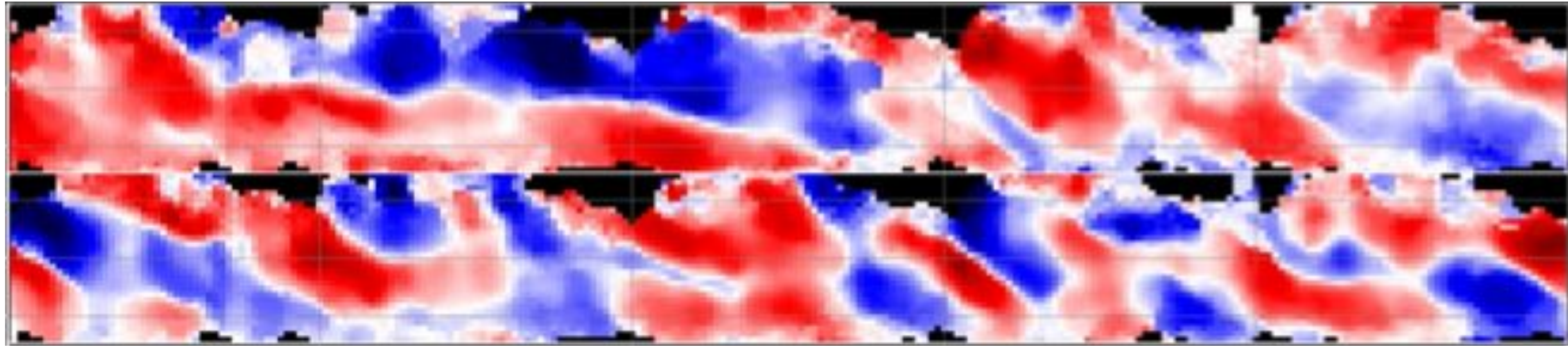




Radares SIMONe en el Perú

*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

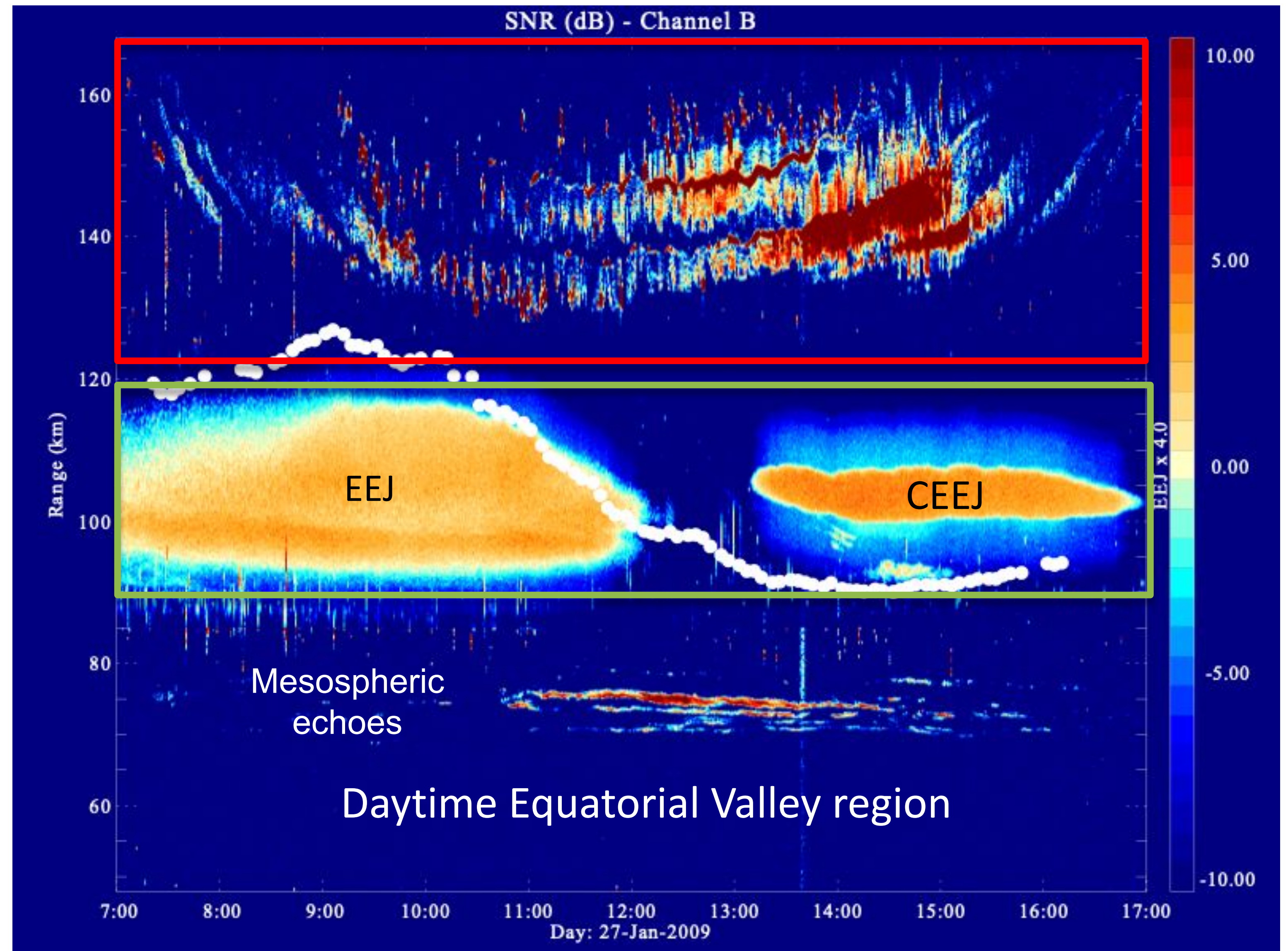


UNIVERSIDAD
DE PIURA

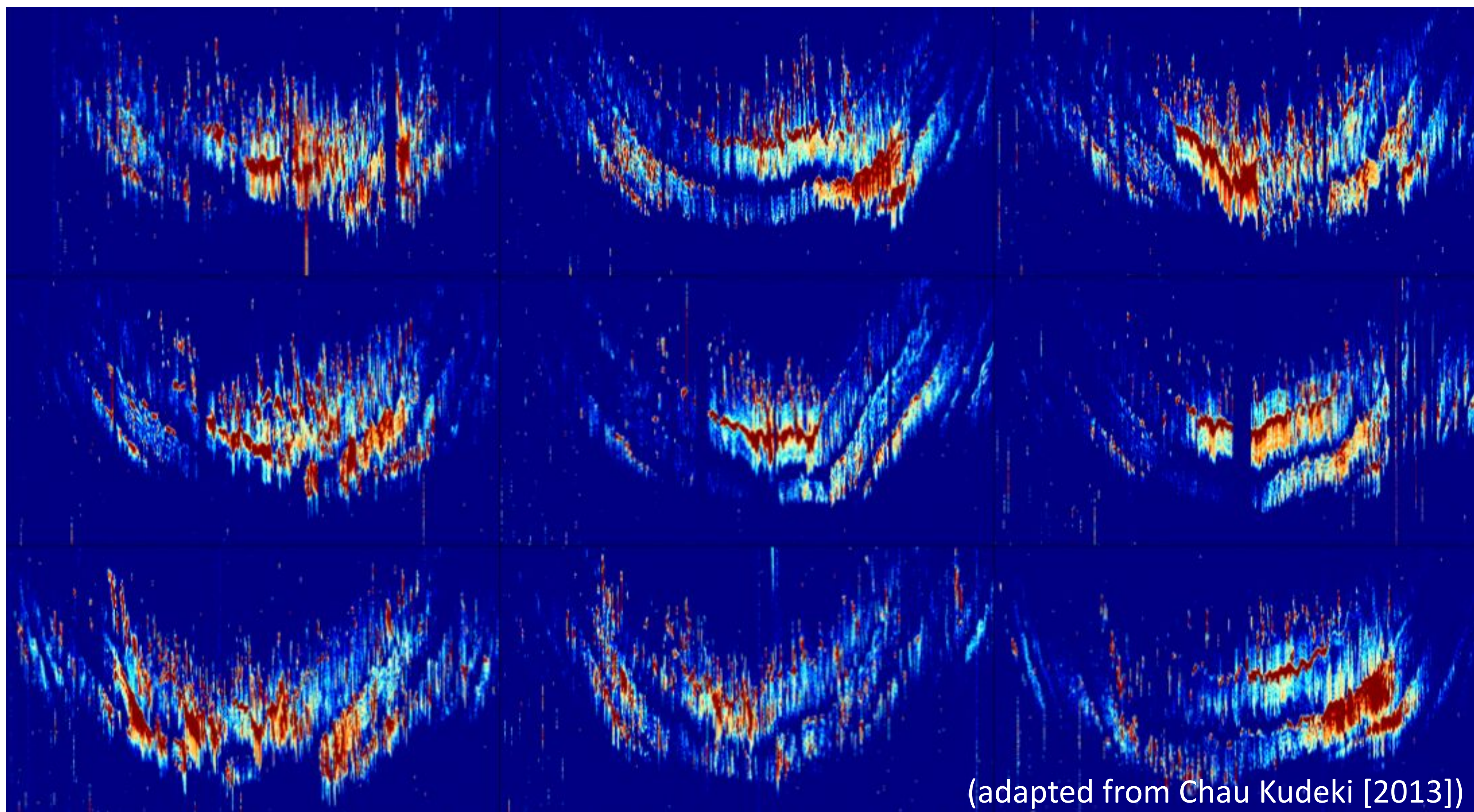


Motivación

- 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.

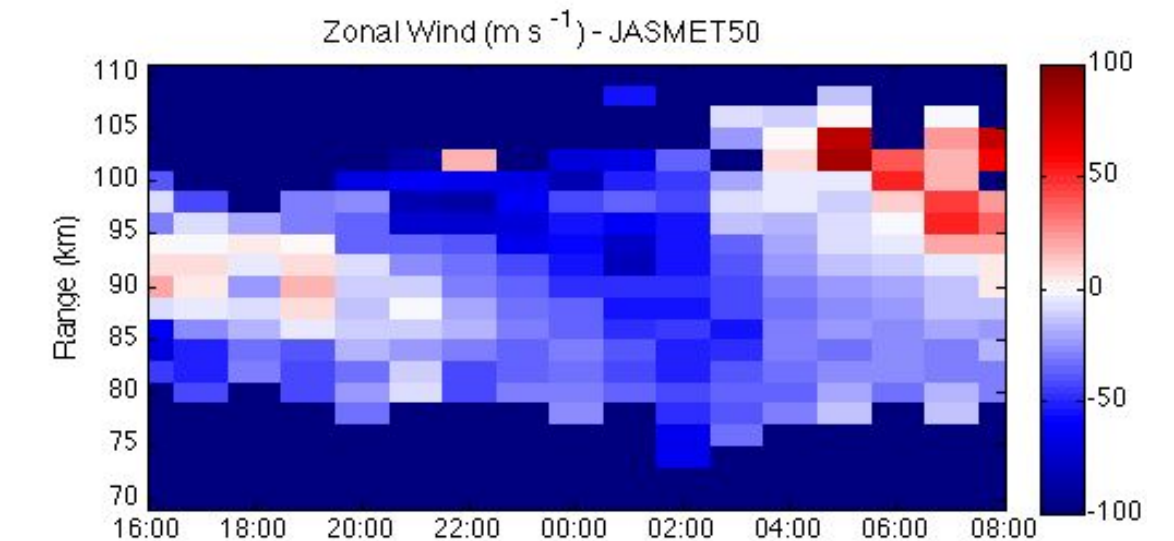
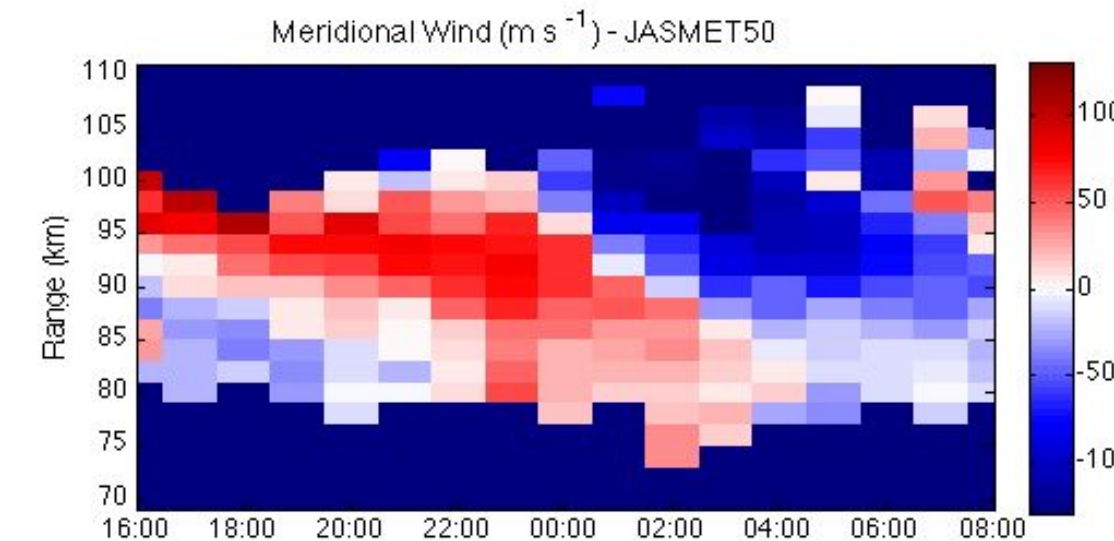
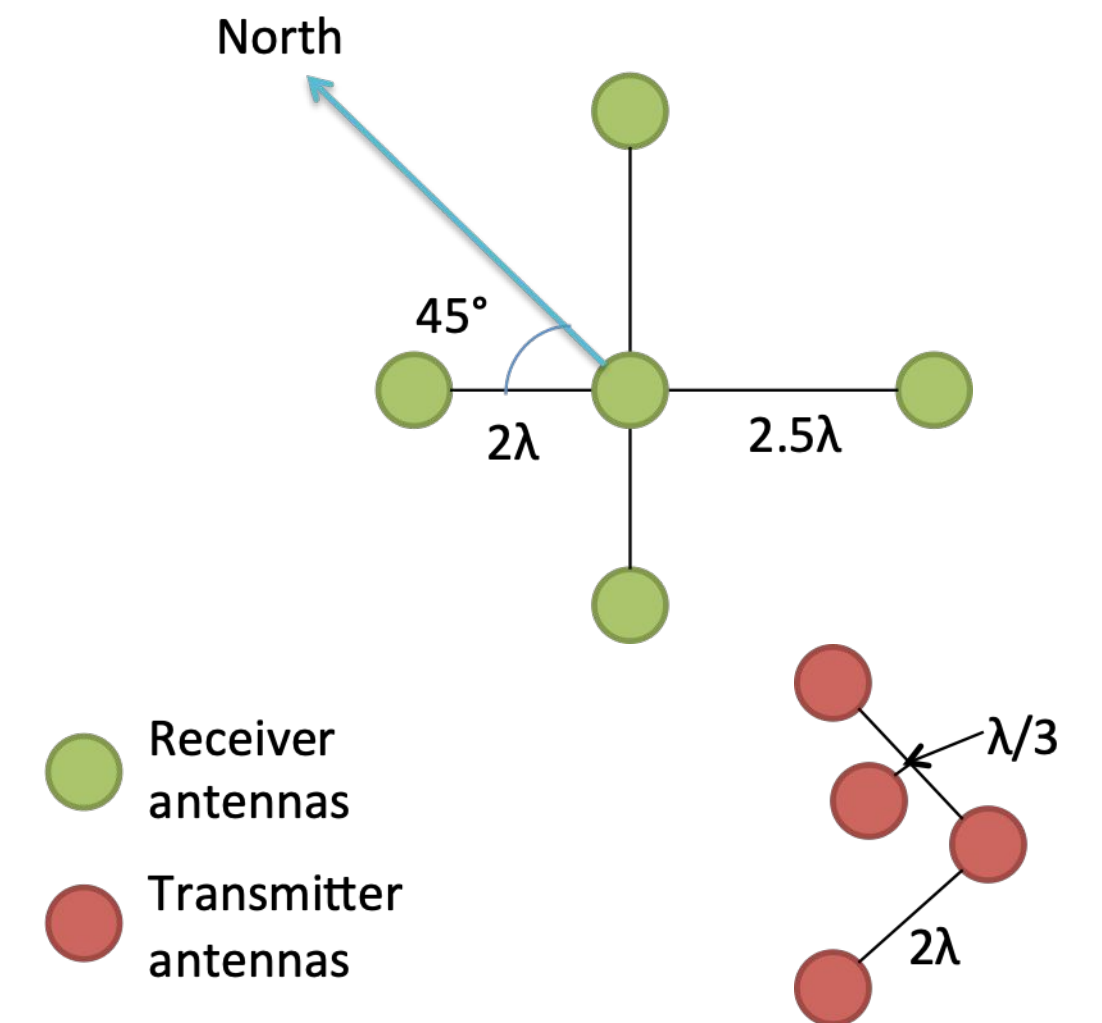
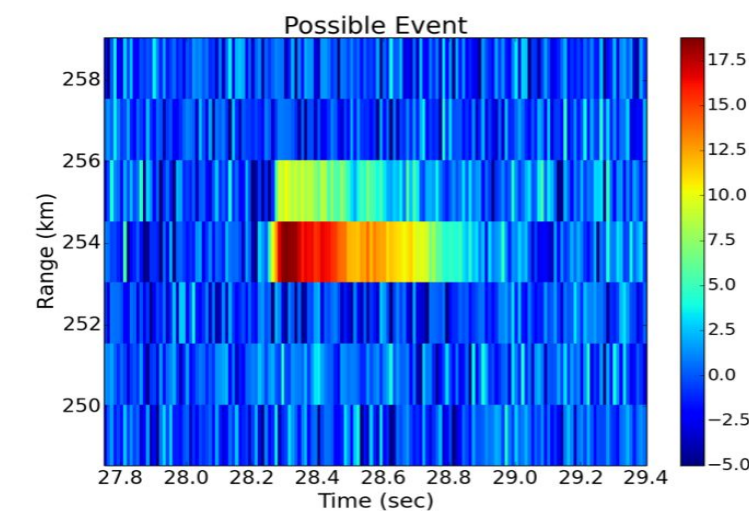
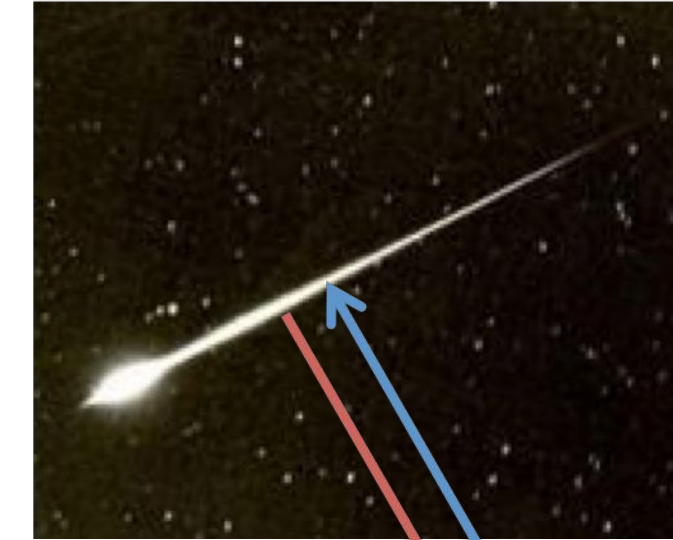


Variabilidad diaria de los ecos de 150 km

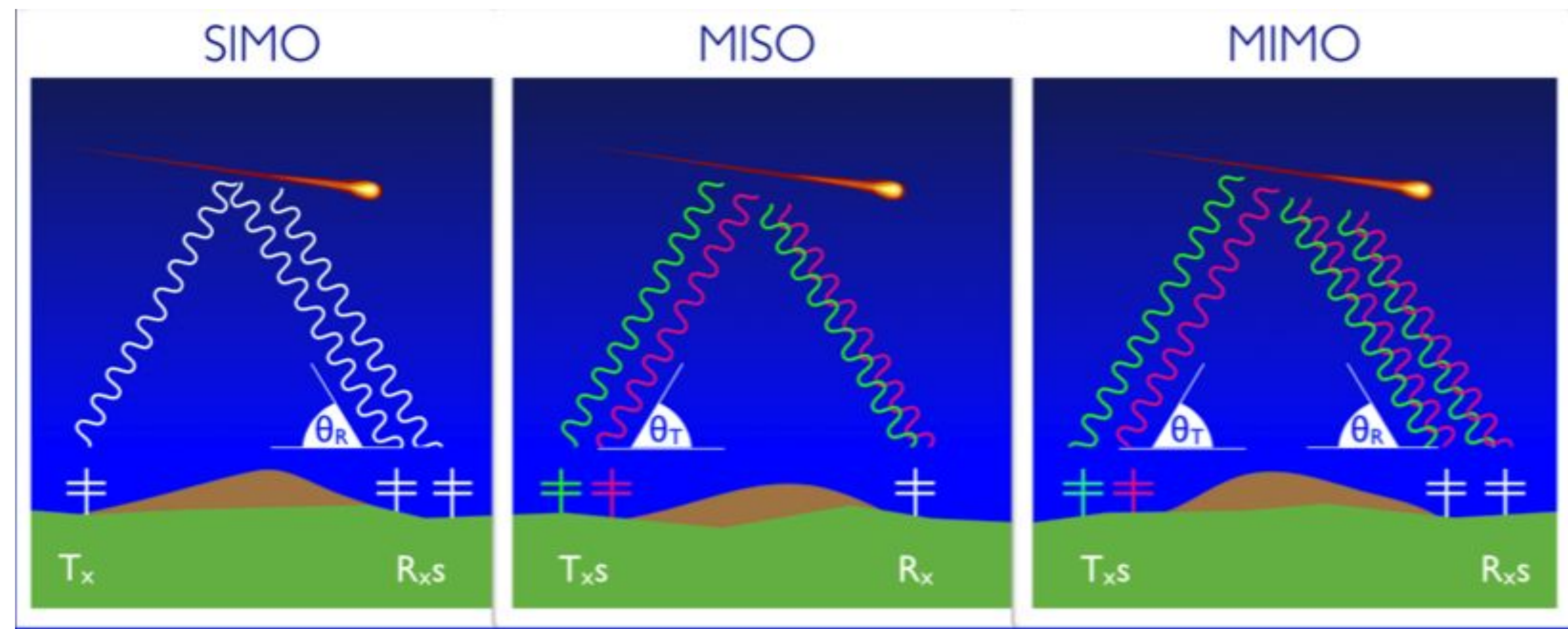
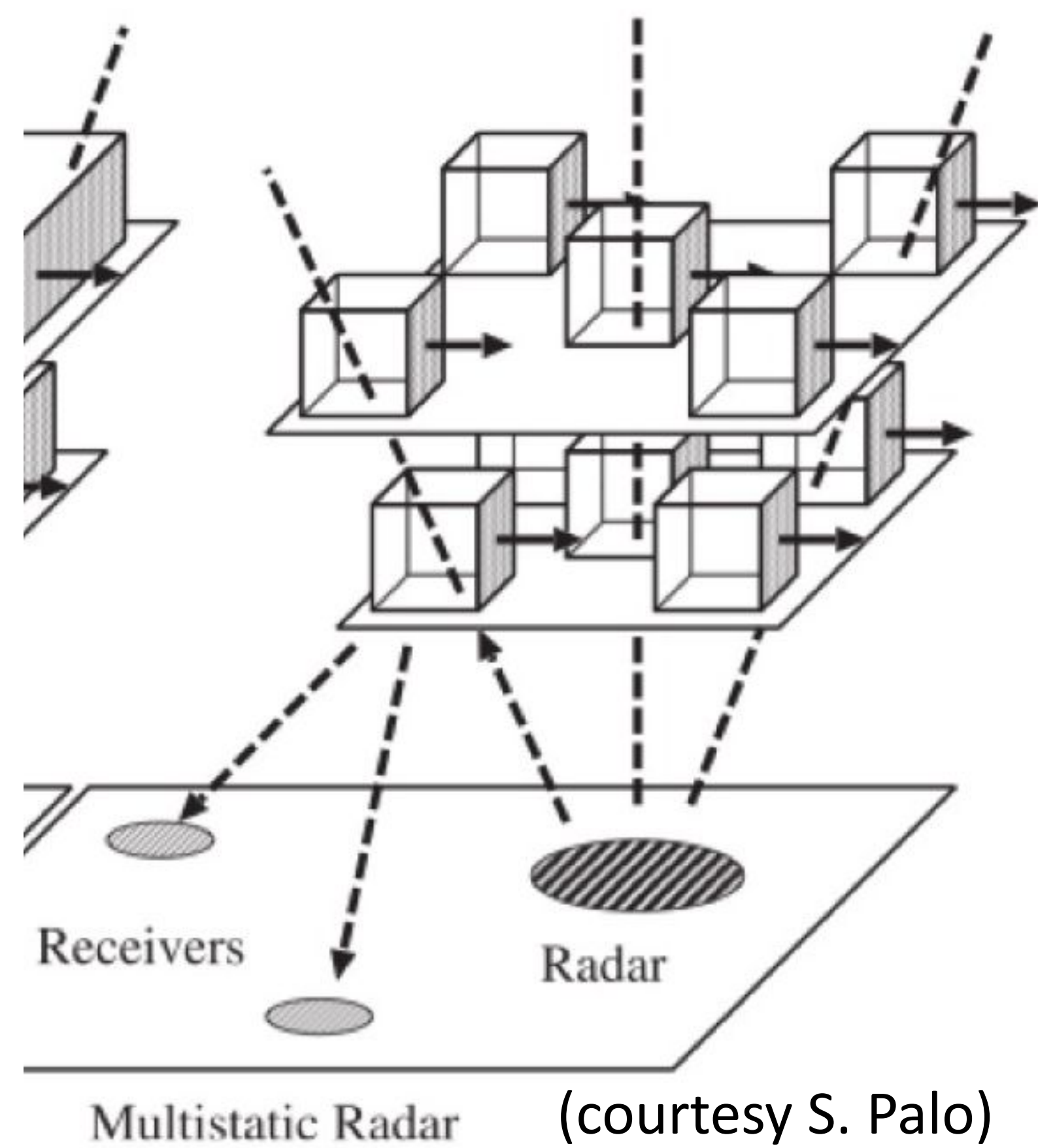


Radares de meteoros especulares

- 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

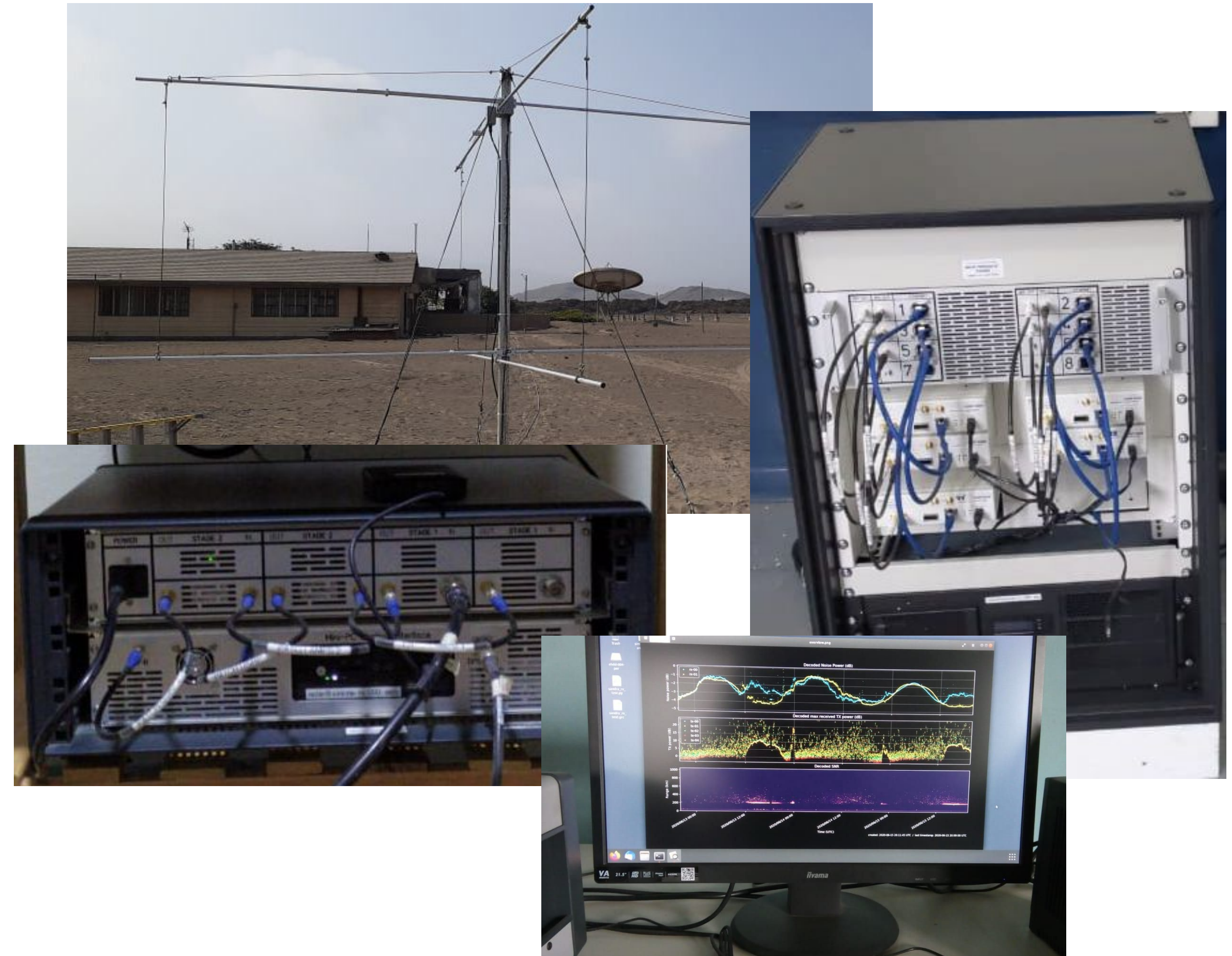
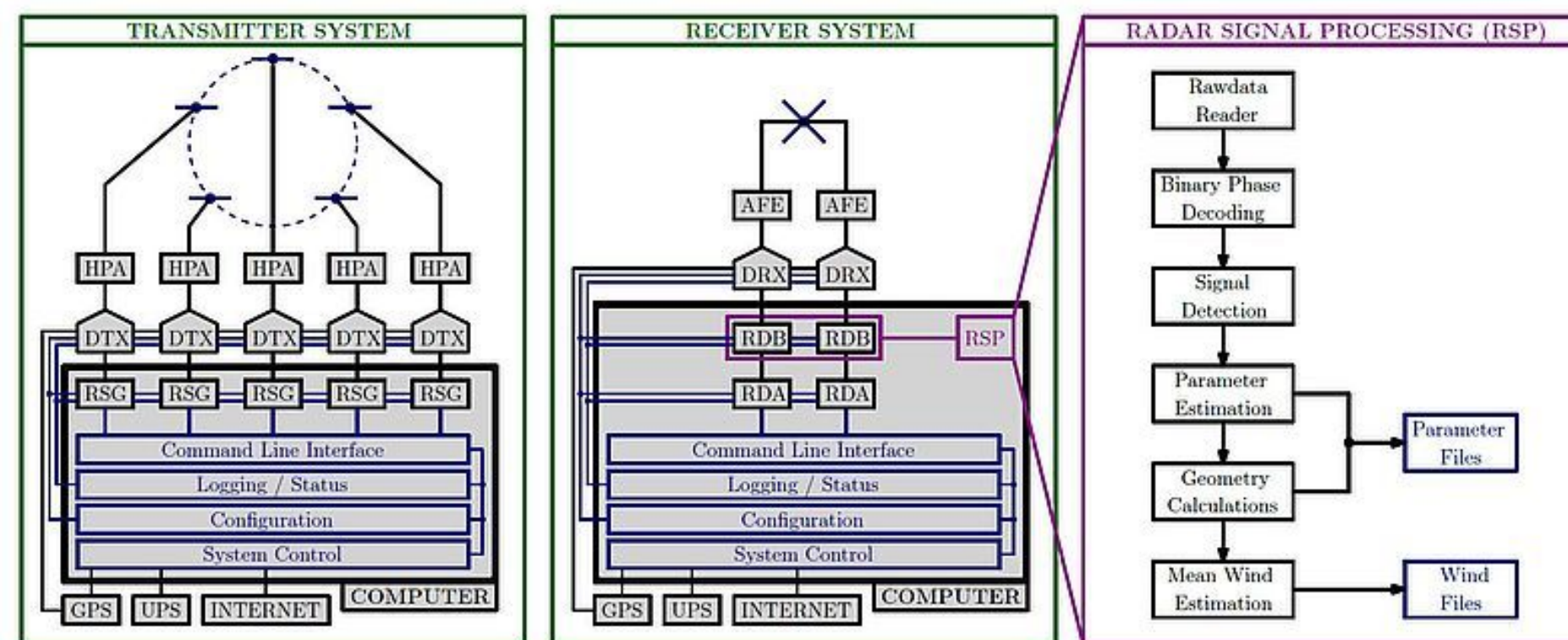


CONDOR (30°S)
MMARIA-SAAMER (54°S)

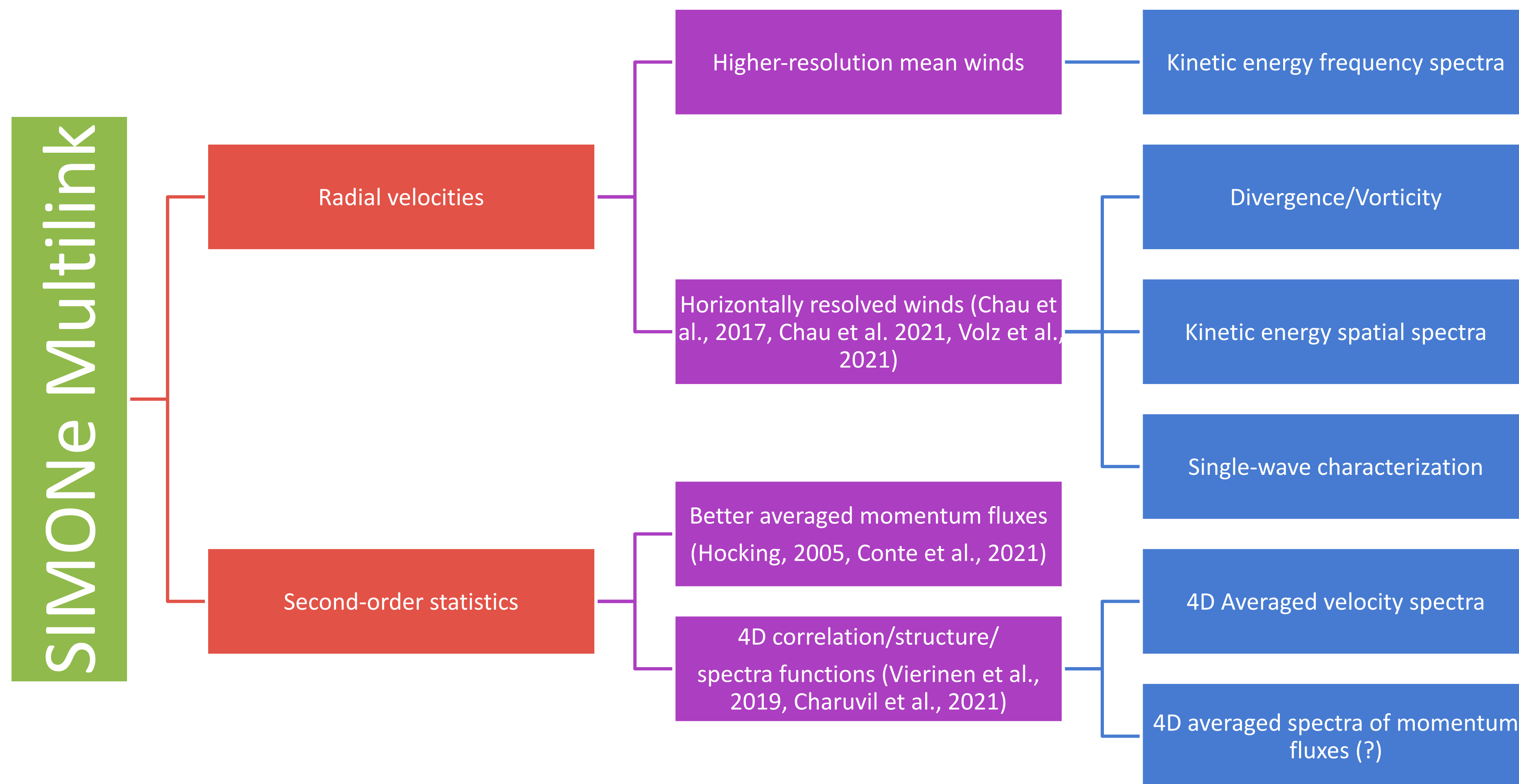
SIMONE-Piura (5°S)
SIMONE Jicamarca (12°S)
SIMONE Argentina (49°S)

Características técnicas de SIMONe

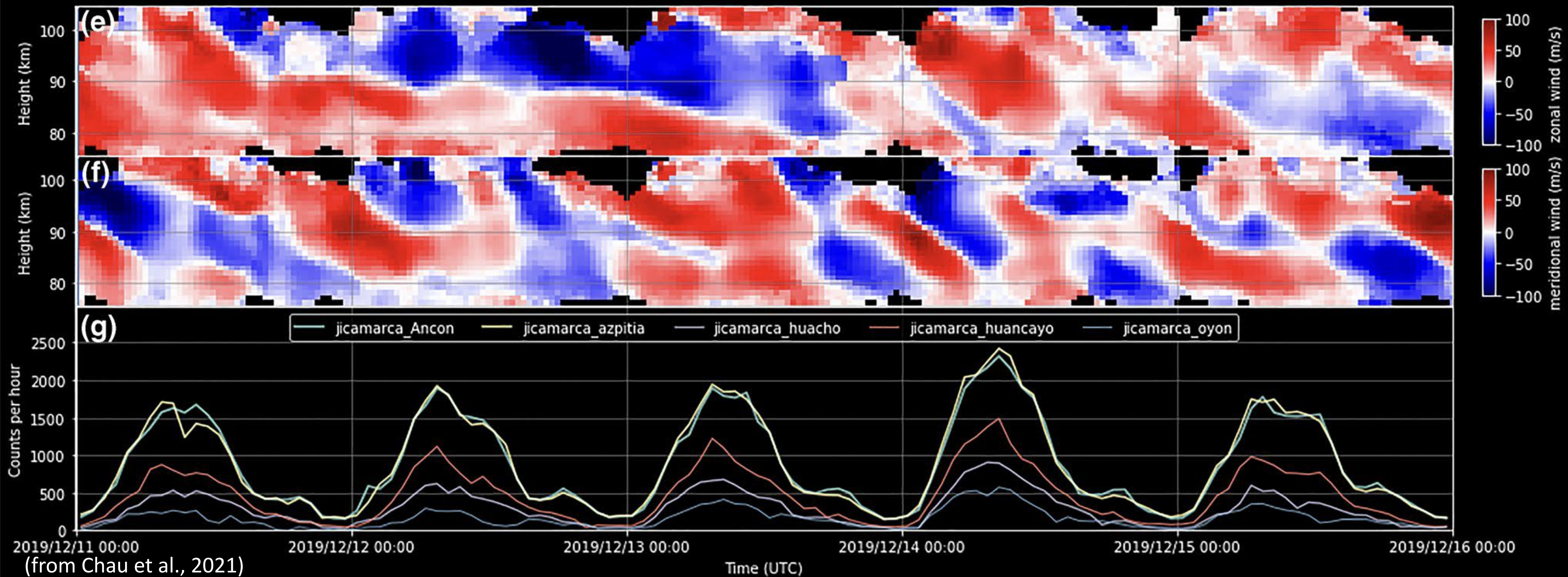
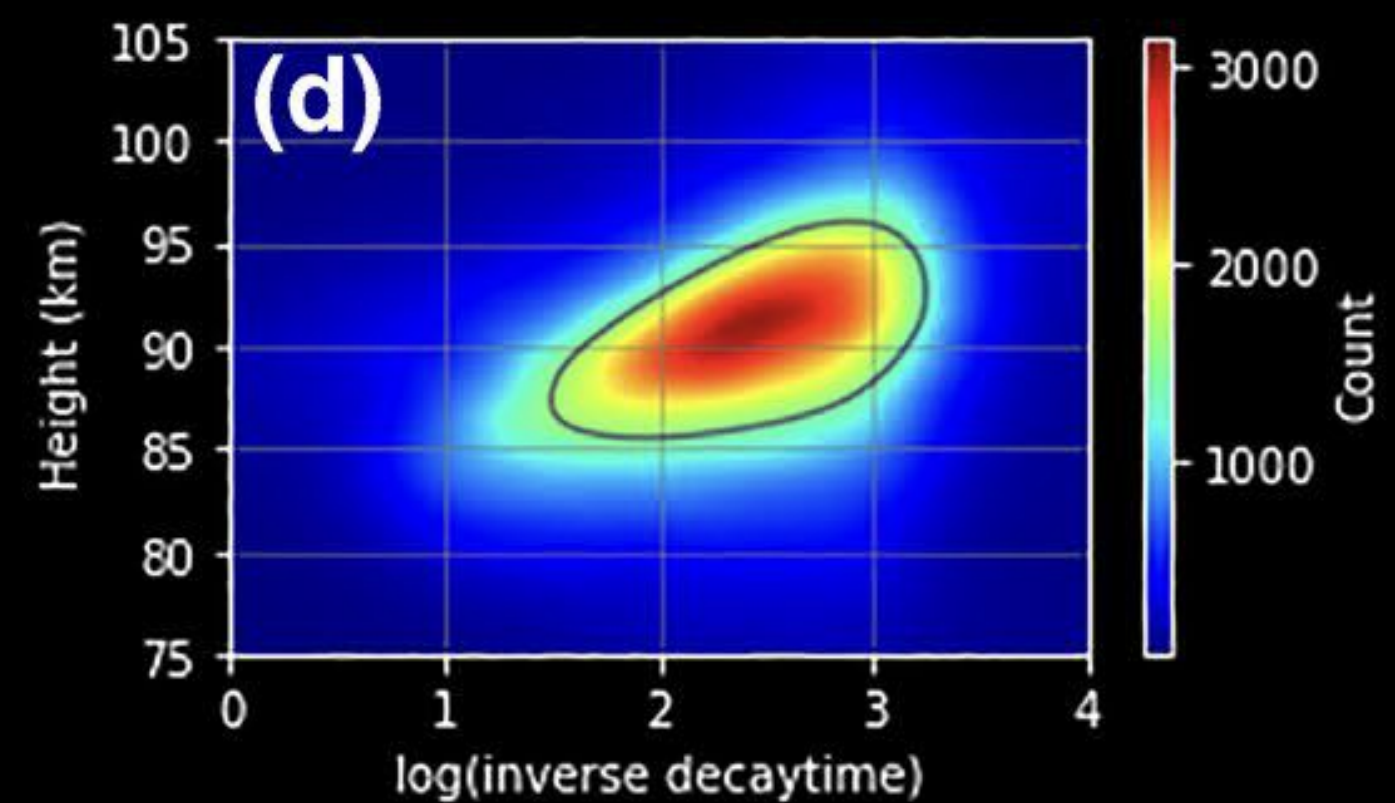
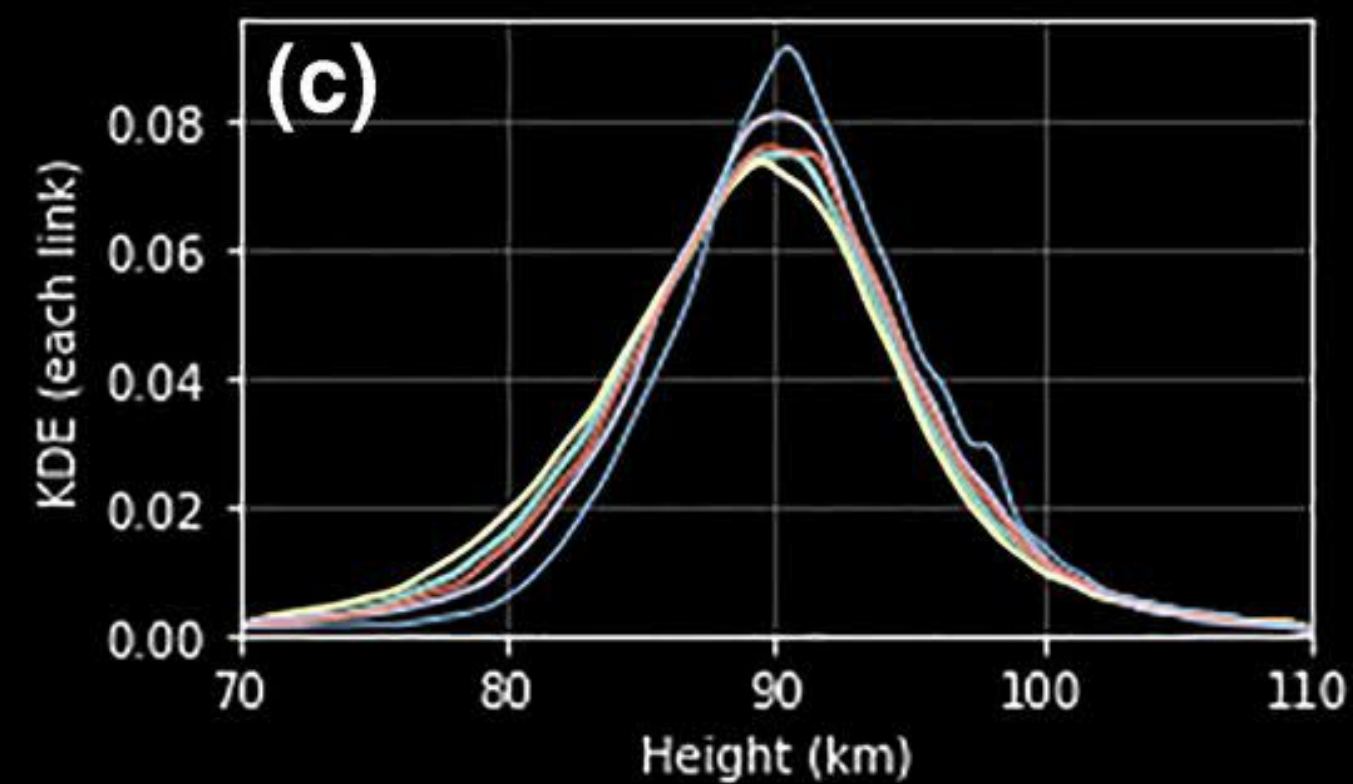
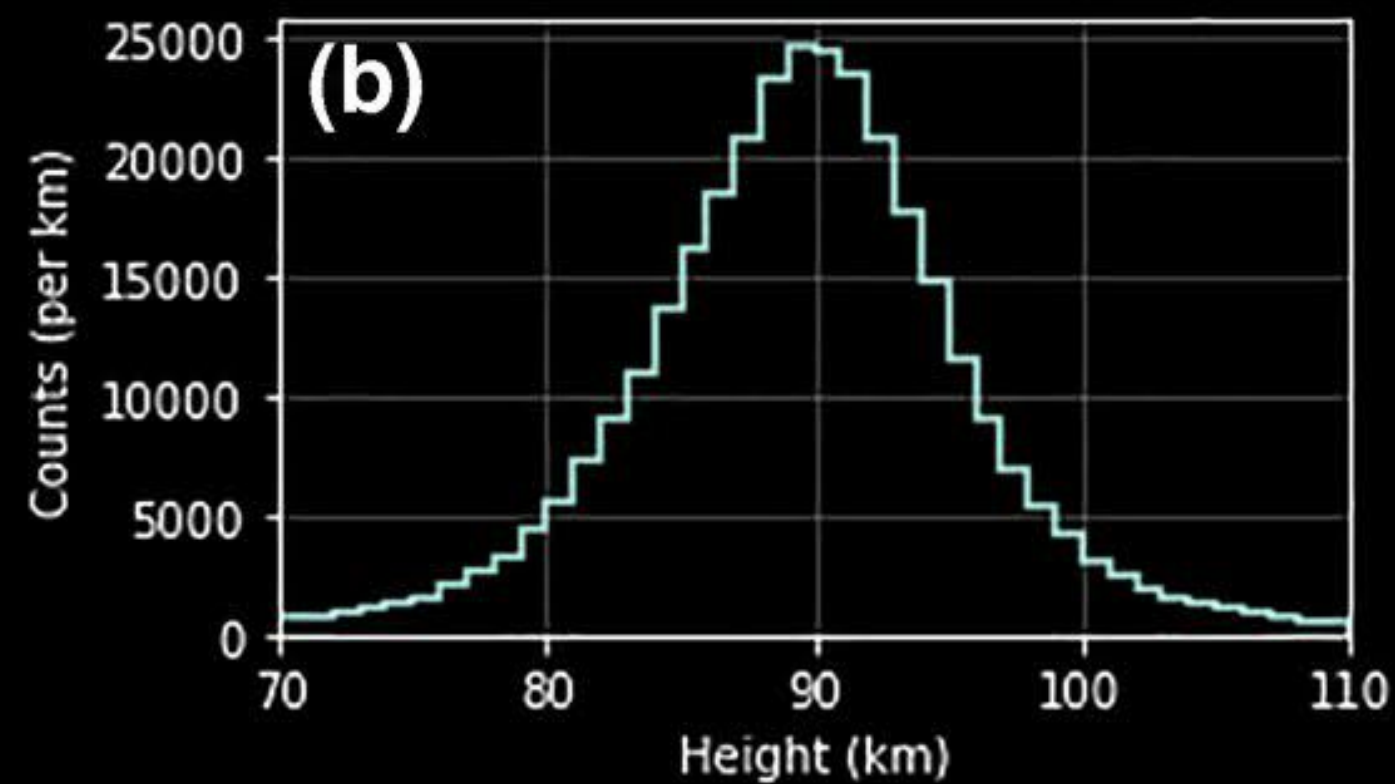
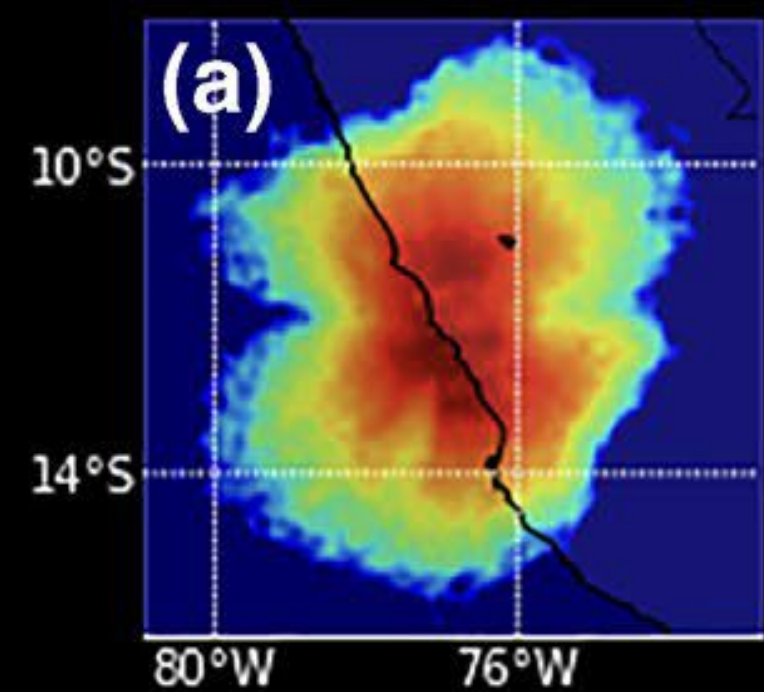
- Frecuencia de radar: 32.55 MHz
- Basado en sistemas SDR (USRP2) con sincronización GPS.
- Transmisión:
 - 500 W (onda continua)
 - 5 o 6 antenas polarización simple (diversidad en código)
- Recepción:
 - 5 estaciones distribuidas (antena con doble polarización)
 - Ancho de banda receptor: 100 kHz
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



¿Qué podemos hacer con SIMONe en el Peru?



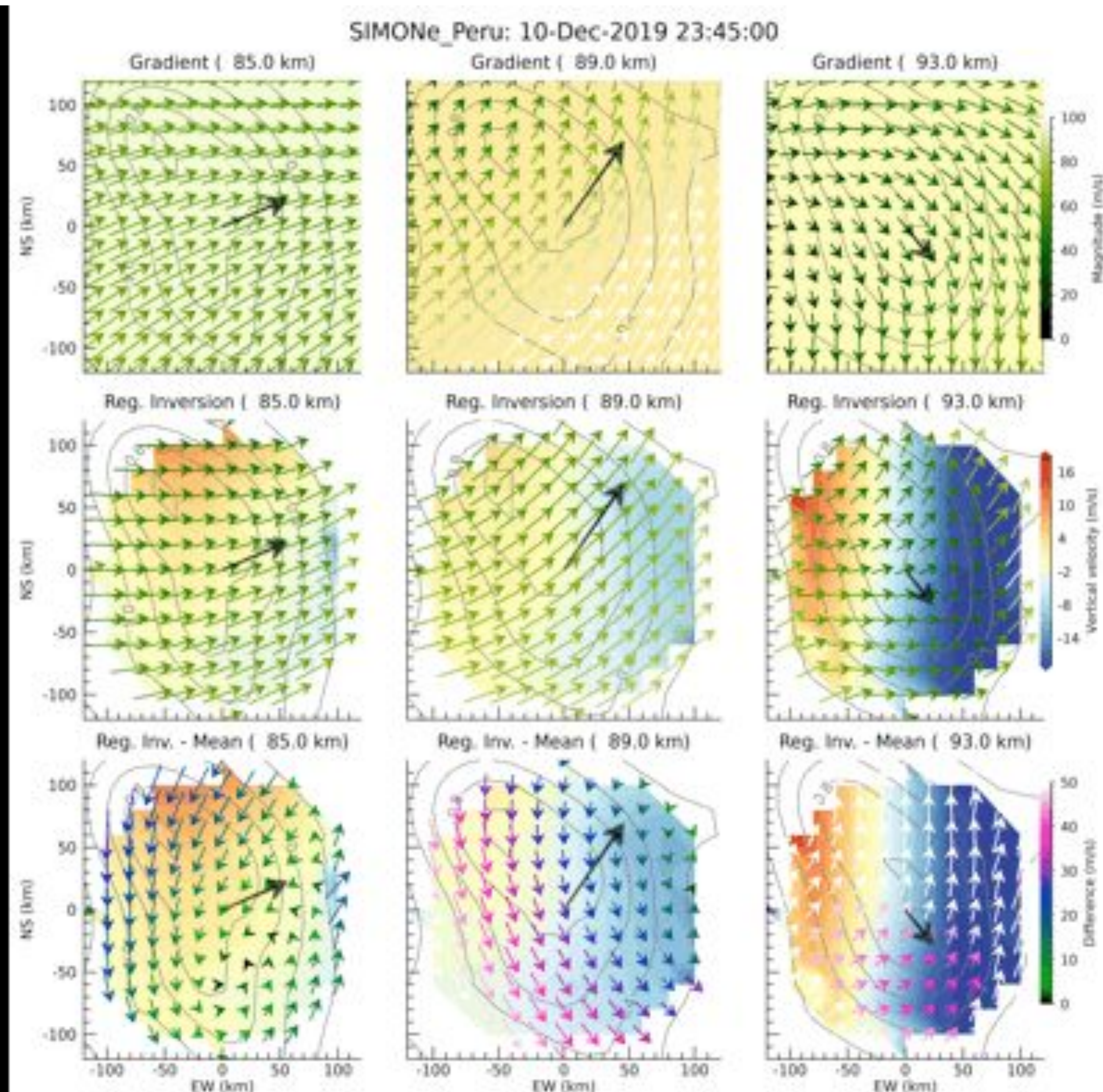
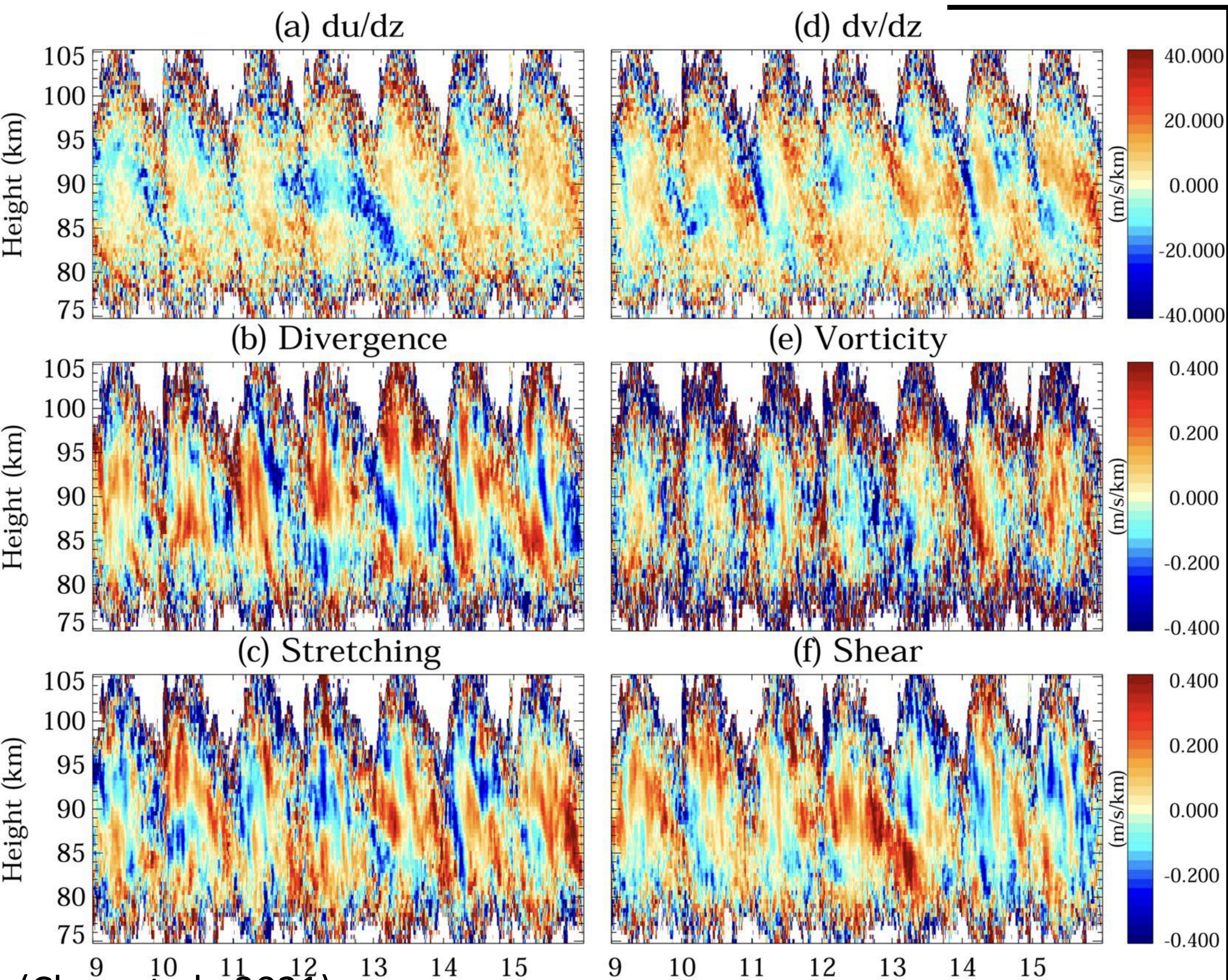
mmaria_multilink_simone-peru 2019_12



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

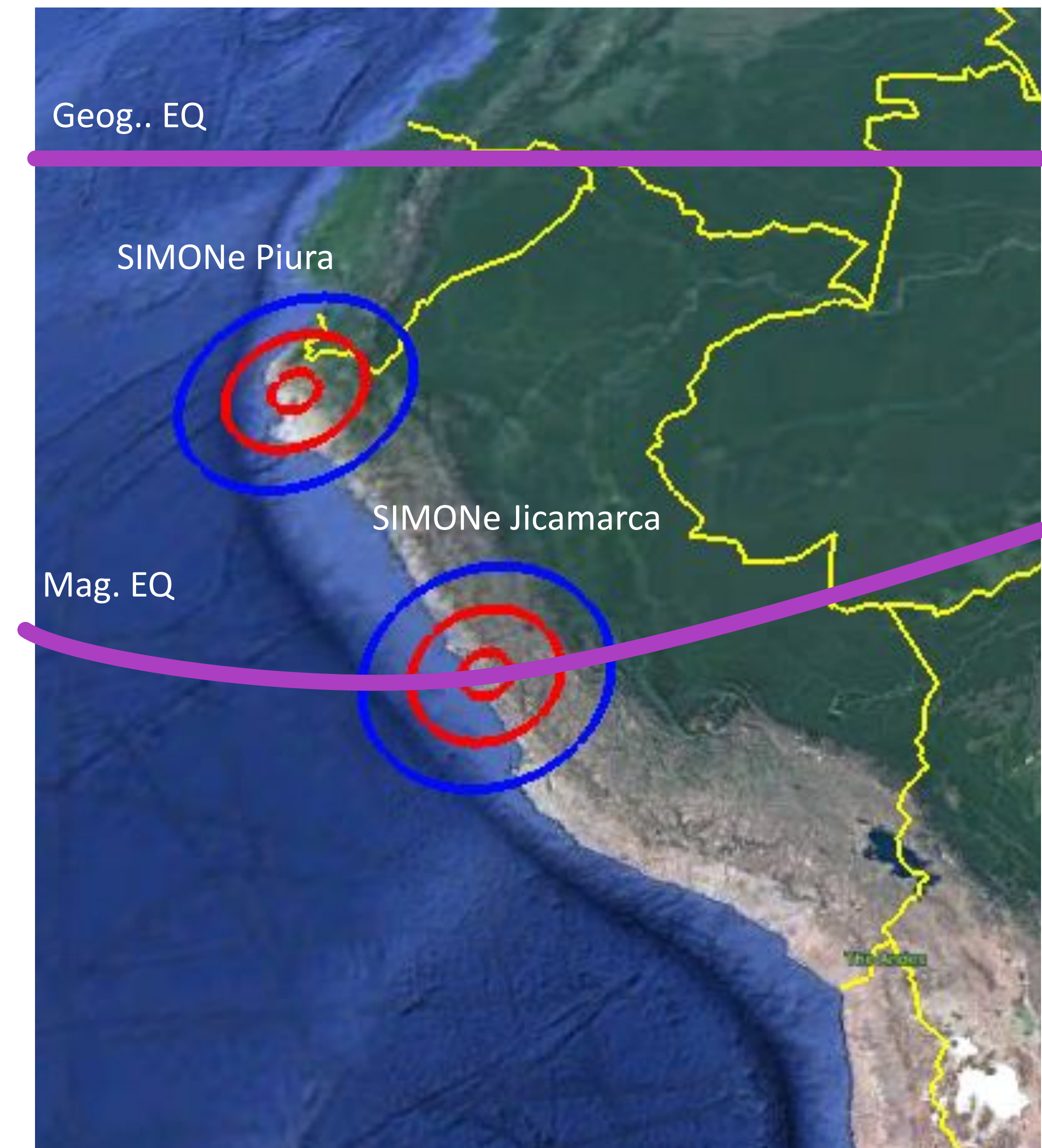
Derived MLT parameters from gradient method

Derived MLT wind fields



SIMONe Peru

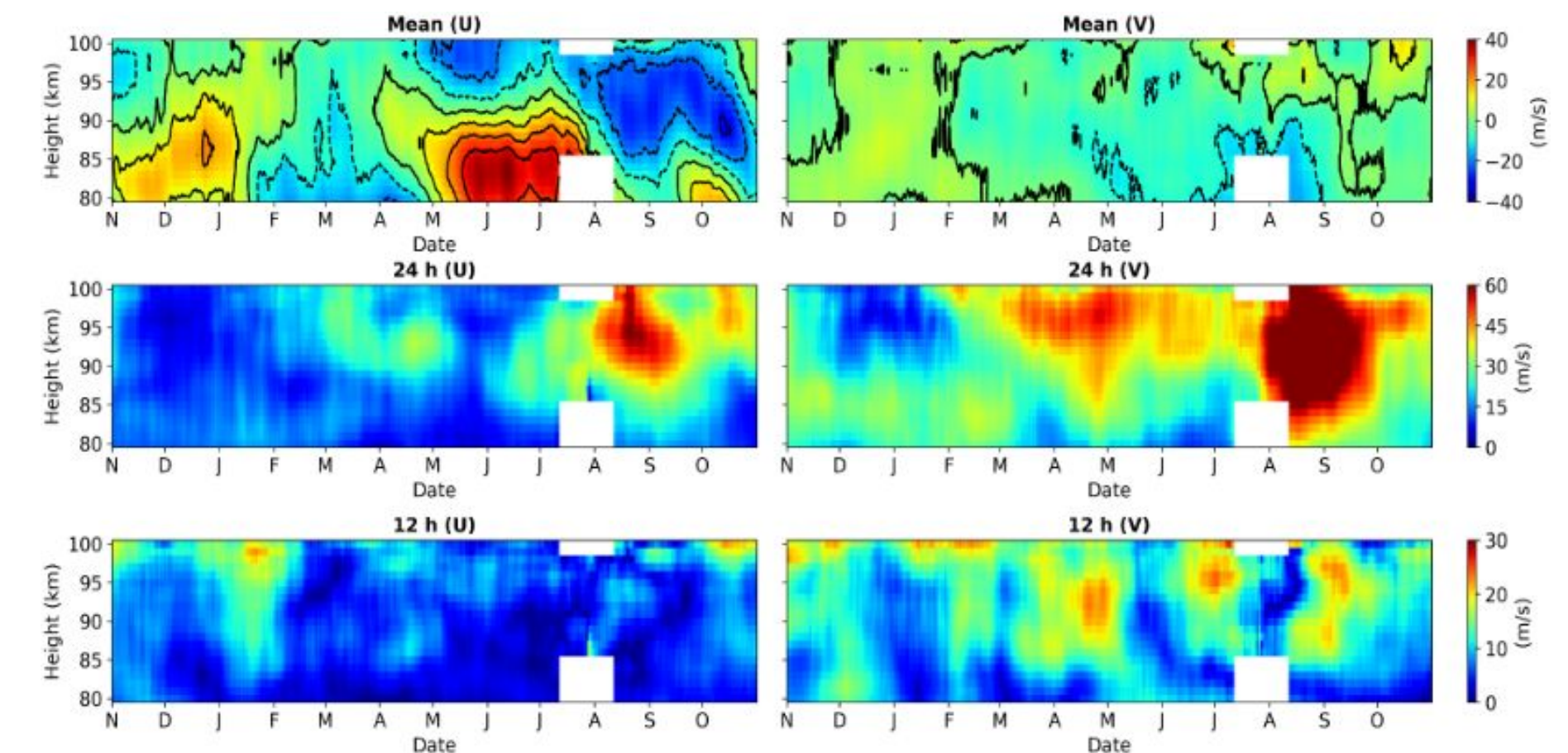
- Dos sistemas instalados en el Perú
 - SIMONe Jicamarca
 - Costa Central
 - Ecuador Magnético
 - SIMONe Piura
 - Costa Norte
 - Punto medio entre el Ecuador magnético y el Ecuador geográfico



SIMONe Jicamarca & Piura

⇒ SIMONe Jicamarca

- Operación continua desde Sep 2019.
- 1 estación TX en Jicamarca con 6 transmisores
- 5 estaciones RX (Ancón, Azpitia, Huancayo, Alcacoto-Alto, 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.

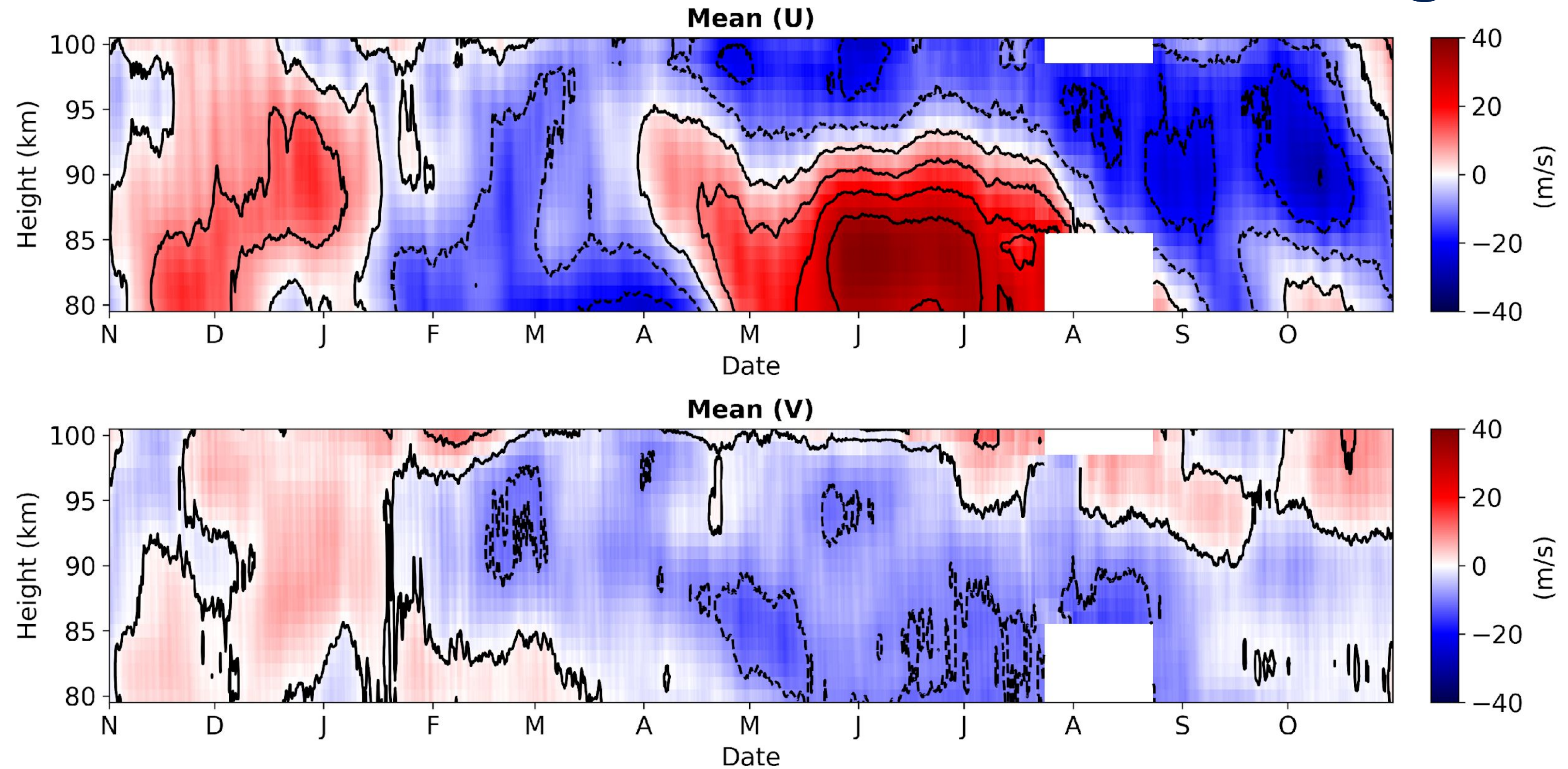
⇒ SIMONe Piura

- La instalación se inició en Junio del 2021 y se extendió hasta el 2022.
- 1 estación TX en la UDEP
- 5 estaciones RX alterador de Piura.



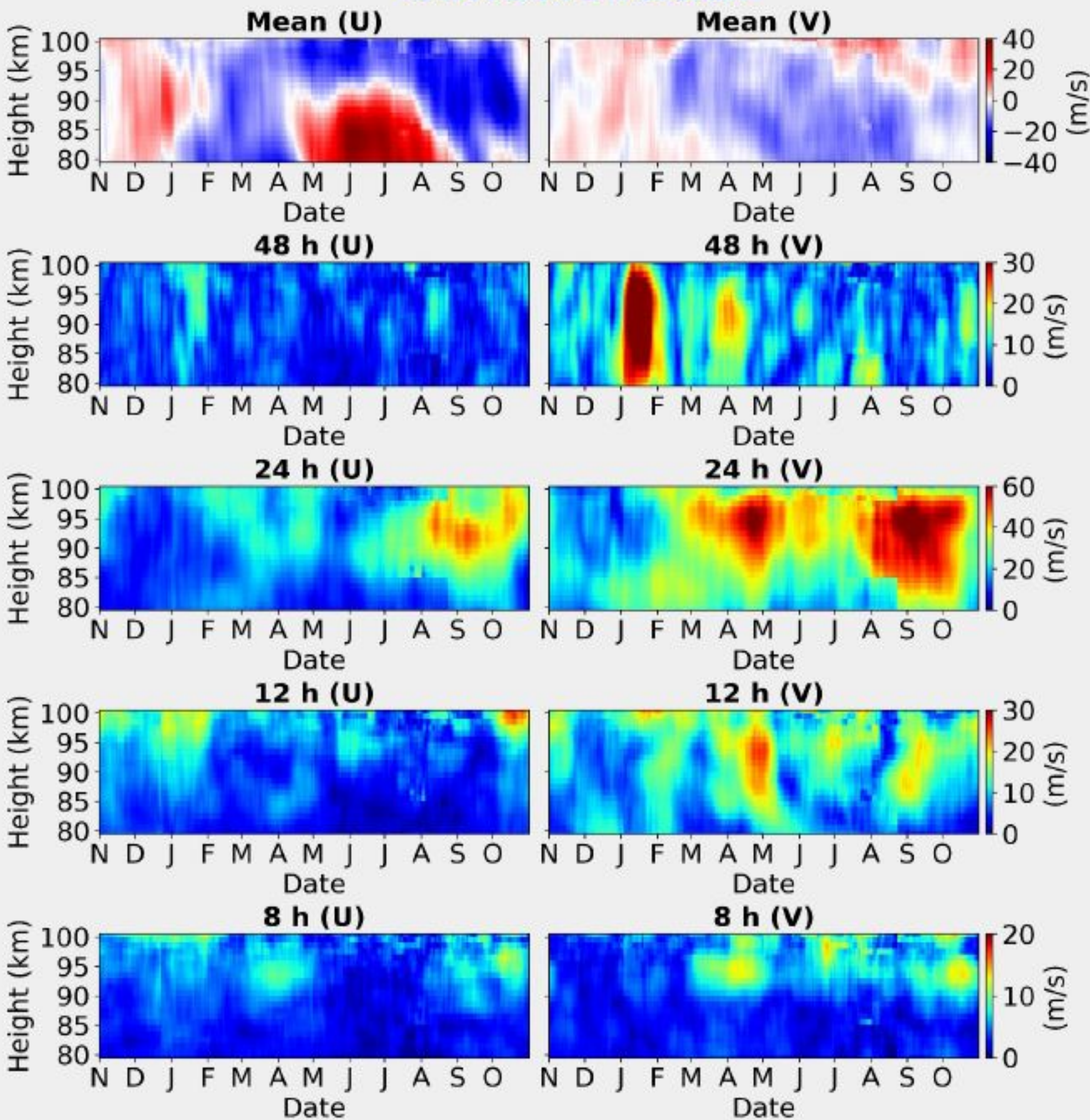


Vientos MLT Jicamarca: Ecuador Geomagnético

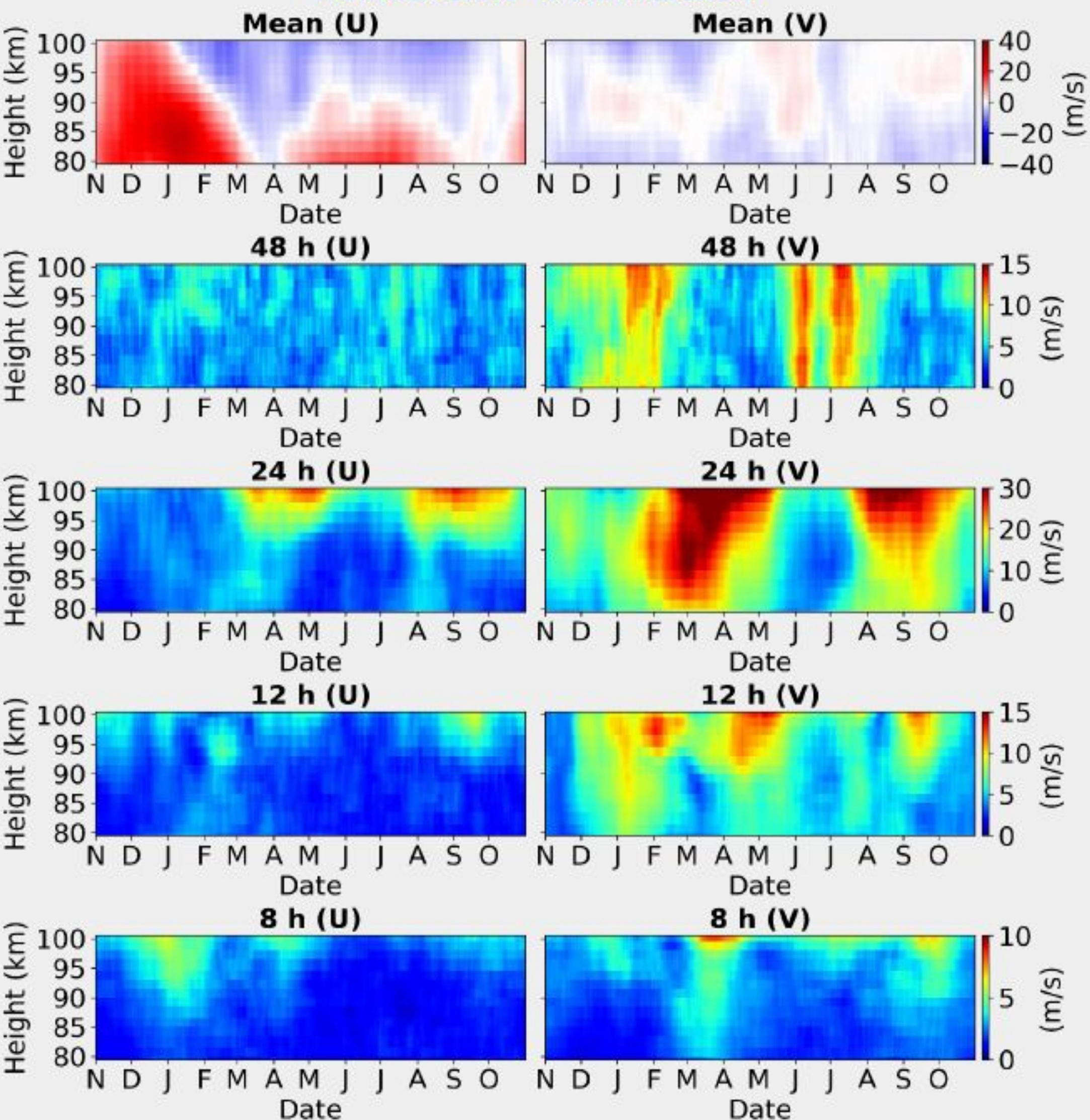


Dinámica MLT Jicamarca: SIMONe vs. WACCM-X

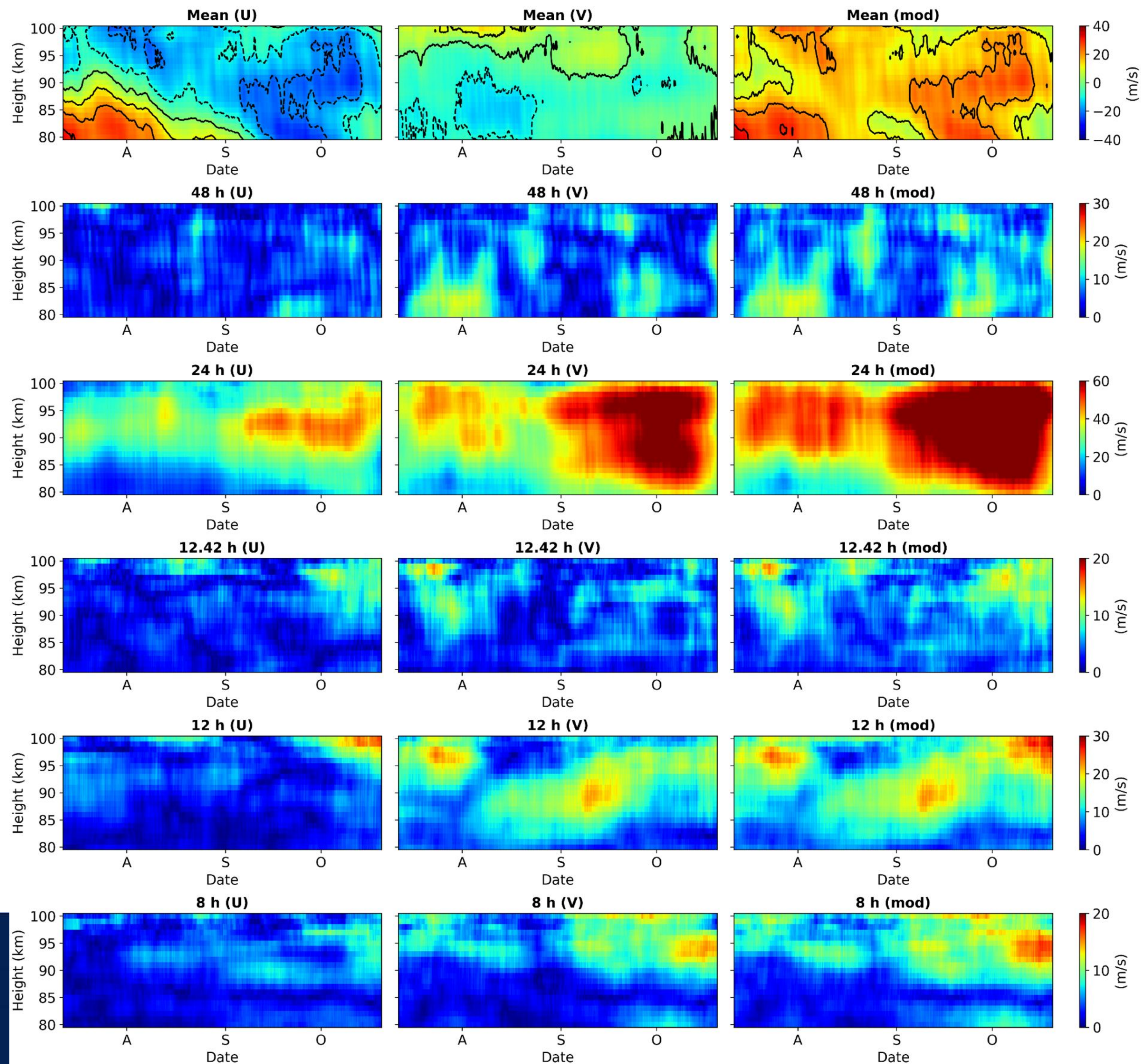
SIMONe radar



WACCM-X model

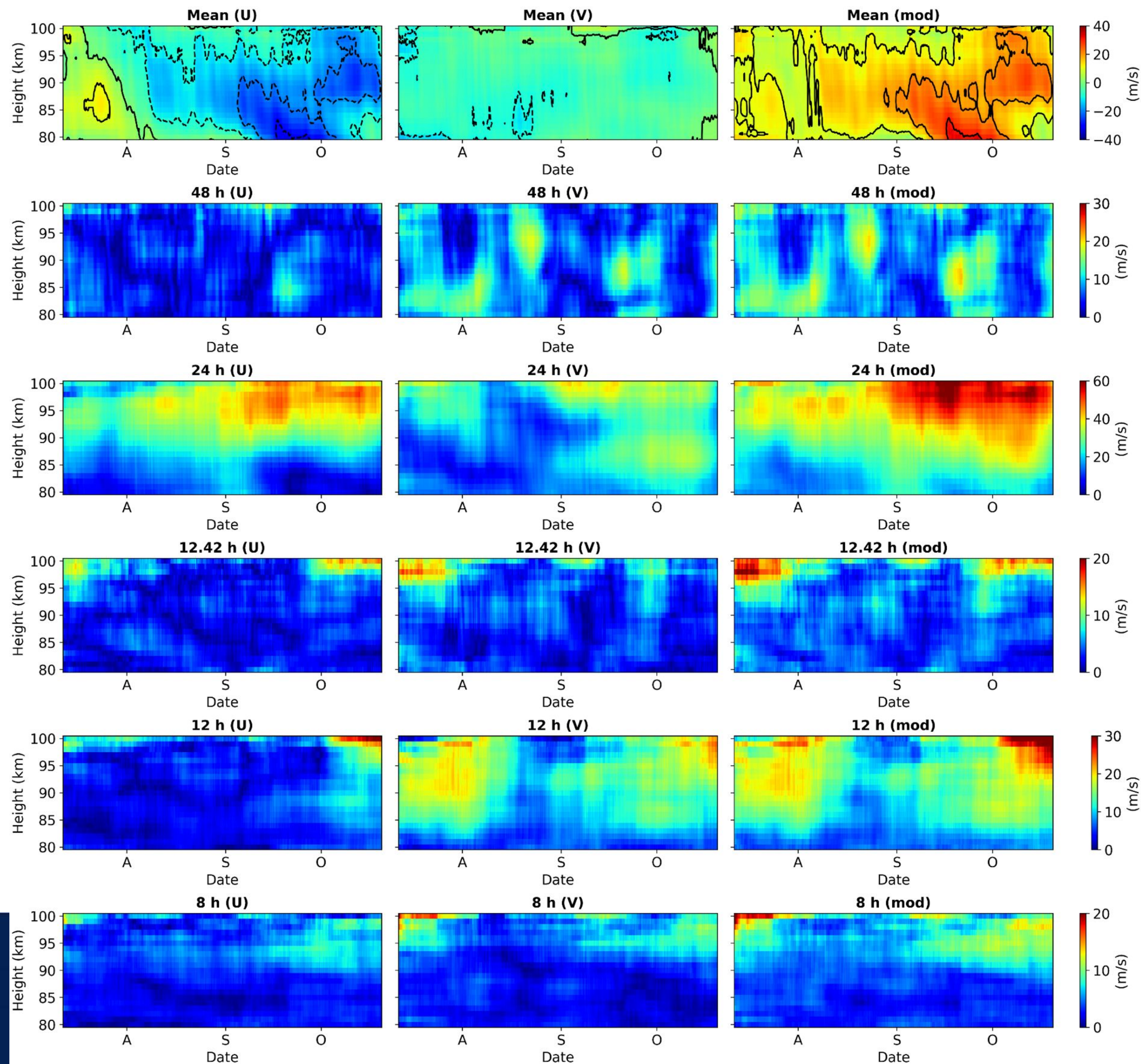


(J. Suclupe, MSc. Thesis, 2022)



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)

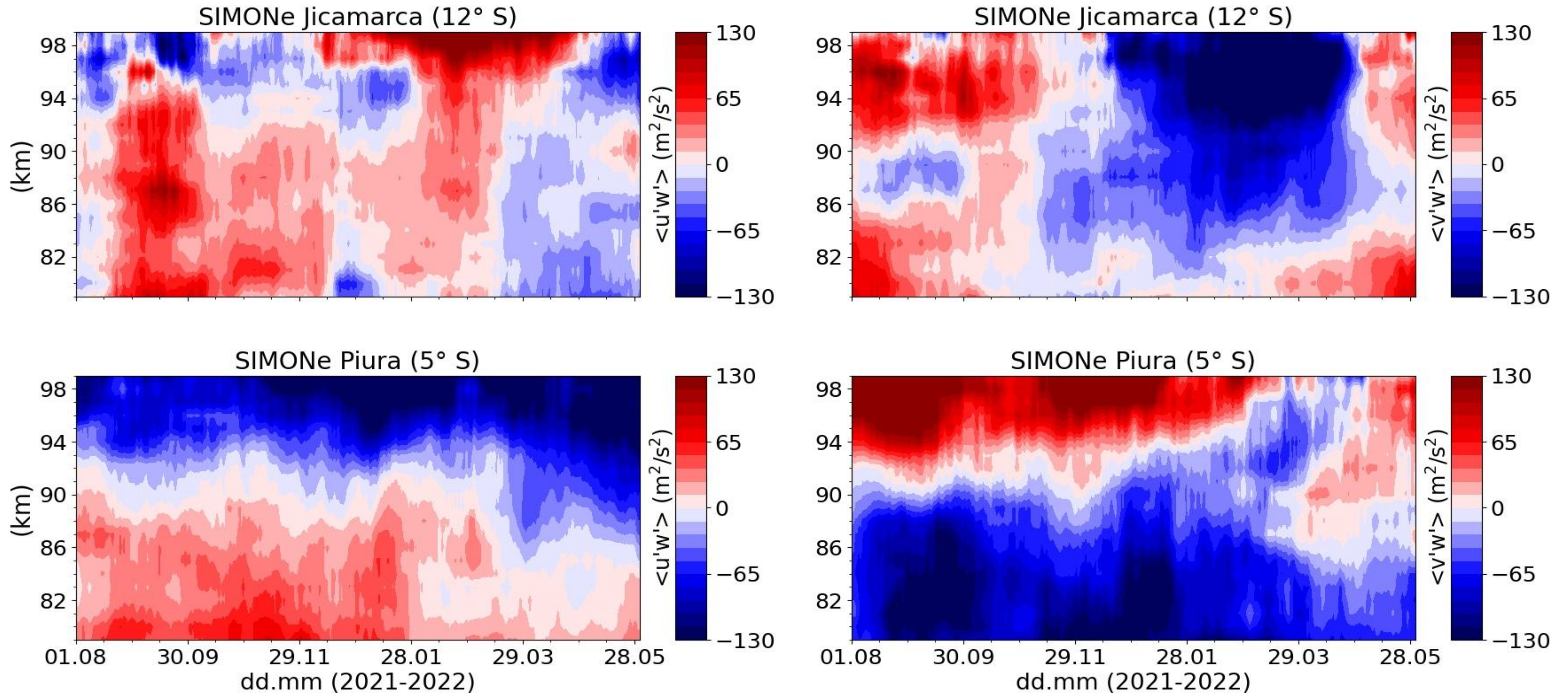
Vientos medios, Q2DW y mareas de
24, 12 y 8 horas.

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.

Flujo de Momentum: Jicamarca vs Piura (Aug 2021-May 2022)

Mom. flux (28-day) after removing (4-h, 4-km) mean horizontal winds



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 sólo 7 grados de latitud, muestran diferencias significativas en la dinámica de la mesósfera y baja termósfera sobre estos lugares.
- Trabajos realizados como parte del proyecto:
 - 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.

Financiamiento

- El proyecto “Estudio de climatología y pronóstico de vientos en la mesosfera y baja termosfera sobre la costa central y norte del Perú” es financiado por ProCIENCIA (Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados) de CONCYTEC.
- La operación de los radares SIMONe en el Perú es un esfuerzo conjunto de colaboración entre el Leibniz Institute of Atmospheric Physics (Alemania), el Instituto Geofísico del Perú, la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad de Piura.



UNIVERSIDAD
DE PIURA

