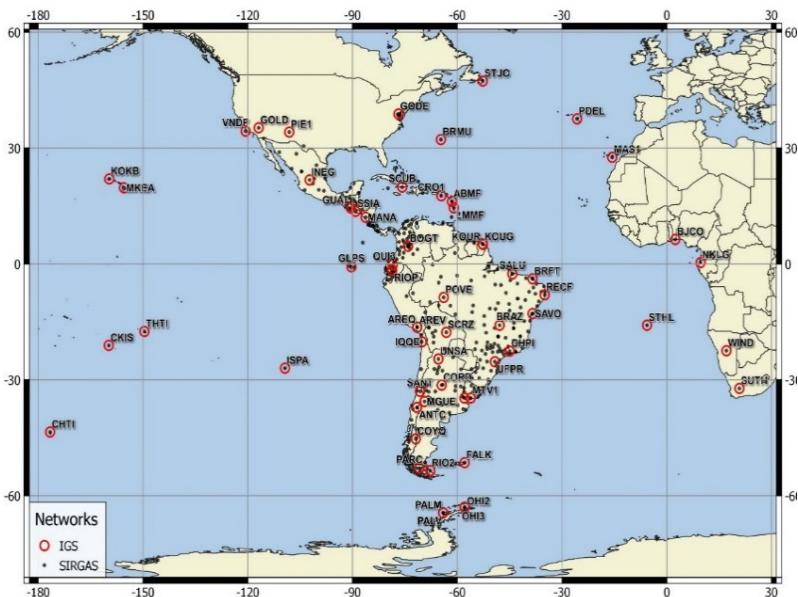
Bias medio = - 8.6 mm (0.4 % del valor medio de ZTD)
 SD medio = ± 11.4 mm (0.5 % del valor medio de ZTD)
 Coef. Correlación medio = 0.97



Validación de los ZTD con ZTD calculado por el International GNSS Service (IGS)

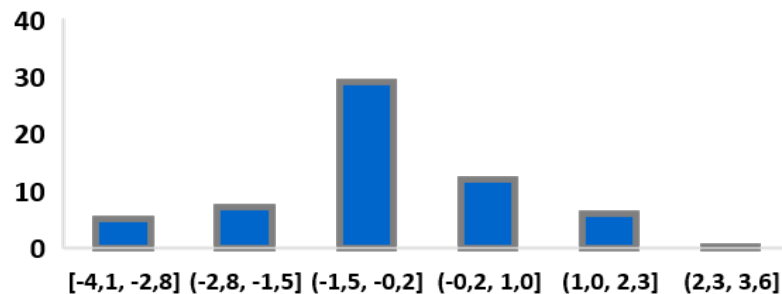
Validación ZTD_{GNSS_SIR} VS ZTD_{IGS}

60 estaciones GNSS_{SIR} / IGS



Mackern M.V., et al Tropospheric Products from High-Level GNSS Processing in Latin America., doi: [10.1007/1345_2020_121](https://doi.org/10.1007/1345_2020_121)

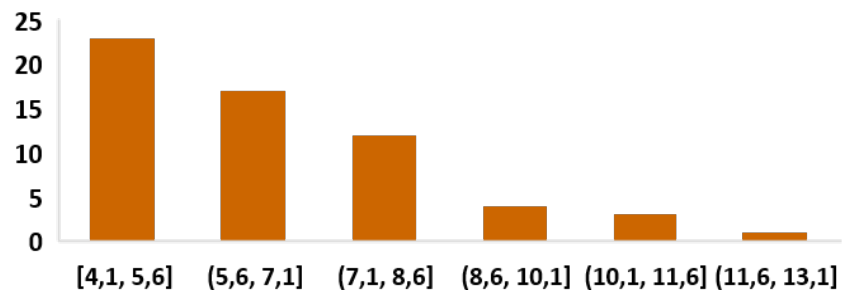
Histogram. Bias (ZTD_{IGS}-ZTD_{SIR}) [mm]



Bias medio = 0.8 mm (0.03 % del valor medio de ZTD)

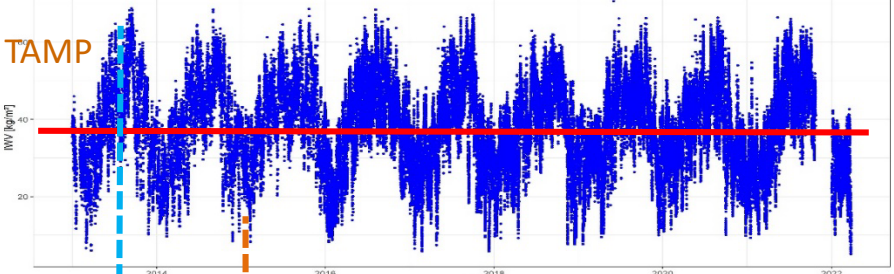
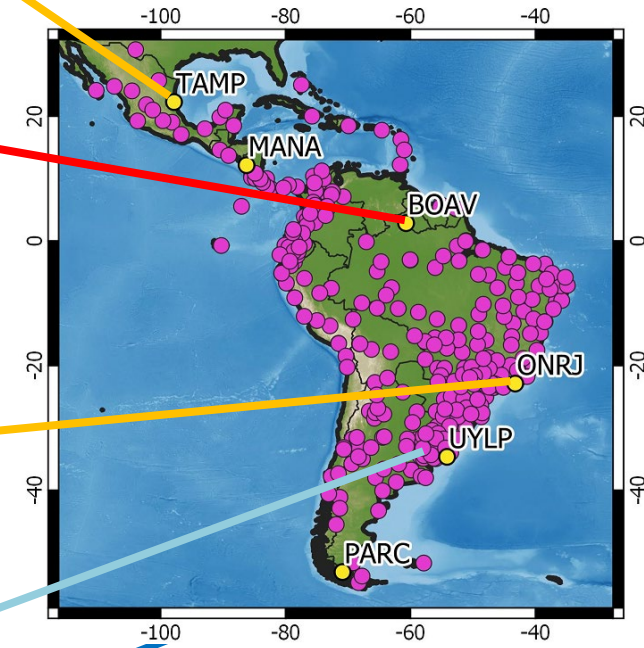
RMS medio = 6.6 mm (0.3 % del valor medio de ZTD)

Histogram, RMS (ZTD_{IGS}-ZTD_{SIR})

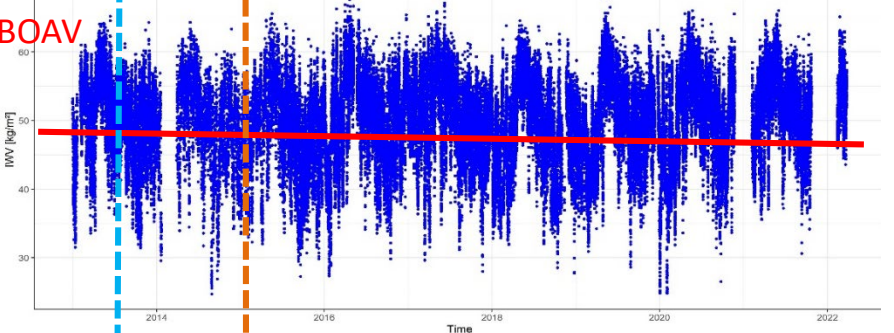


Serie temporal de IWV desde los ZTD

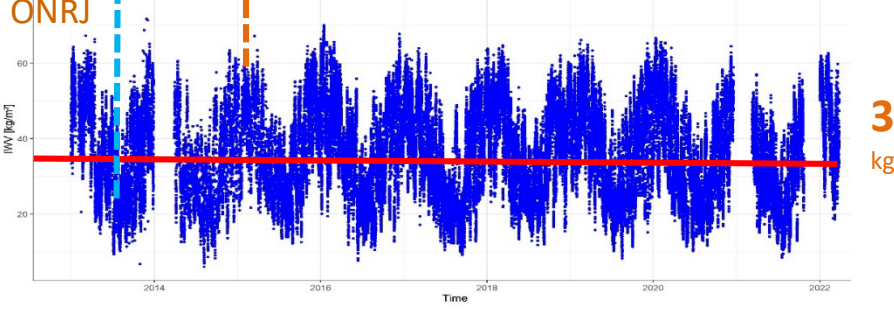
El IWV varía con la latitud



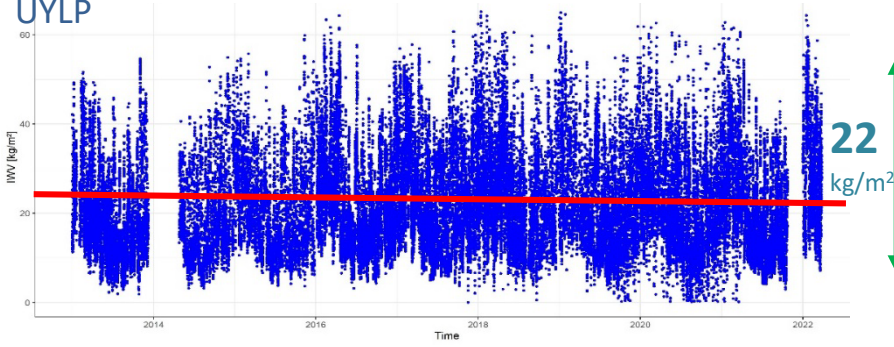
38 ± 8
kg/m²



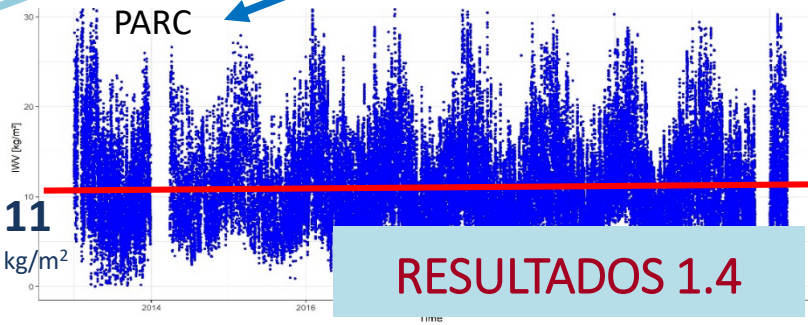
49 ± 4
kg/m²



36 ± 9
kg/m²



22 ± 6
kg/m²



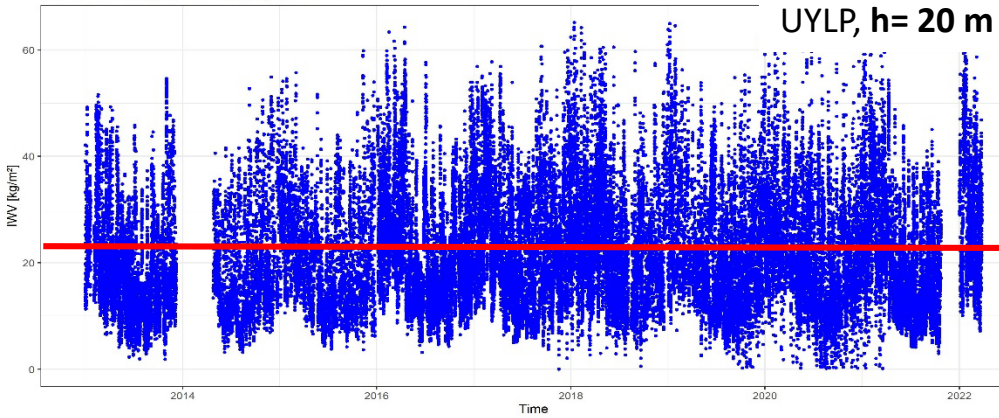
± 2 **11**
kg/m²

RESULTADOS 1.4

Serie temporal de IWV desde los ZTD

Time series of IWV for 2013 - 2022 - Station UYLP
Lat: -34.656 - Long: -54.142 - Height [m]= 20.107

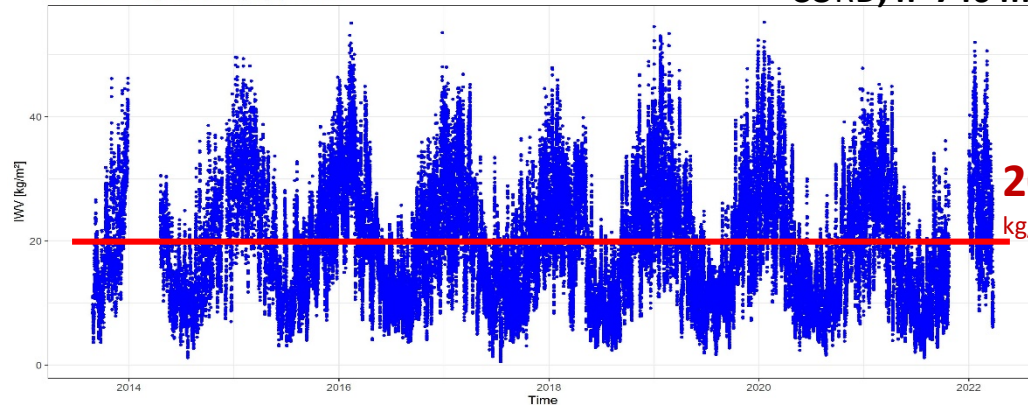
UYLP, h= 20 m



22
kg/m² ± 6
kg/m²

Time series of IWV for 2013 - 2022 - Station CORD
Lat: -31.528 - Long: -64.47 - Height [m]= 746.833

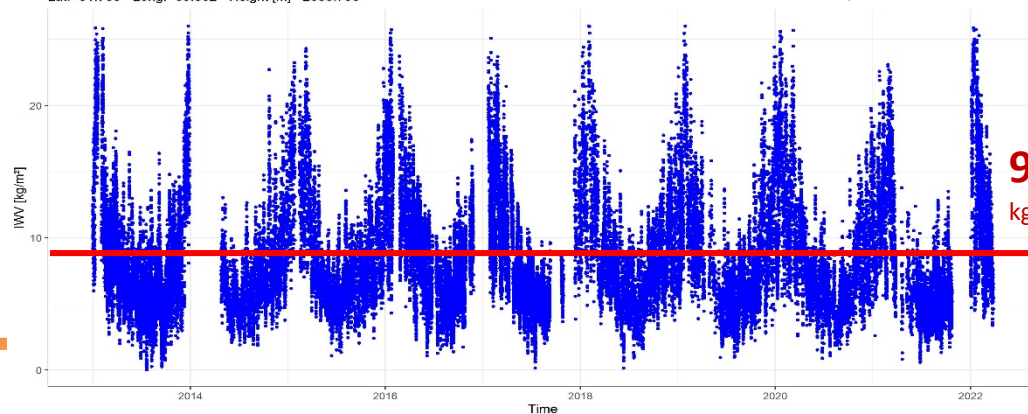
CORD, h=746 m



20
kg/m² ± 7
kg/m²

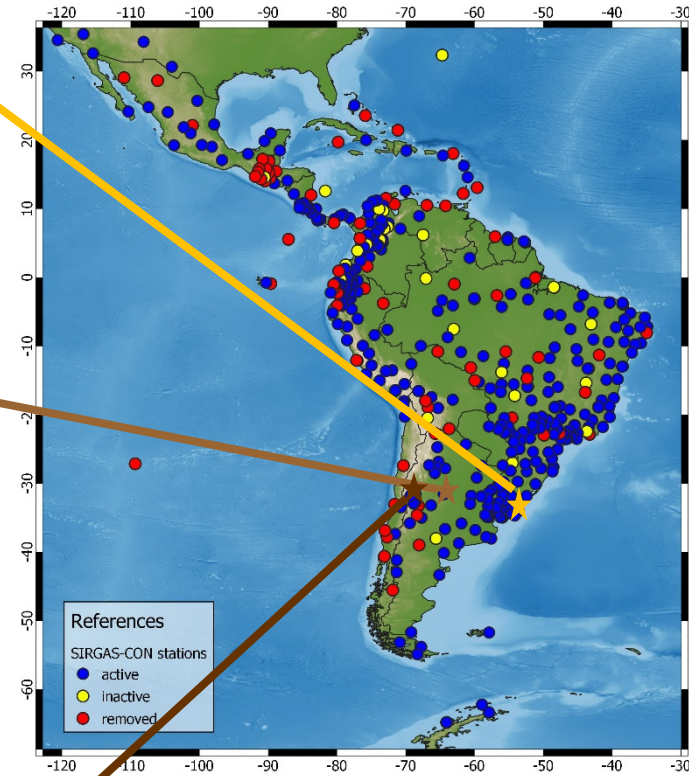
Time series of IWV for 2013 - 2022 - Station CSLO
Lat: -31.785 - Long: -69.302 - Height [m]= 2638.795

CSLO, h= 2638 m



9
kg/m² ± 3
kg/m²

El IWV varía con la altura



RESULTADOS 2.4



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



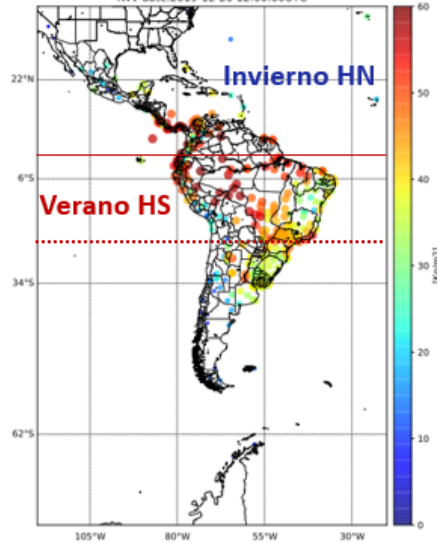
Análisis de la Serie temporal de IWV

Distribución espacio-temporal

Variabilidad con la Latitud y la época del año

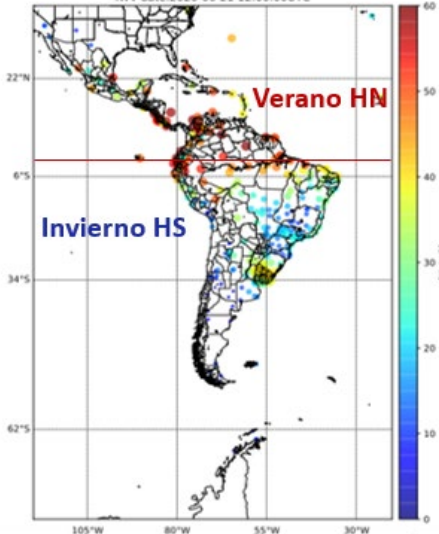
Diciembre

IWV date: 2019-12-20 12:00:00UTC



Junio

IWV date: 2020-06-21 12:00:00UTC

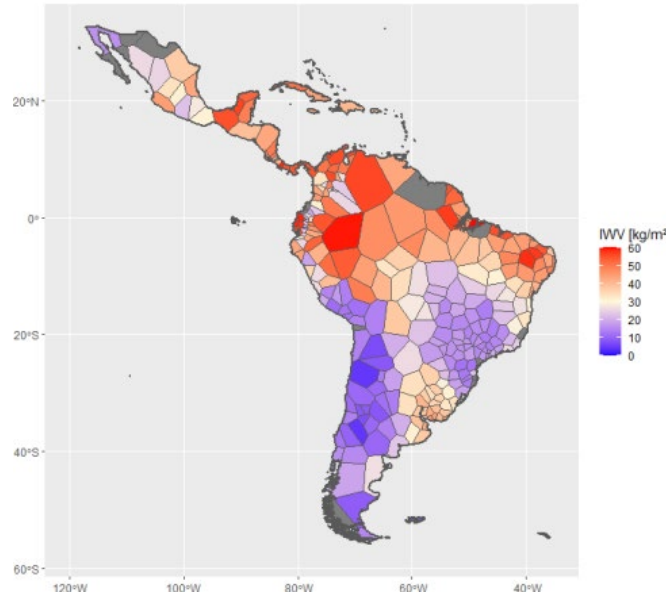


Mapa continuo interpolando IWV

Se han utilizado dos metodologías

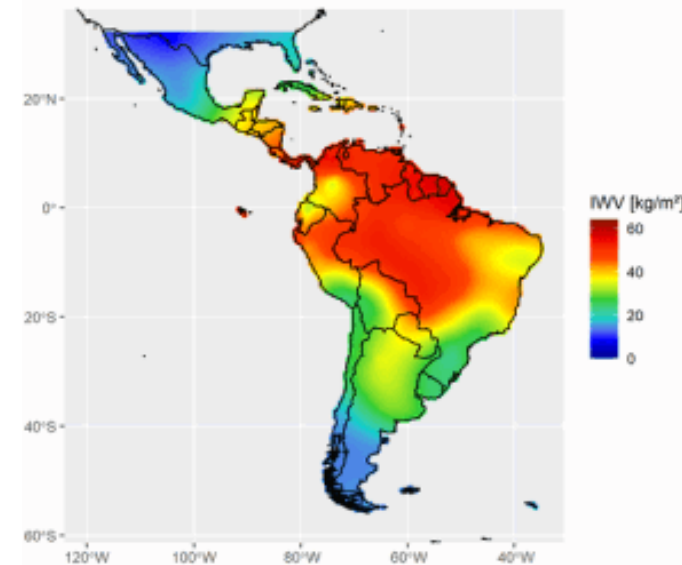
Por polígonos de Voronoi

Date: 2019-06-18- Hour: 00 UTC



Por Kriging

Date: 2021-04-08- Hour: 00 UTC



RESULTADOS 3.4

Análisis y monitoreo de la distribución del IWV

Fuertes nevadas en cordillera 8, 9 y 10 de julio 2022
Y nevadas en el llano 15 de julio

Fuerte temporal de nieve dejó a cientos de turistas y camioneros varados en la cordillera de los Andes

En el cruce fronterizo que une Mendoza con Chile quedaron cientos de camiones, vehículos particulares y micros de larga distancia. En Alta Montaña hay más de 30 centímetros de nieve acumulada

10 de Julio de 2022

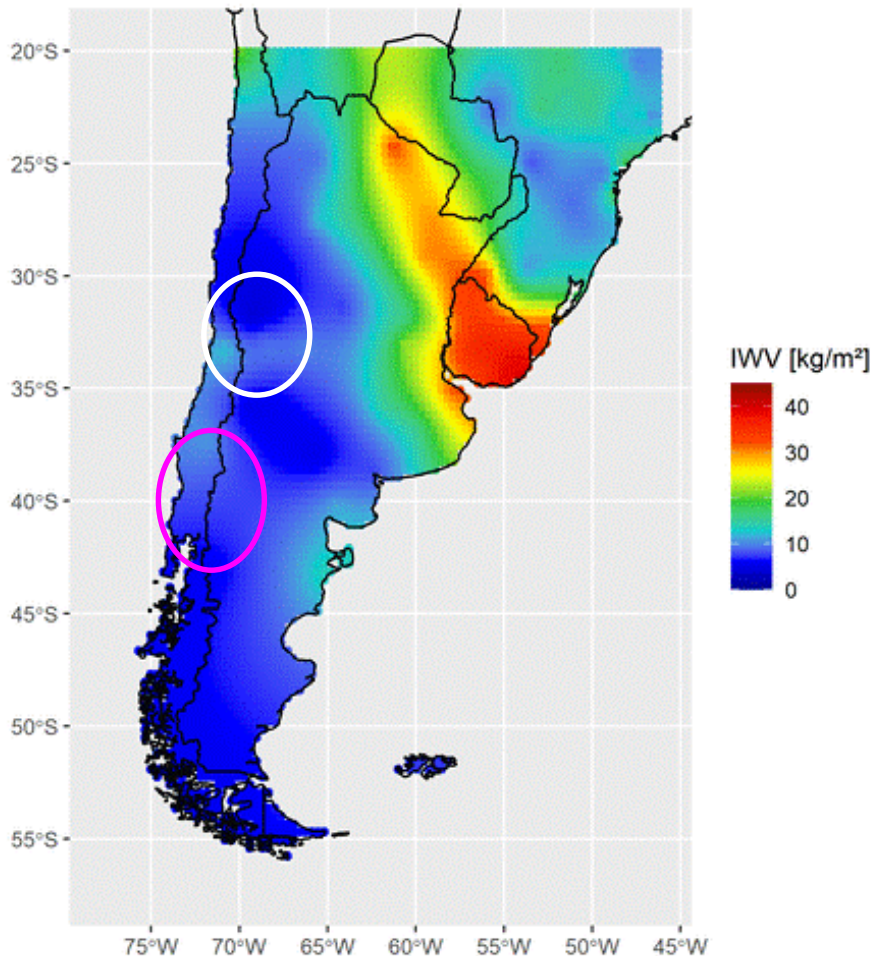


Camiones varados por el temporal de nieve. Fuente: Asociación de Propietarios de Camiones de Mendoza



Vehículos varados a causa del fuerte temporal de nieve. Fuente: @lagringacolo

Date: 2022-07-07- Hour: 00 UTC



RESULTADOS 4.4

¿Dónde podemos acceder a estos productos?

ZTD en formato SINEX (formato internacional de parámetros troposféricos)



<https://sirgas.ipgh.org/productos/retrasos-troposfericos/>

<https://ggos.org/item/lower-neutral-atmosphere/>

SIRGAS: Sistema de Referencia Geodésico para las Américas

SIRGAS es una organización panamericana conformada por agencias gubernamentales regionales de geodesia y cartografía, universidades y centros de investigación, que tiene el objetivo de definir y mantener un marco de referencia geocéntrico continental, un sistema de referencia vertical unificado, un modelo de geoide gravimétrico, y una red continental de gravedad absoluta.

webpages for the troposphere products are:

- IGS - TROPOSPHERE
International GNSS Service (IGS):
- IVS - TROPOSPHERE
International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS):
- The website of the Global Geodetic Fluids Center (GGFC) provides a link to the [mapping function server](#) at [Vienna University of Technology](#) (Austria):
- GGFC
Global Geophysical Fluids Center (GGFC)
- More products are available on the regional level, such as EUREF, the Regional Reference Frame for Europe, and SIRGAS, the Geocentric Reference Frame for the Americas:
- EUREF
Regional Reference Frame for Europe (EUREF)
- SIRGAS
Geocentric Reference Frame for the Americas (SIRGAS) **ZTD**

¿Dónde podemos acceder a estos productos?

CIMA CENTRO DE INGENIERÍA MENDOZA ARGENTINA

Hemos desarrollado un buscador en la Base de datos (2013-2022)

Variables: ZTD, IWV, Presión atmosférico , temperatura

<https://server7.ingenieria.uncuyo.edu.ar/productos.php>



Buscador

Desde: Hasta:

Presión Temperatura IWV ZTD



¿Dónde podemos acceder a estos productos?

Buscador por estación GNSS

Productos

Buscador

Desde:

Hasta:

Estación/es:

Rango:

Presión Temperatura IWV ZTD

Estaciones SIRGAS de operación continua



Buscador por rango de coordenadas

Buscador

Desde:

Hasta:

Estación/es:

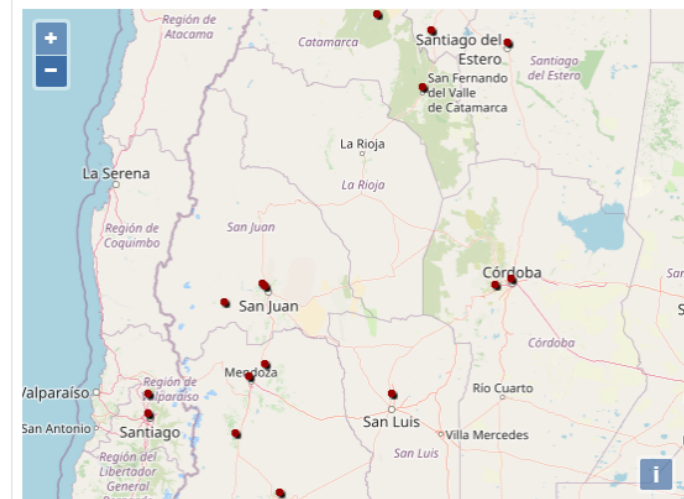
Rango:

Latitud: N S

Longitud: O E

Presión Temperatura IWV ZTD

Estaciones SIRGAS de operación continua



¡ Muchas gracias !!

**Los invitamos a usar nuestros productos
y a sumarse en las aplicaciones**



CIMA: CENTRO DE INGENIERÍA MENDOZA ARGENTINA

¹Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

³Facultad de Ingeniería y Enología. Universidad Juan Agustín Maza

ZTD, IWV, Presión atmosférico , temperatura

<https://server7.ingenieria.uncuyo.edu.ar/productos.php>



ZTD en formato SINEX (internacional de tropósfera)

<https://sirgas.ipgh.org/productos/retrasos-troposfericos/>

vmackern@mendoza-conicet.gov.ar