

Radares SIMONe en el Perú

*Marco A. Milla¹, Jorge L. Chau², Karim Kuyeng³, José Súclupe³, Danny Scipión³,
Christian Mauricio⁴, Rodolfo Rodriguez⁴*

¹ Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

² Leibniz Institute of Atmospheric Physics, University of Rostock, Kühlungsborn, Alemania

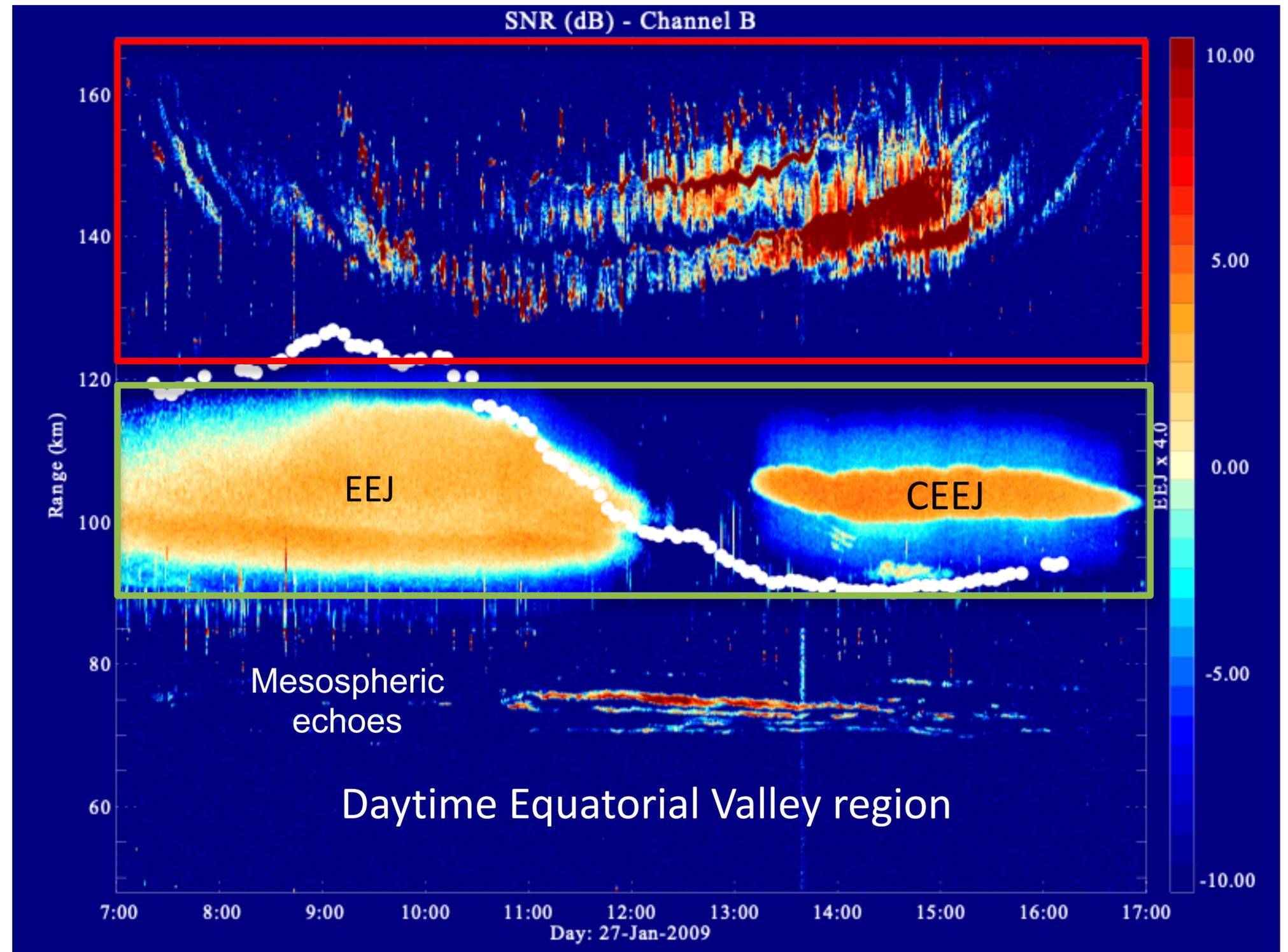
³ Radio Observatorio de Jicamarca, Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

⁴ Universidad de Piura, Piura, Perú

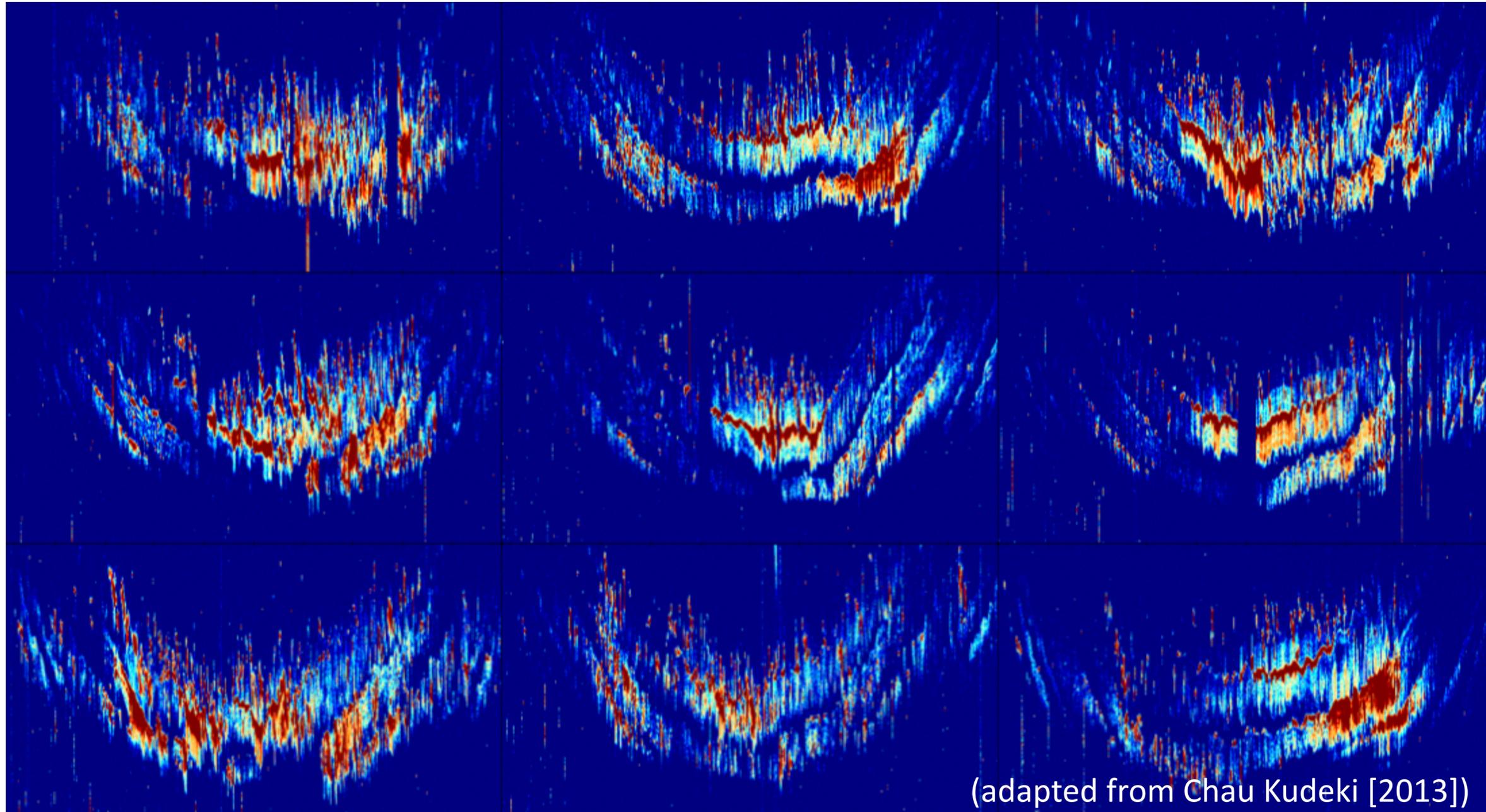


Motivación

- Estudio del valle ionosférico y la región MLT (mesósfera y baja termosfera).
- El radar de Jicamarca permite la observación de diversos fenómenos en estas regiones:
 - Ecos de 150 km
 - Electrochorro ecuatorial
 - Ecos mesosféricos diurnos
- Sin embargo, el entendimiento del comportamiento de estas regiones es aún limitado.

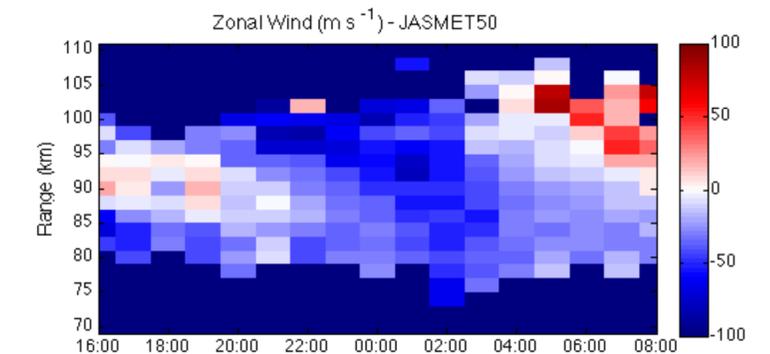
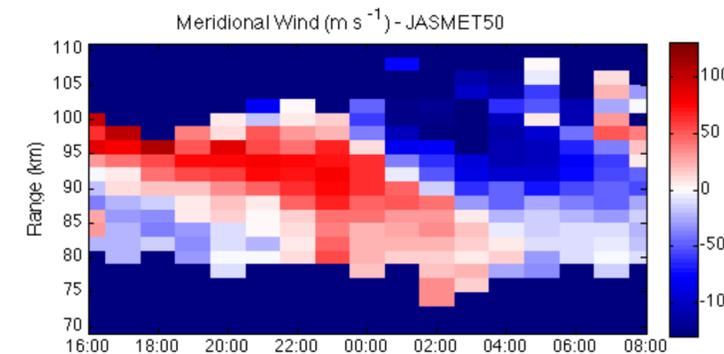
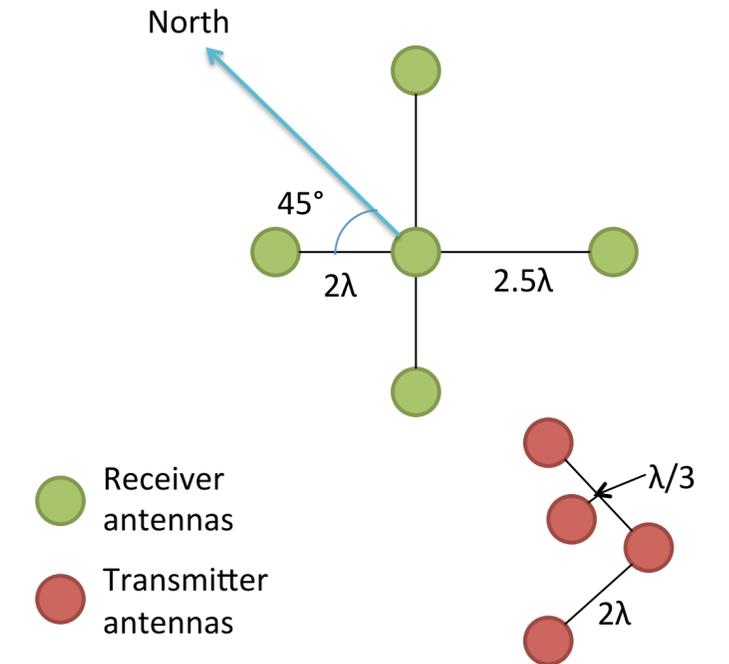
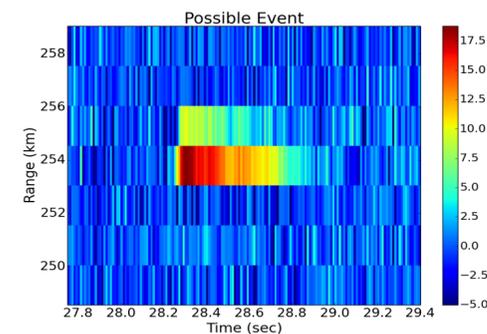
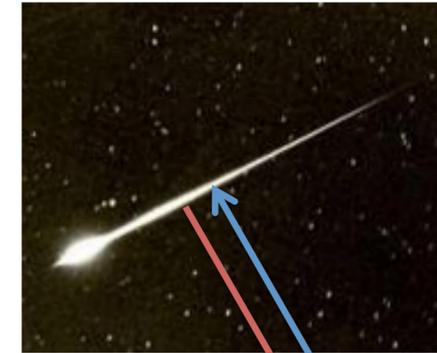


Variabilidad diaria de los ecos de 150 km

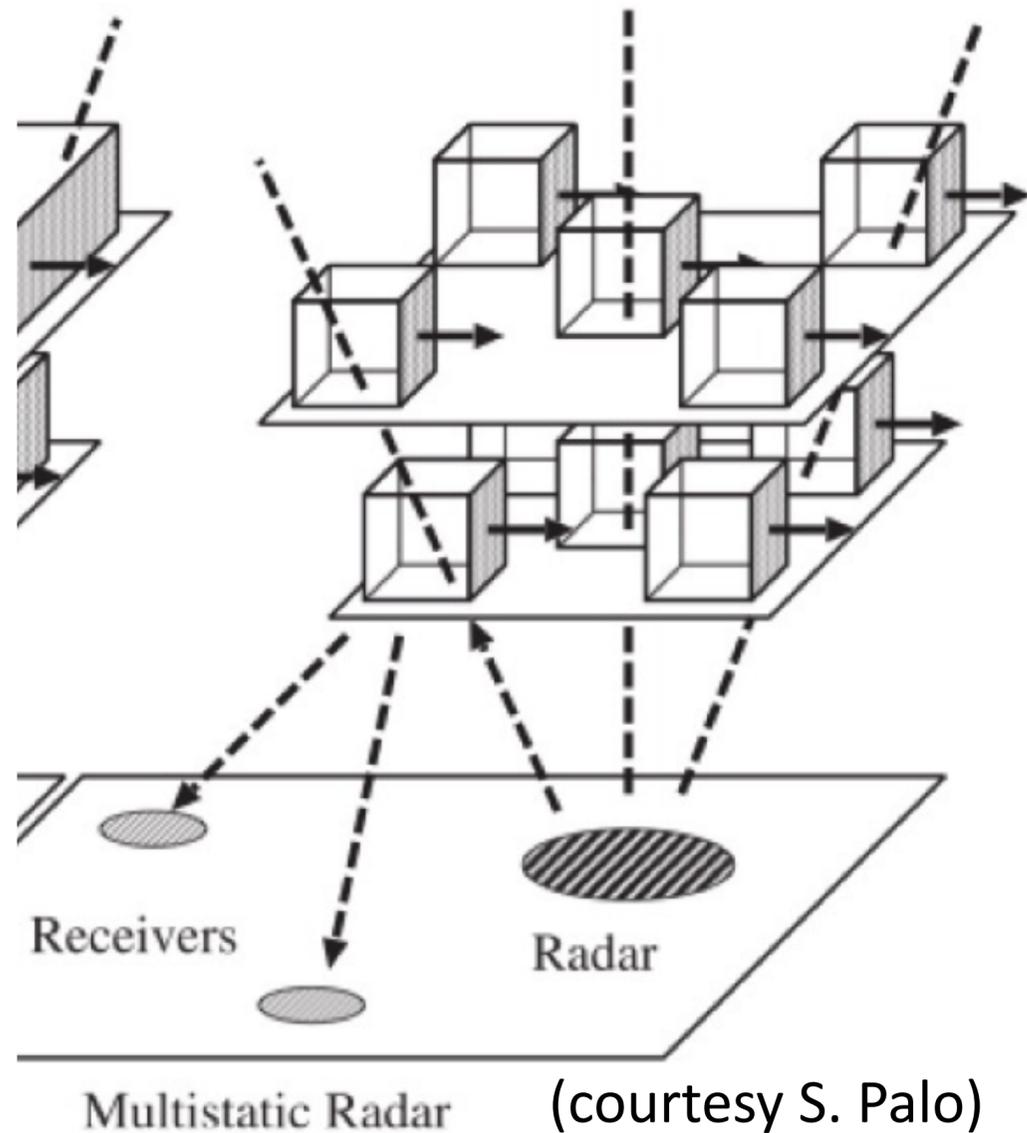


Radars de meteoros especulares

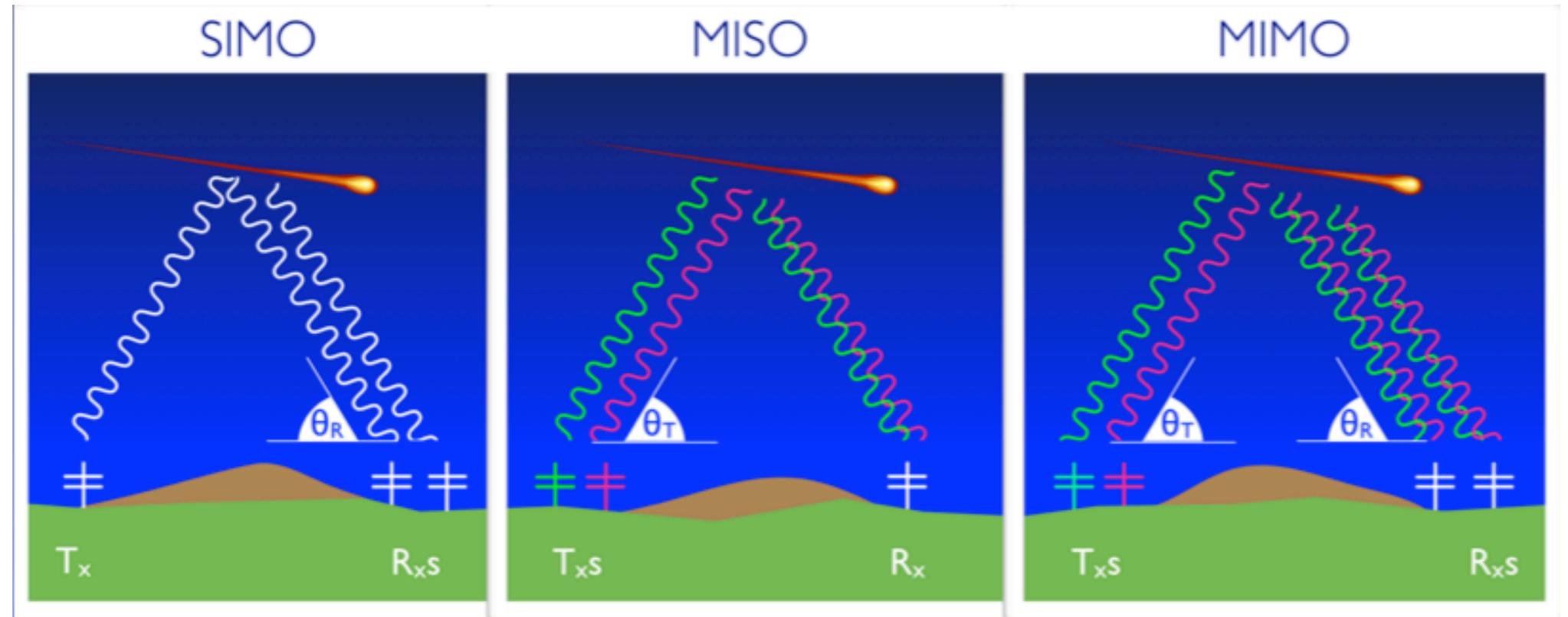
- Los meteoroides generan una columna de plasma cuando colisionan con las moléculas atmosféricas. Estas columnas pueden reflejar ondas de radio.
- Condición de especularidad: Los meteoros con trayectoria perpendicular al beam del radar pueden ser detectados.
- La estela dejada por los meteoros a su paso son usados como trazadores de los vientos en la región MLT.
- El desplazamiento Doppler medido por el radar es usado para estimar vientos en las direcciones zonal, meridional y vertical.



Radares multi-estáticos de meteoros especulares



SIMONE: Spread Spectrum Interferometric Multistatic meteor radar Observing Network



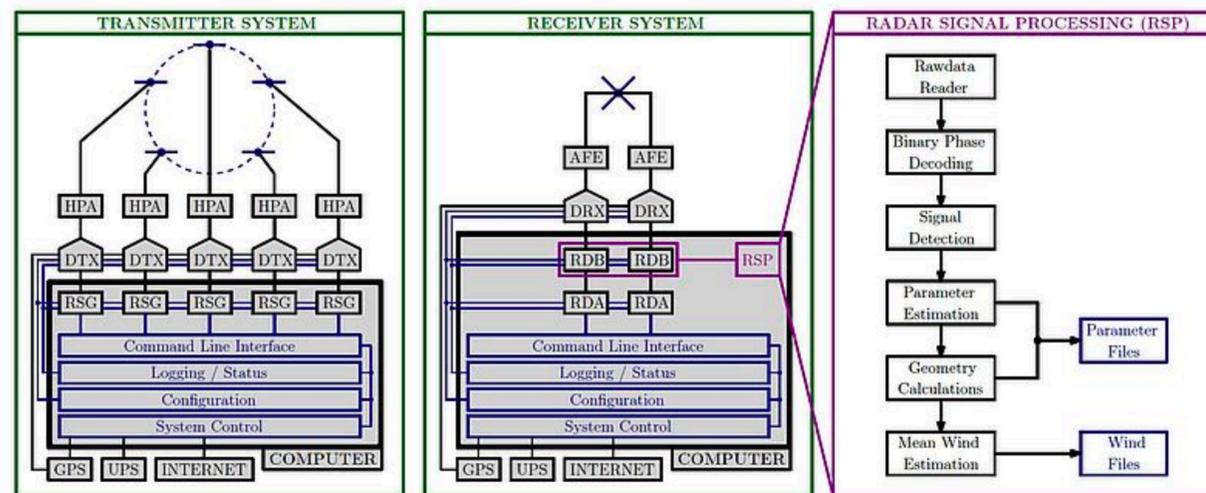
CONDOR (30°S)
MMARIA-SAAMER (54°S)

SIMONE-Piura (5°S)
SIMONE Jicamarca (12°S)
SIMONE Argentina (49°S)

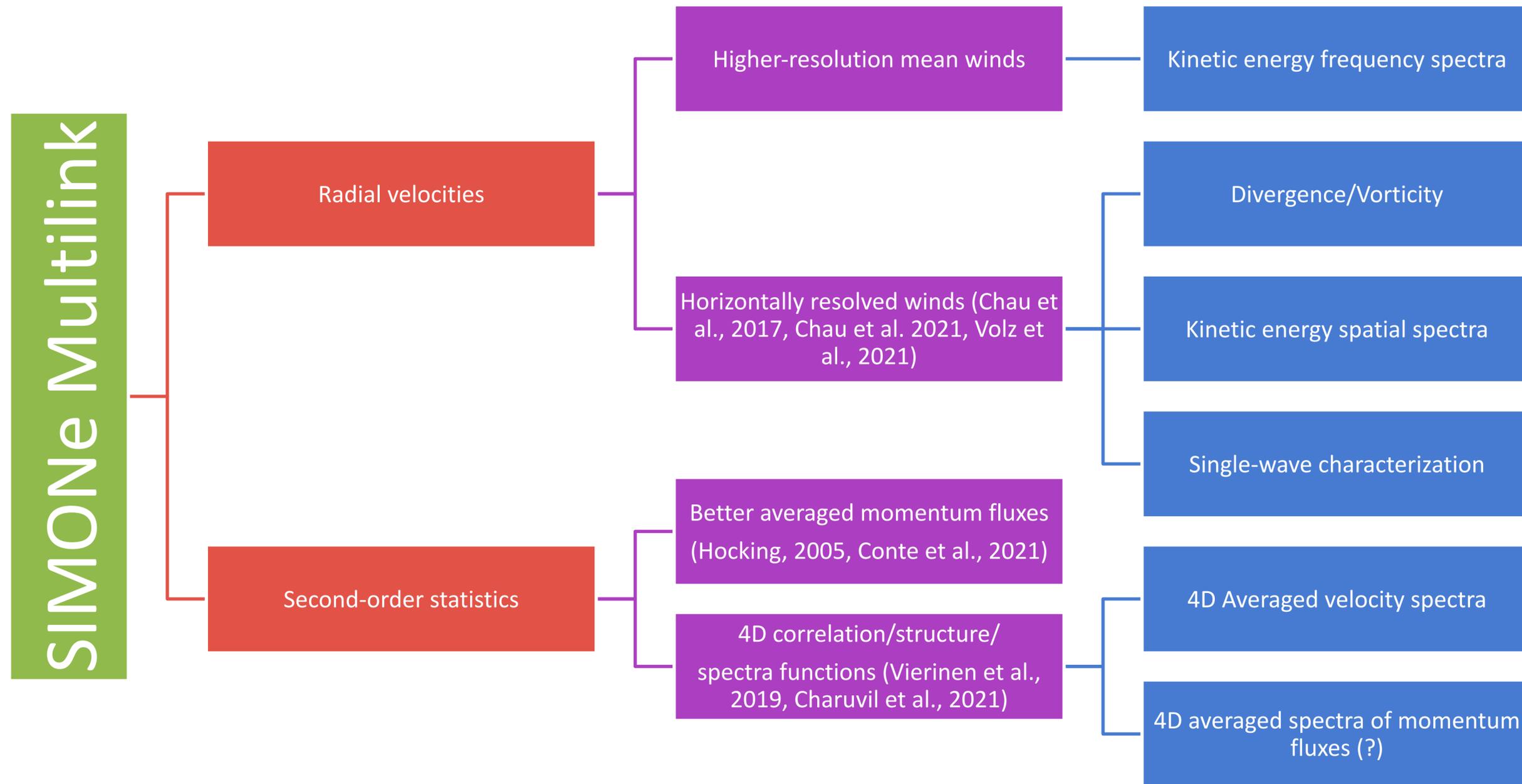
(Chau et al., 2019)

Características técnicas de SIMONe

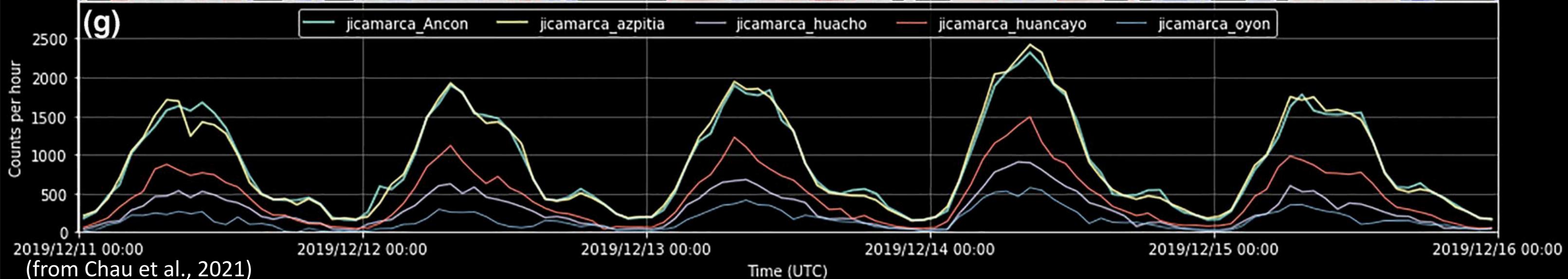
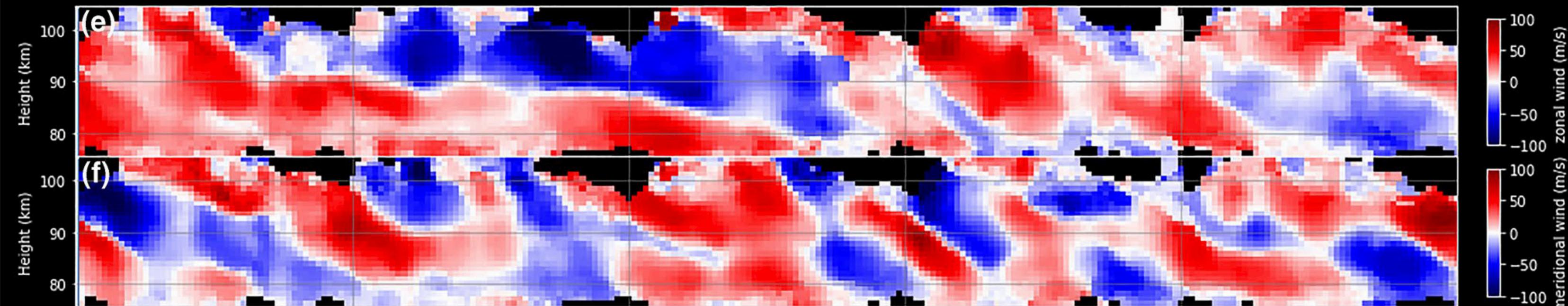
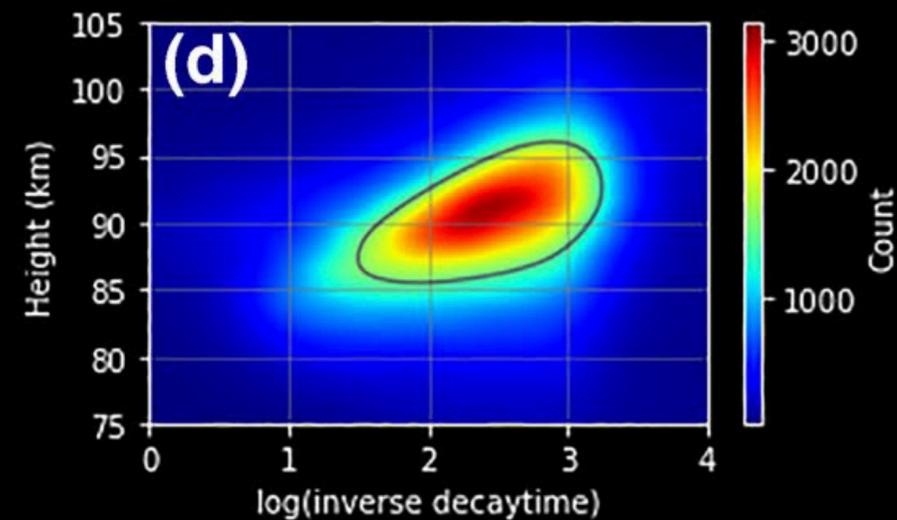
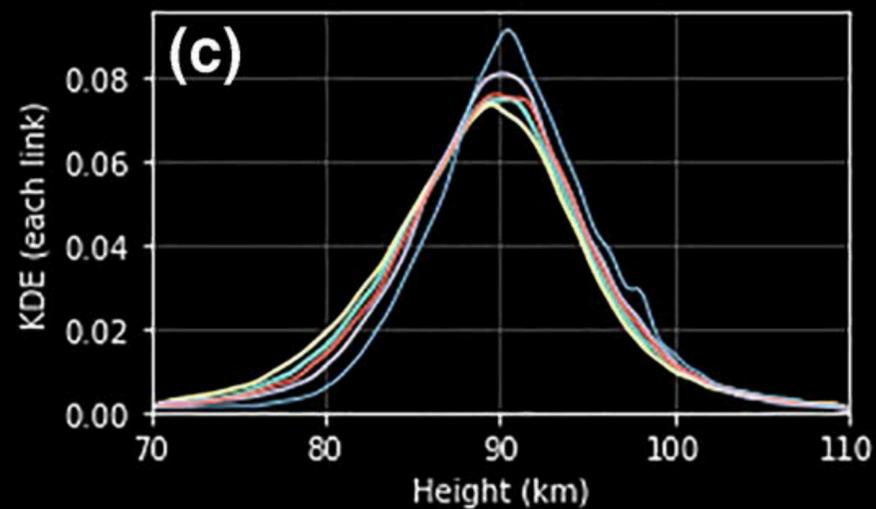
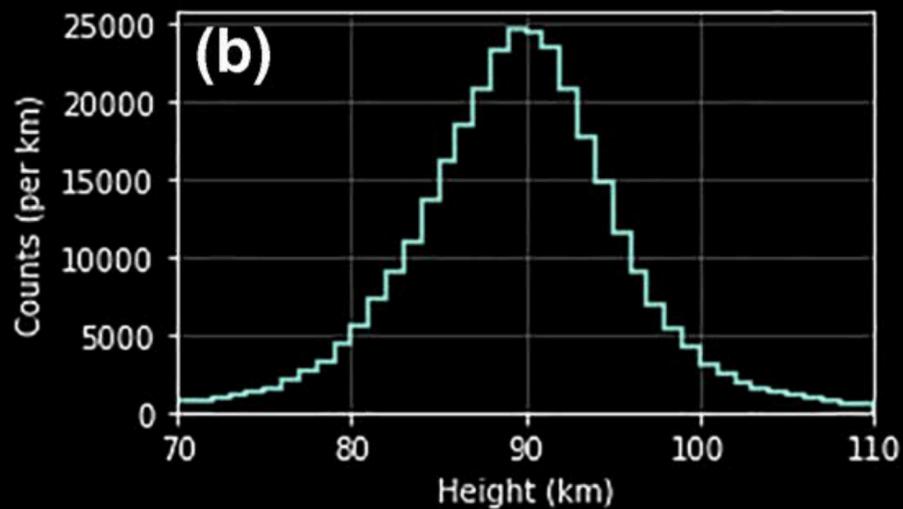
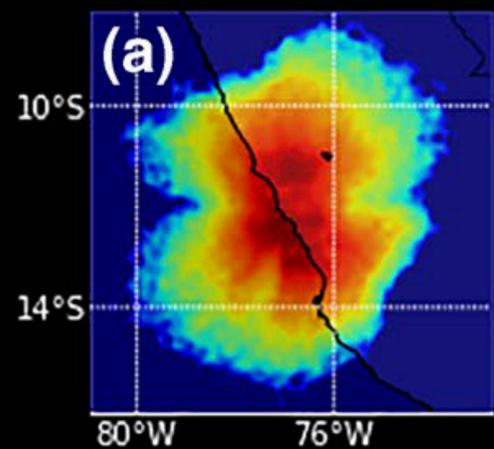
- Frecuencia de radar: 32.55 MHz
- Basado en sistemas SDR (USRP2) con sincronización GPS.
- Transmisión:
 - 500 W (onda continua)
 - 5 o 6 antenas polarización simple (diversidad en código)
- Recepción:
 - 5 estaciones distribuidas (antena con doble polarización)
 - Ancho de banda receptor: 100 kHz
 - Técnica de Compressed Sensing para detección de meteoros.



¿Qué podemos hacer con SIMONE en el Perú?



mmaria_multilink_simone-peru 2019_12

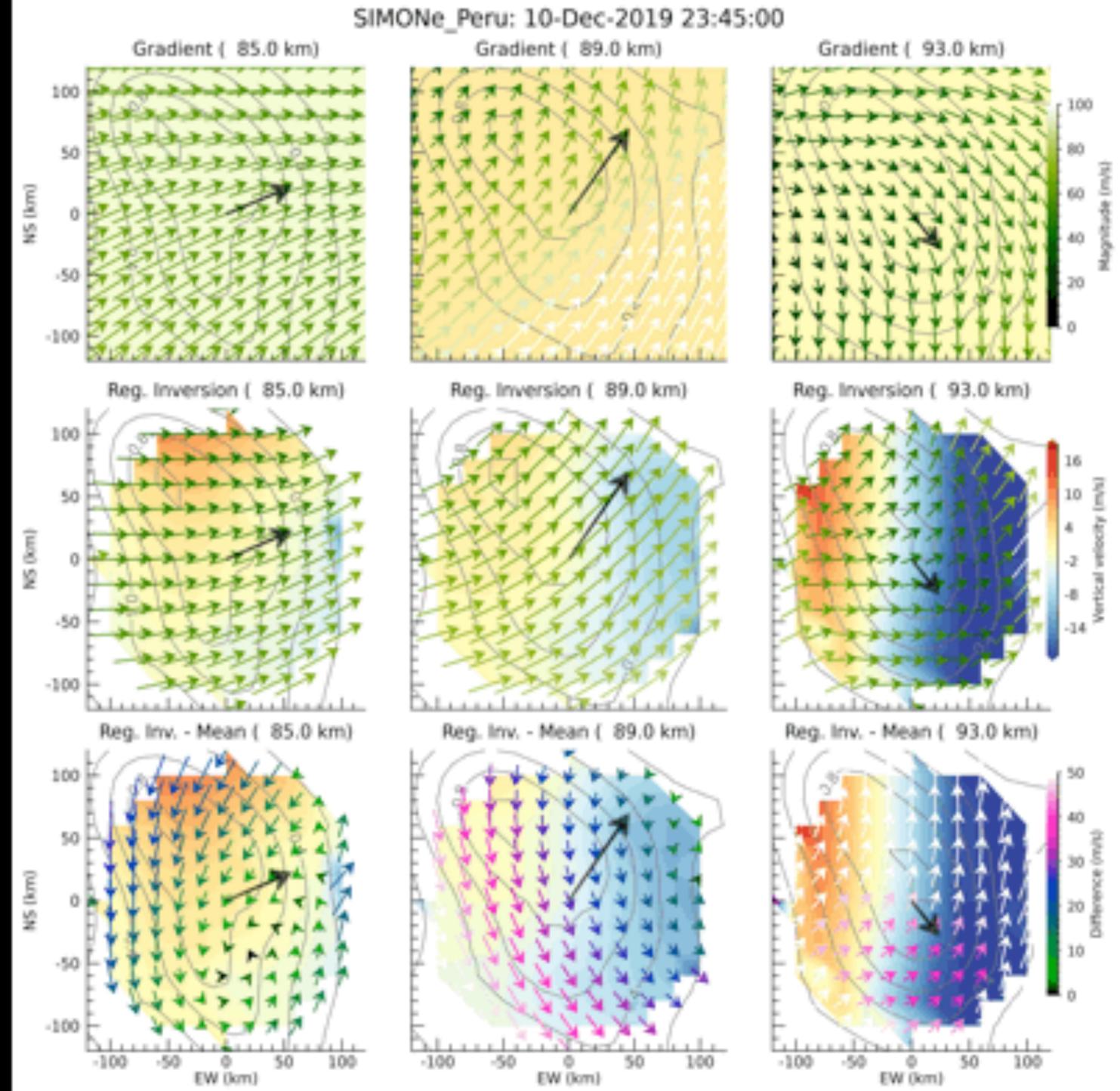
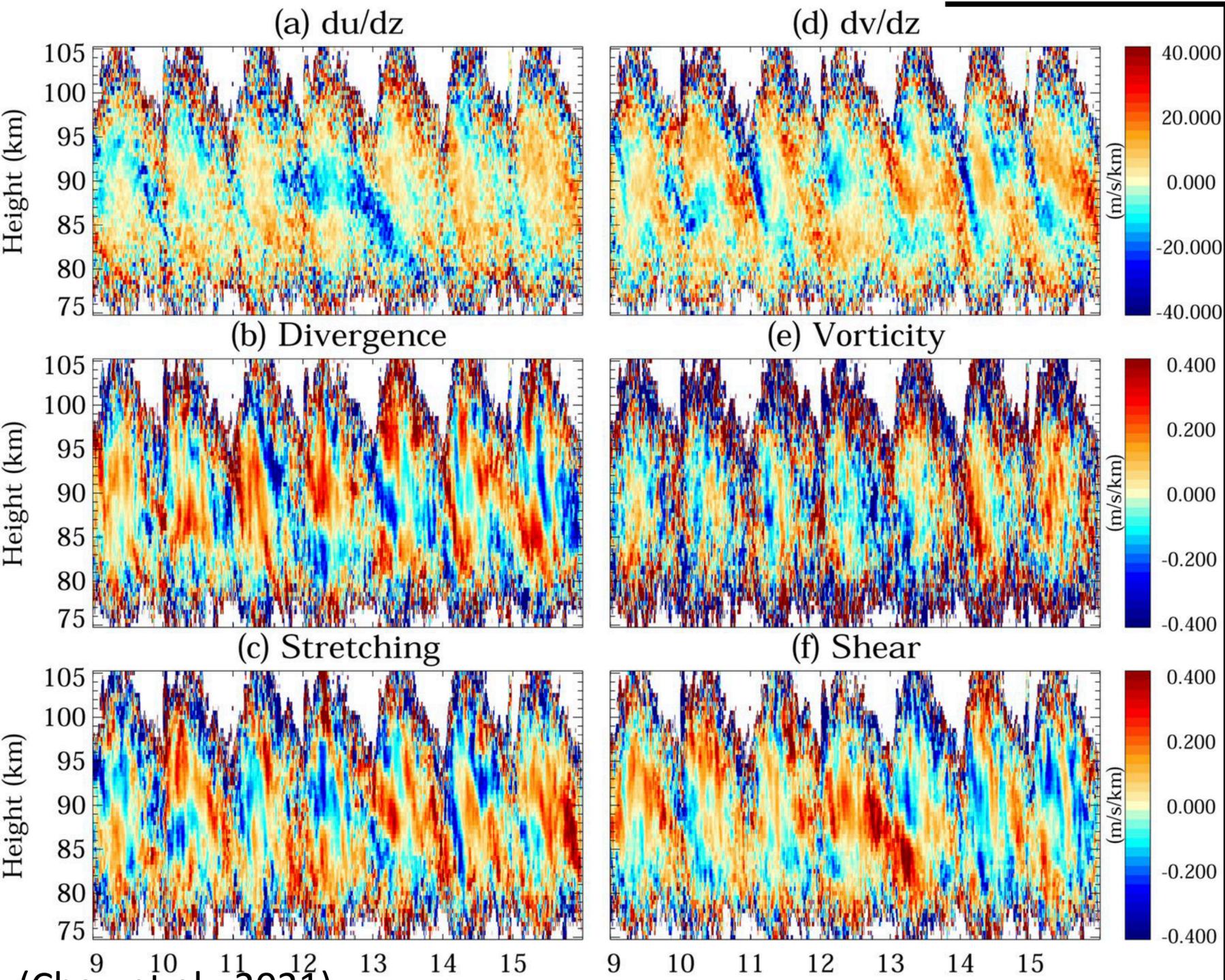


(from Chau et al., 2021)

MLT (10s-100s km): Estadísticas de primer orden

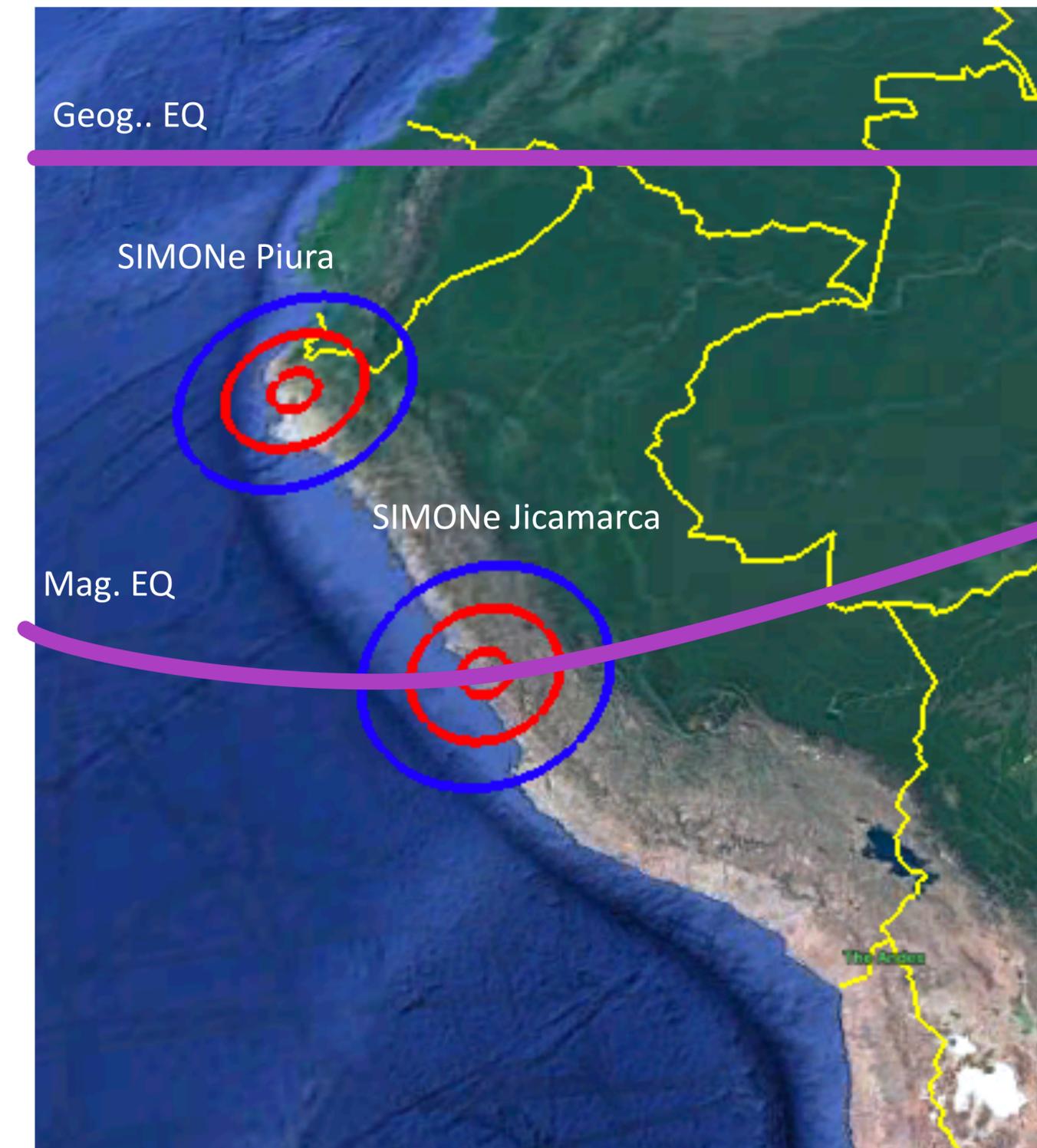
Derived MLT parameters from gradient method

Derived MLT wind fields



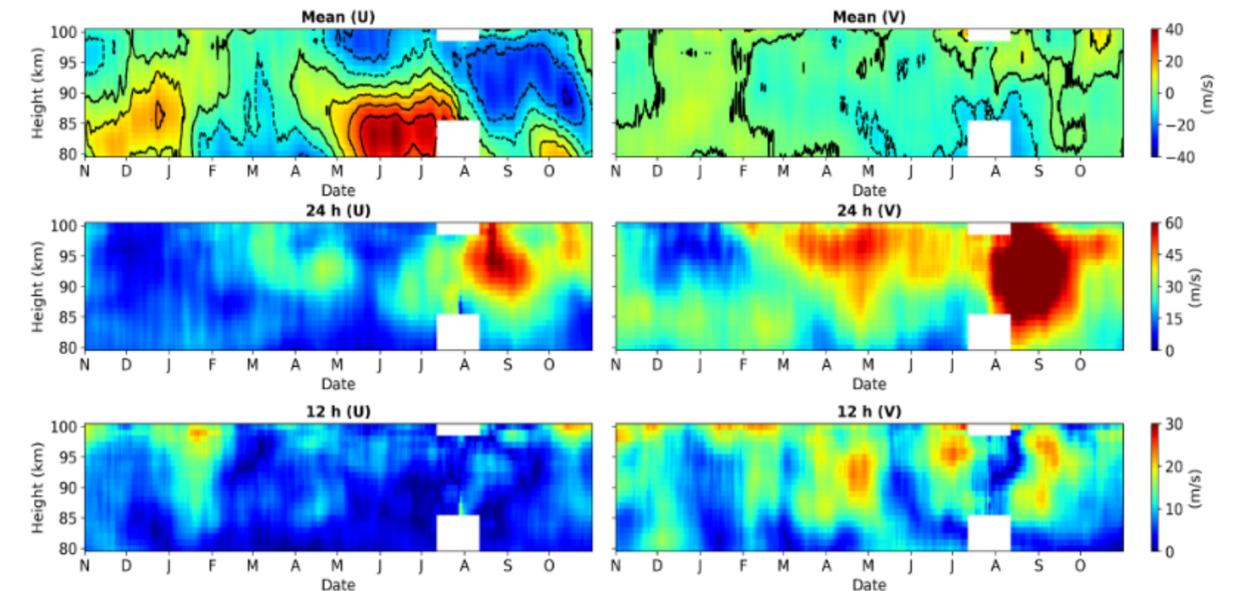
SIMONe Peru

- Dos sistemas instalados en el Perú
 - SIMONe Jicamarca
 - Costa Central
 - Ecuador Magnético
 - SIMONe Piura
 - Costa Norte
 - Punto medio entre el Ecuador magnético y el Ecuador geográfico



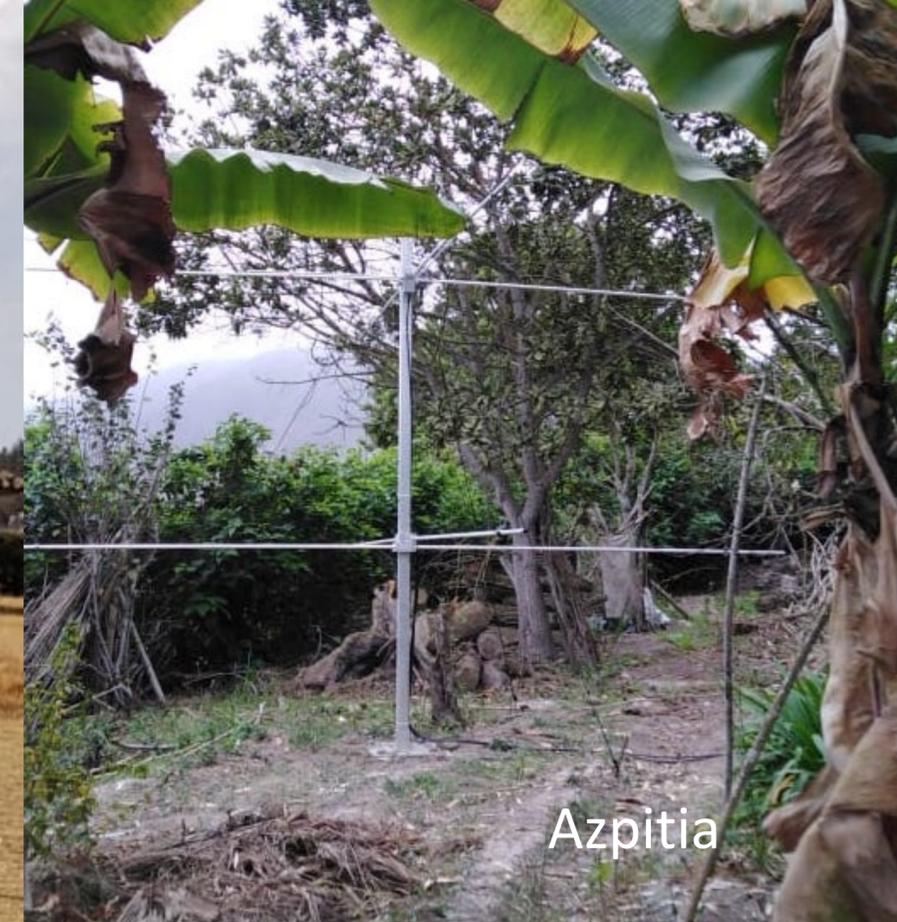
SIMONe Jicamarca & Piura

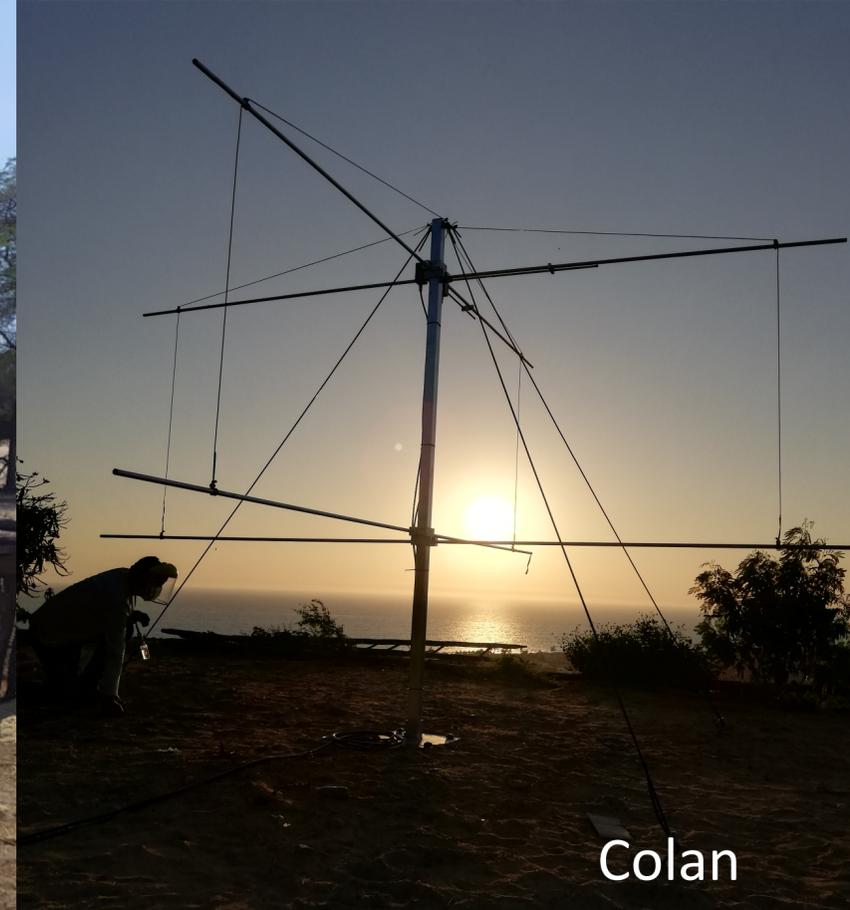
- SIMONe Jicamarca
 - Operación continua desde Sep 2019.
 - 1 estación TX en Jicamarca, 5 estaciones RX (Ancón, Azpitia, Huancayo, Sta. Rosa, Pachacamac)
 - Estudio de la climatología de los vientos MLT en desarrollo.



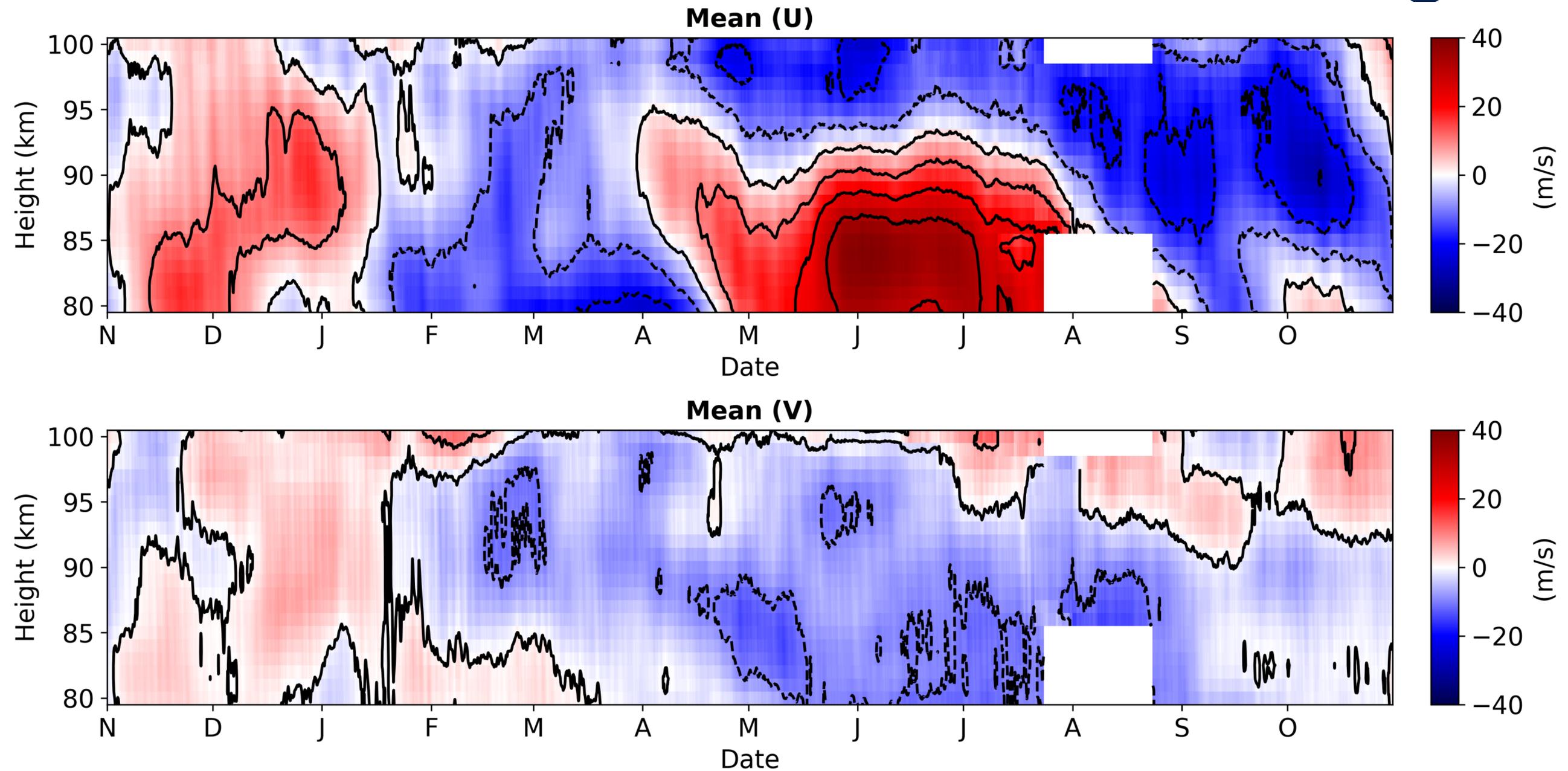
Mean MLT winds, 24-hour and 12-hour tides above central coast of Peru.

- SIMONe Piura
 - La instalación se inició en Junio del 2021.
 - 1 estación TX en la UDEP
 - 5 estaciones RX alterador de Piura.

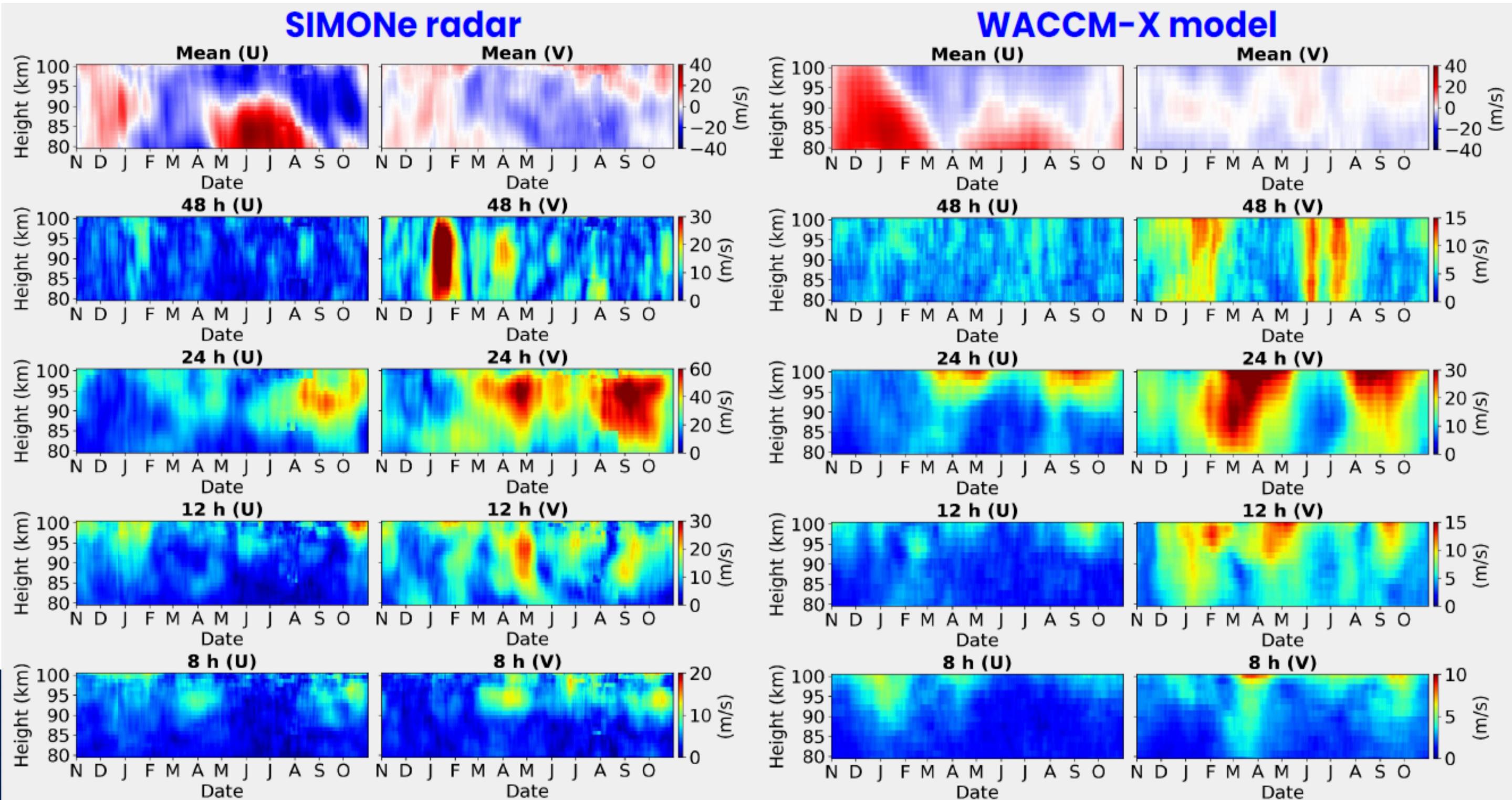




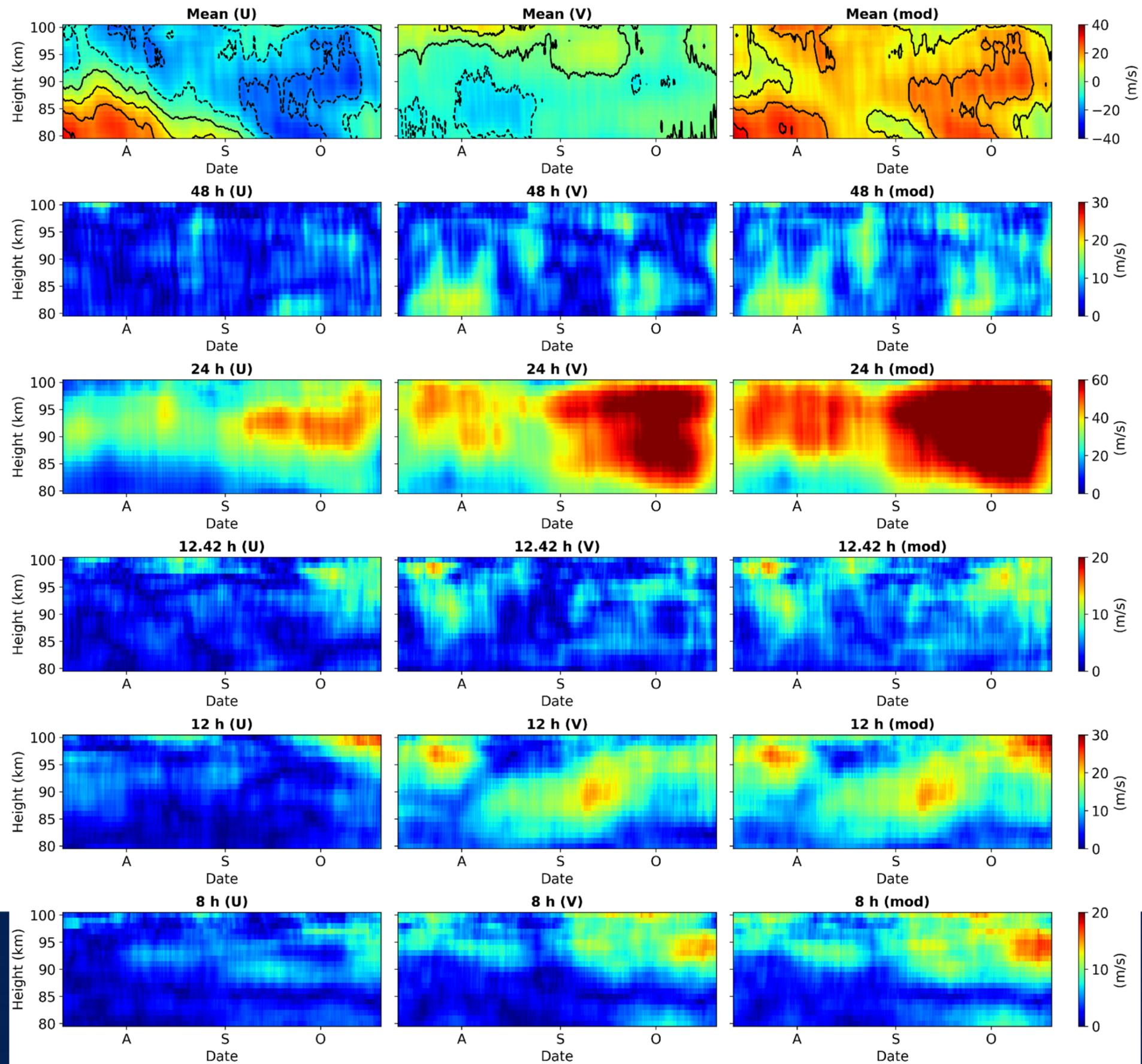
Vientos MLT Jicamarca: Ecuador Geomagnético



Dinámica MLT Jicamarca: SIMONe vs. WACCM-X

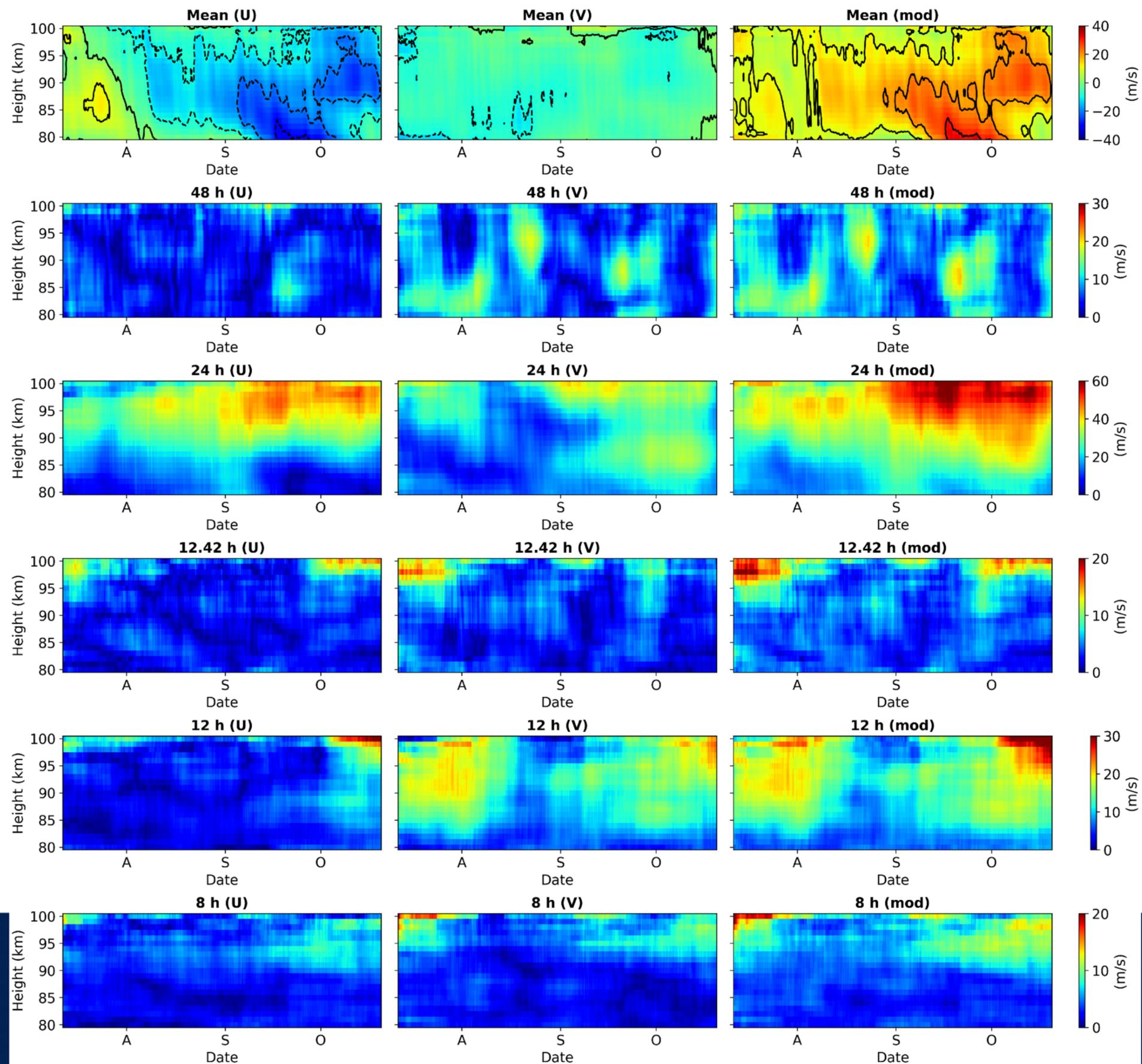


(J. Suclupe, MSc. Thesis, 2022)



Jicamarca vs. Piura (Aug-Oct 2021)

SIMONe Jicamarca (12°S)
 Vientos medios, Q2DW y mareas de 24, 12 y 8 horas.



Jicamarca vs. Piura (Aug-Oct 2021)

SIMONe Piura (5°S)

Vientos medios, Q2DW y mareas de 24, 12 y 8 horas.

Comparando con Jicamarca:

- La marea diurna en Piura es más fuerte en la componente zonal y tiene su pico a mayor altura.
- La marea total de 24 horas es más débil en Piura.
- Las ondas Q2DW son comparables en ambas estaciones.
- La marea de 8 horas es más débil en Piura.

Resumen

- SIMONE Peru complementa las capacidades del Radio Observatorio de Jicamarca para el estudio del valle ionosférico y de la región MLT (mesósfera y baja termósfera).
- La región del valle ionosférico a bajas latitudes muestra variabilidad diaria significativa que probablemente está relacionada con la dinámica neutra en la región MLT.
- SIMONE facilita el estudio de la dinámica de la región MLT a escalas en el orden de 10 a 100 km de distancia.
- Los radares SIMONE en Jicamarca y Piura pueden contribuir al entendimiento de los fenómenos en las regiones D, E y del valle de la ionósfera ecuatorial.
- Jicamarca y Piura, estando separados solo 7 grados de latitud, muestran diferencias significativas en la dinámica de la mesósfera y baja termósfera sobre estos lugares.
- Trabajos en desarrollo:
 - Estudio de climatología de los vientos MLT sobre Jicamarca y Piura.
 - Estudio de pronóstico de los vientos en la región MLT aplicando técnicas de aprendizaje automático.