



Influencia de las circulaciones mesoescalares forzadas térmicamente en la capa límite urbana y la calidad del aire en la ciudad de Madrid

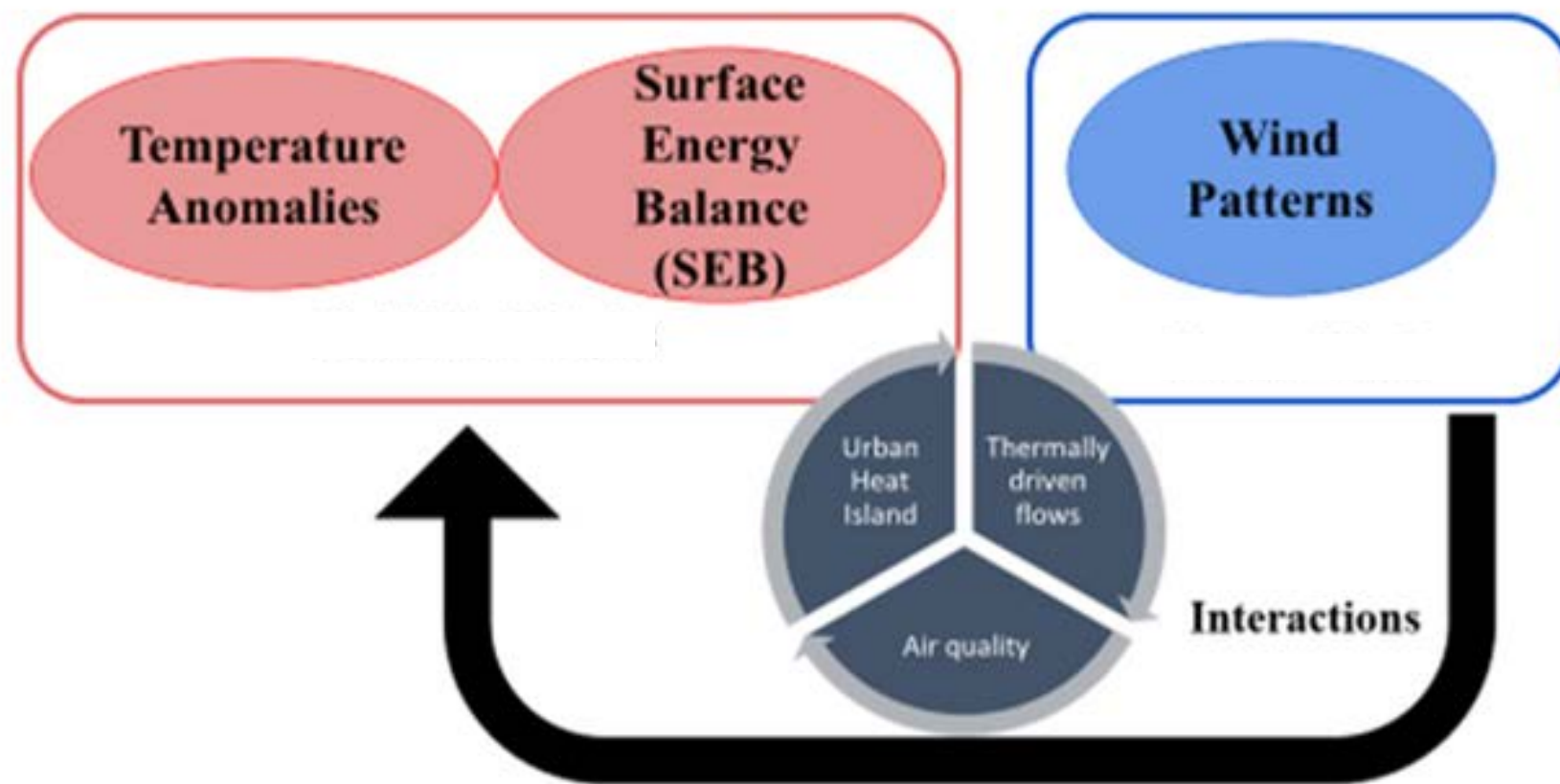


Mariano Sastre⁽¹⁾, Juan Carbone⁽¹⁾, Pablo Ortiz-Corral⁽¹⁾, Encarna Serrano⁽¹⁾, Carlos Román-Cascón⁽²⁾, Víctor Cicuéndez⁽³⁾, Alberto Martilli⁽⁴⁾, Beatriz Sánchez⁽⁴⁾, José Luis Santiago⁽⁴⁾, Rosa M. Inclán⁽⁴⁾, Jielun Sun⁽⁵⁾, Samuel Viana⁽⁶⁾, Rafael Borge⁽⁷⁾, Carlos Yagüe⁽¹⁾



- (1) Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Universidad Complutense de Madrid, España.
- (2) Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, INMAR, CEIMAR, Departamento de Física Aplicada, Cádiz, España.
- (3) Departamento de Ingeniería Agroforestal, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, España
- (4) Unidad de Modelización Atmosférica, Departamento de Medio Ambiente, CIEMAT, Madrid, España
- (5) NorthWest Research Associates, Boulder, Colorado, Estados Unidos
- (6) Área de Modelización, Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), España.
- (7) Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, España.

Proyectos AIRTEC-2 y MULTIURBAN



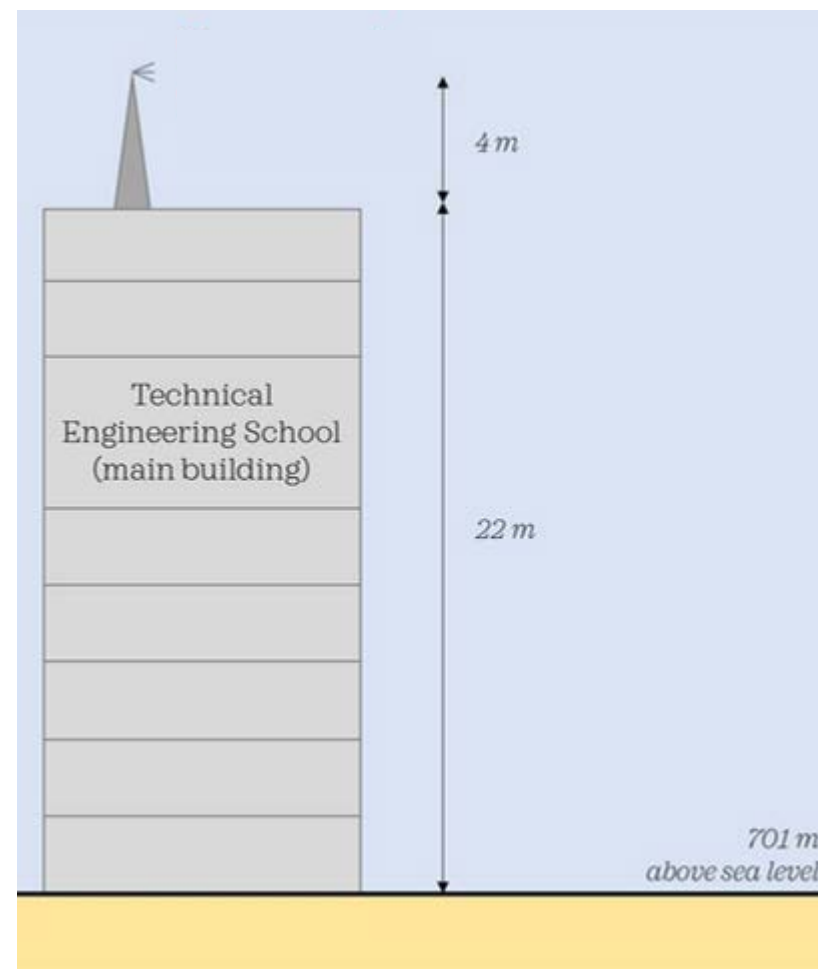
Medidas experimentales

-

Simulaciones numéricas



Campaña verano 2025 ETSII (Meteorología y turbulencia) 23 de junio - 13 de julio de 2025



Campaña verano 2025 ETSII (Meteorología y turbulencia)

23 de junio - 13 de julio de 2025

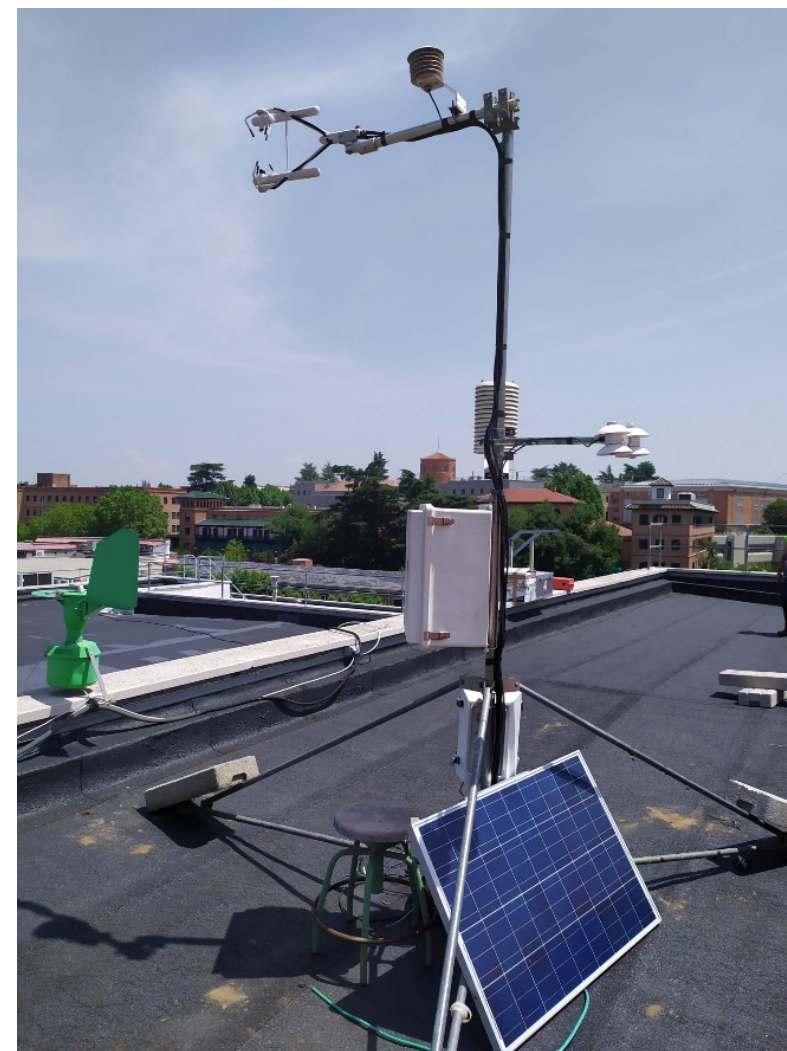
- **Estación permanente ETSII (Meteo Básica)**
- **Estación portátil GuMNet (Turbulencia y Radiación)**

Campaña verano 2025 ETSII (Meteorología y turbulencia) 23 de junio - 13 de julio de 2025

Estación GuMNet-portátil



- Instrumentación en un mástil:
 - o Radiómetro: flujos radiativos (SWD, SWU, LWD, LWU)
 - o Termohigrómetro: T y HR
 - o IRGASON: u, v, w, T, CO₂ y vapor de agua (10 Hz)
- *Eddy covariance* → flujos de energía y parámetros turbulentos (SH, LE, U_{*} y TKE)



Caracterización de la turbulencia

- Velocidad de fricción (U_*):

$$U_* = [(\overline{-u'w'})^2 + (\overline{-v'w'})^2]^{1/4}$$

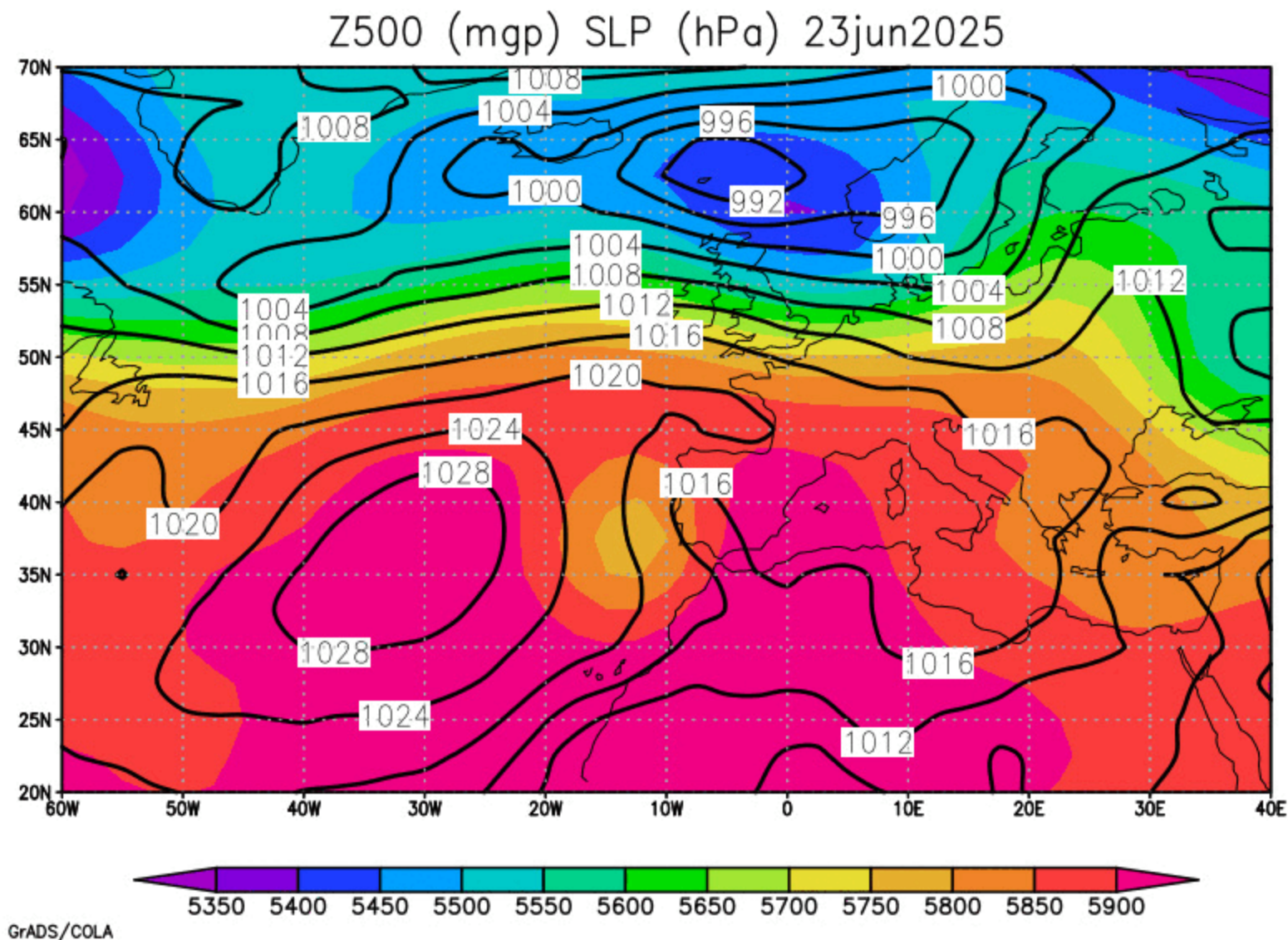
- Flujo de calor sensible (SH):

$$SH = \rho c_p \overline{w'\theta'} = -\rho c_p U_* \theta^*$$

- Energía cinética turbulenta (TKE):

$$TKE = \frac{1}{2}(\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2})$$

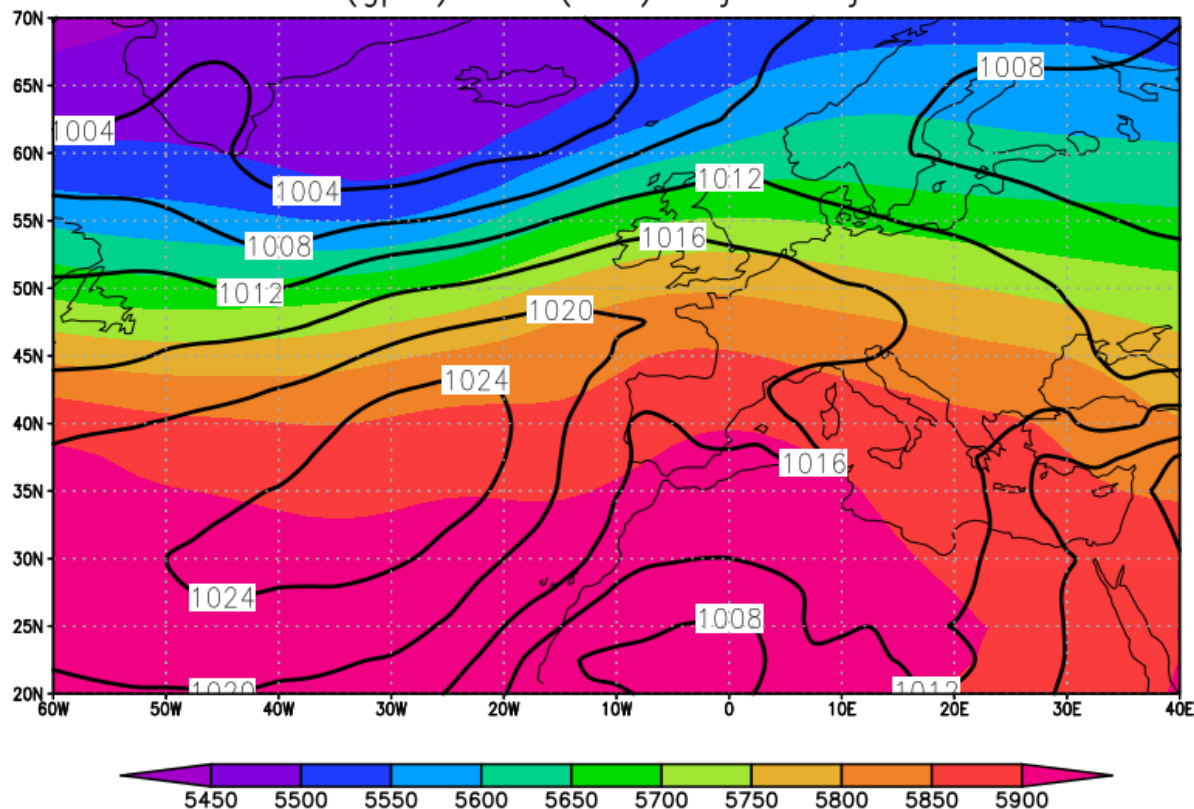
Situación sinóptica: Z500 y Presión en superficie



Situación sinóptica: Z500 y Presión en superficie

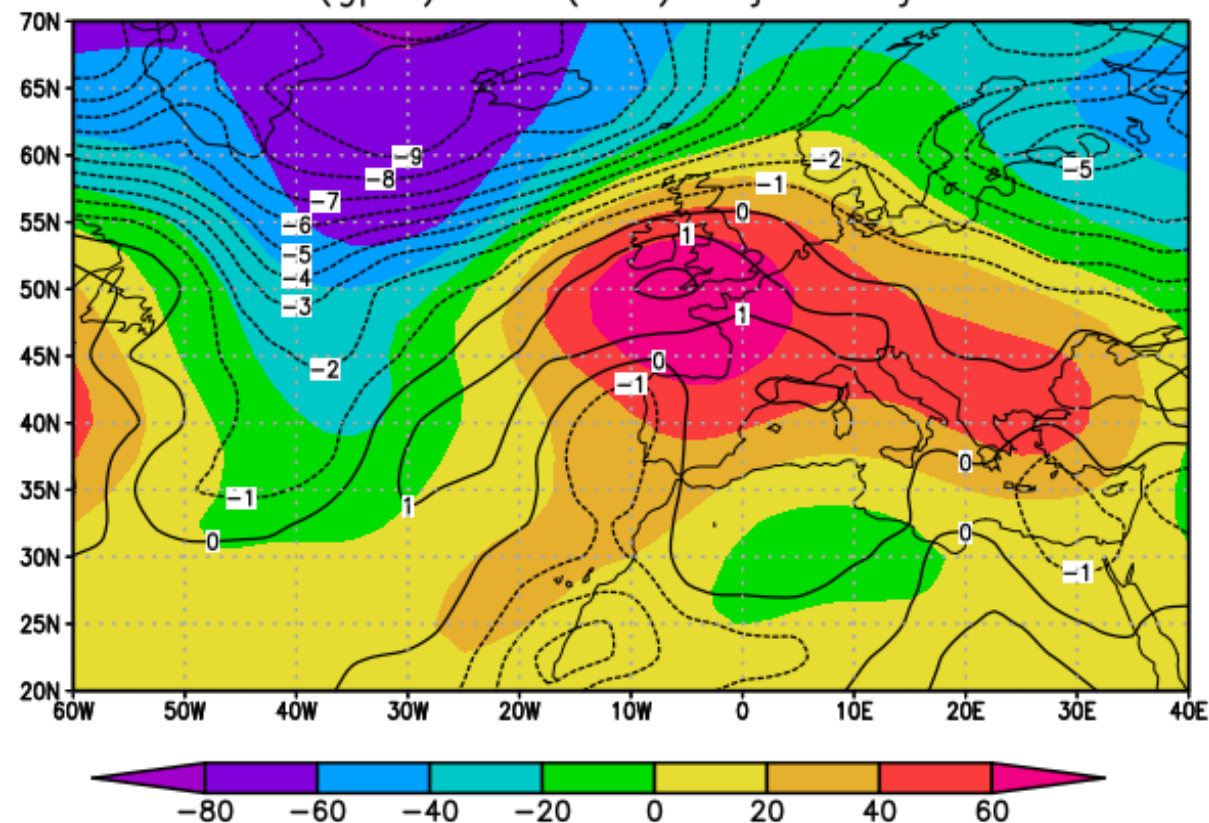
Promedio campaña completa

Z500 (gpm) SLP (hPa) 23jun–13jul 2025



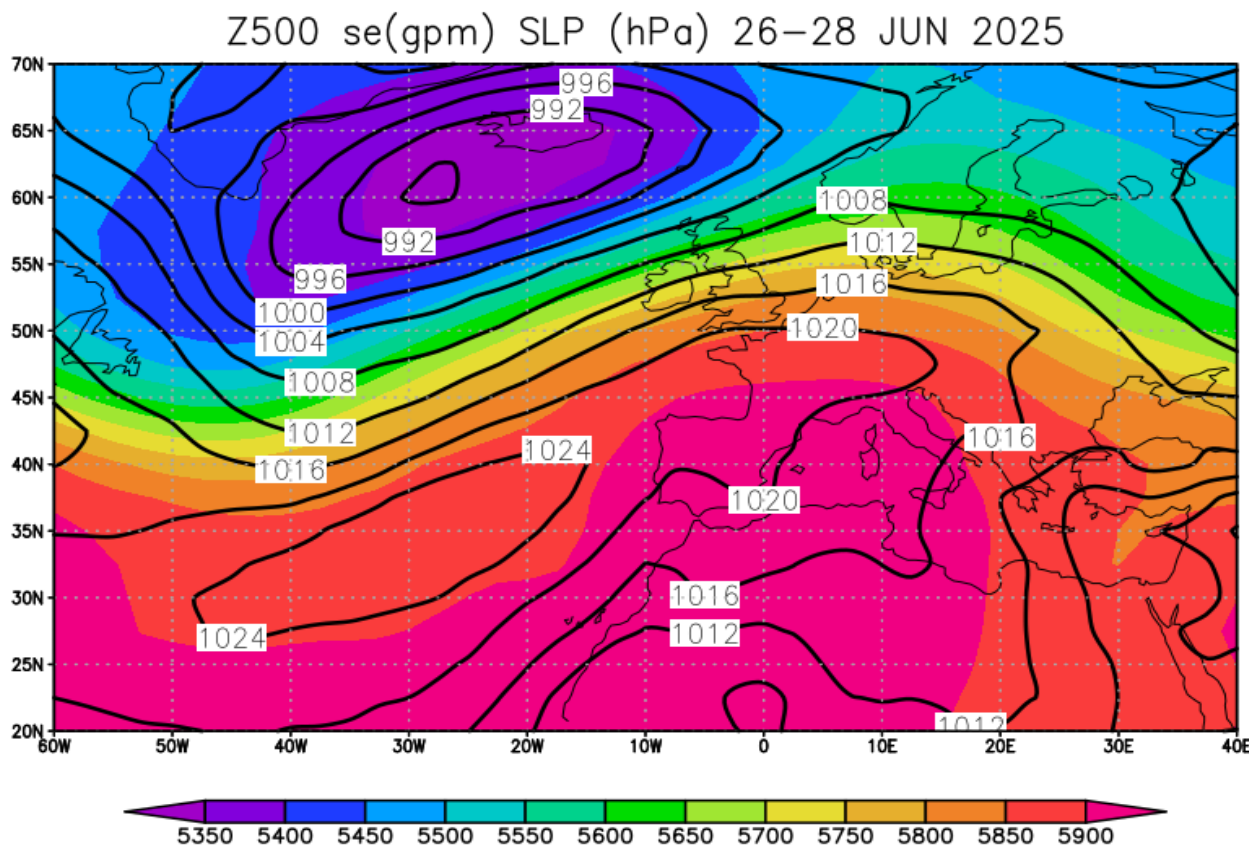
Anomalía respecto climatología

ANOMALIAS (clim 1991–2020)
Z500 (gpm) SLP (hPa) 23jun–13jul 2025

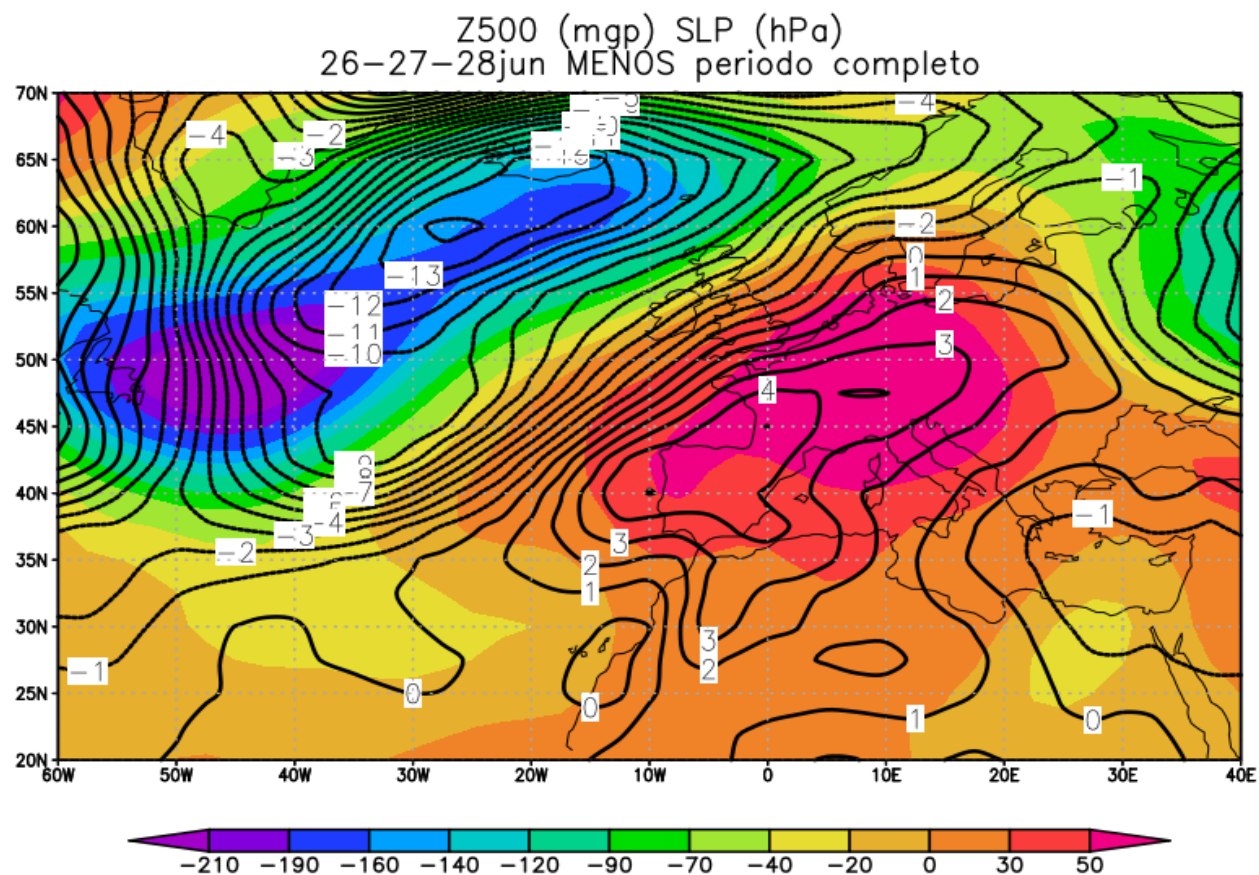


Situación sinóptica: Z500 y Presión en superficie

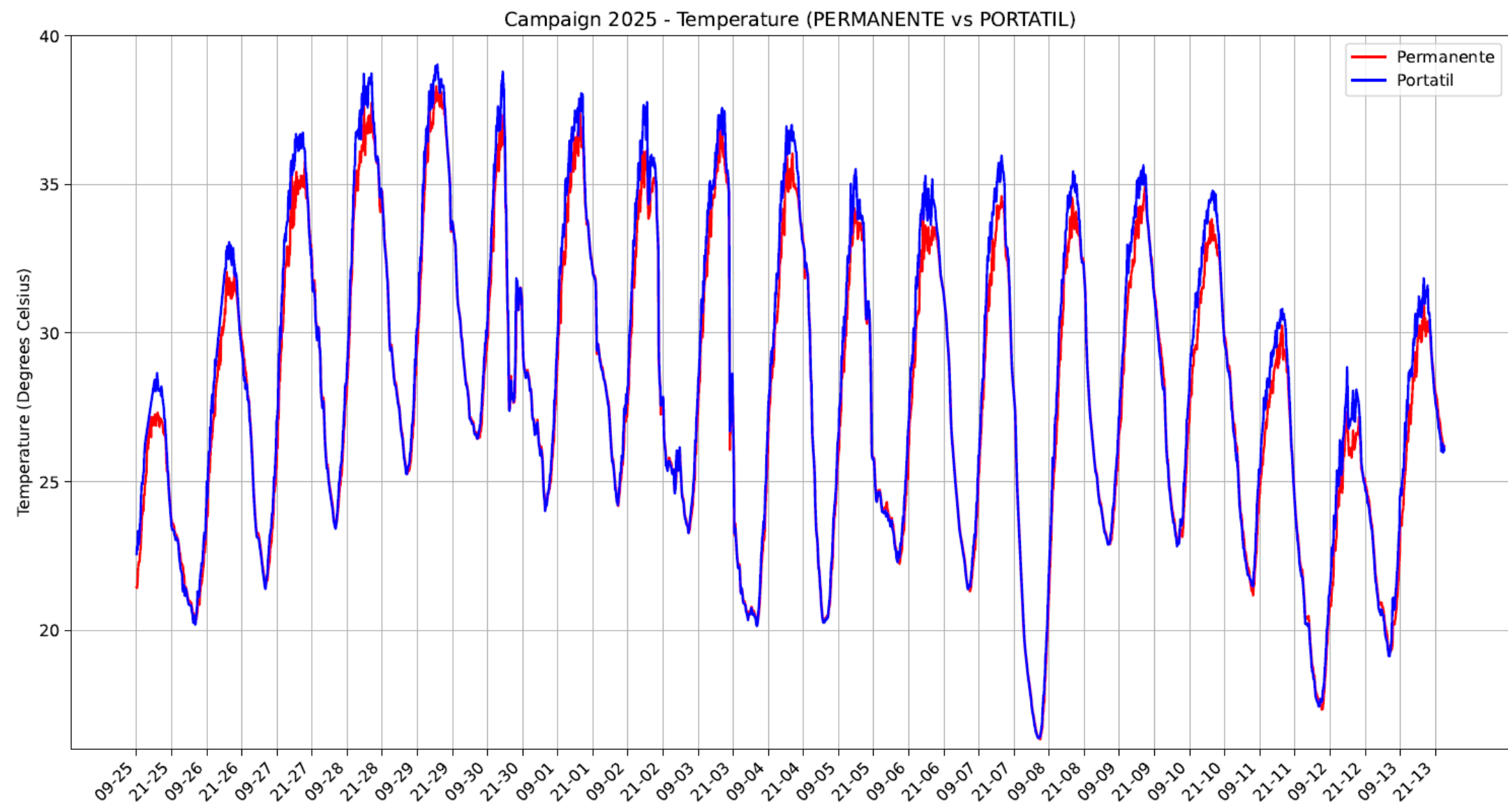
Promedio 26-28 junio



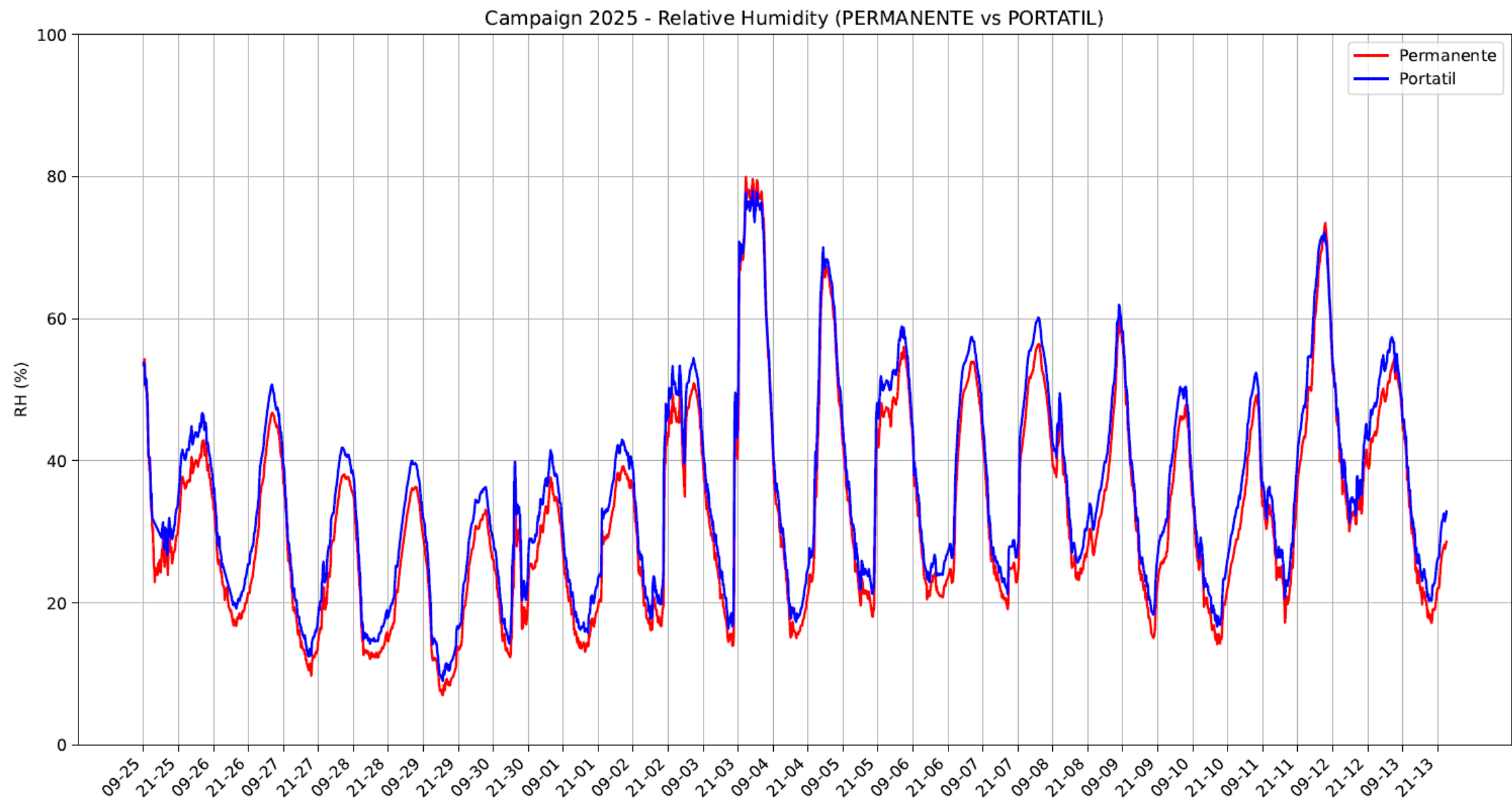
Anomalía respecto campaña completa



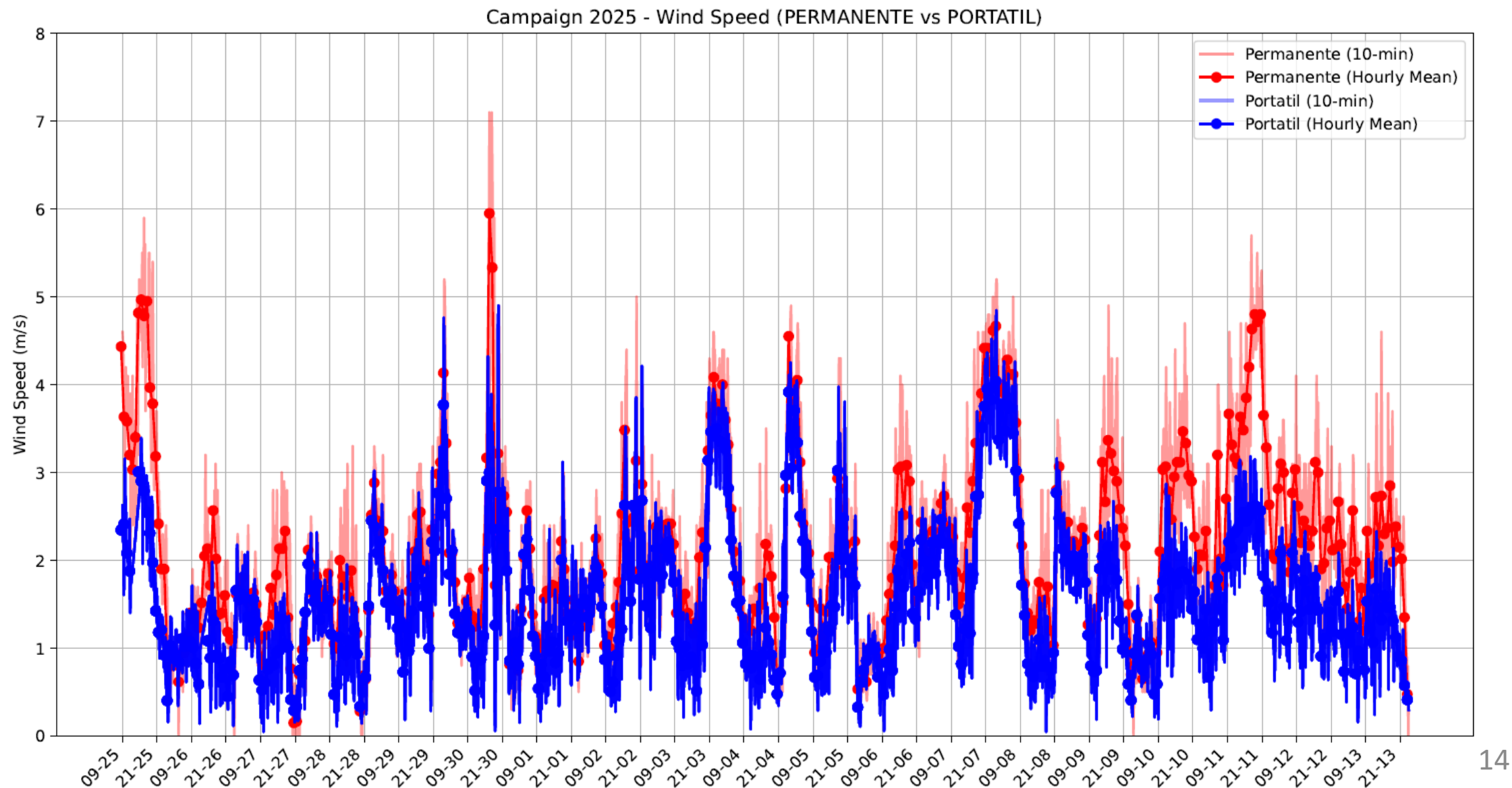
Comparación entre estaciones: temperatura



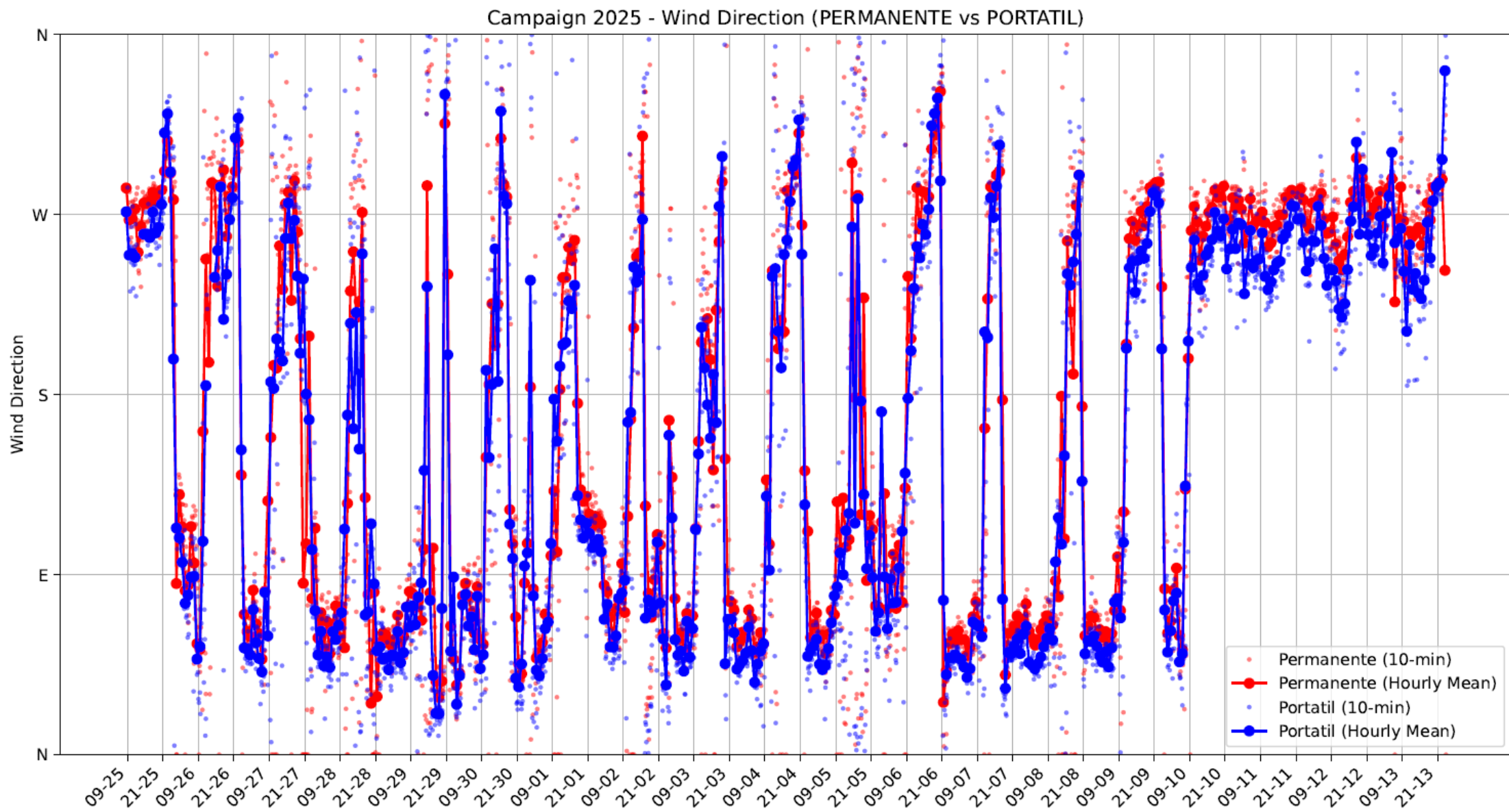
Comparación entre estaciones: humedad relativa



Comparación entre estaciones: velocidad del viento

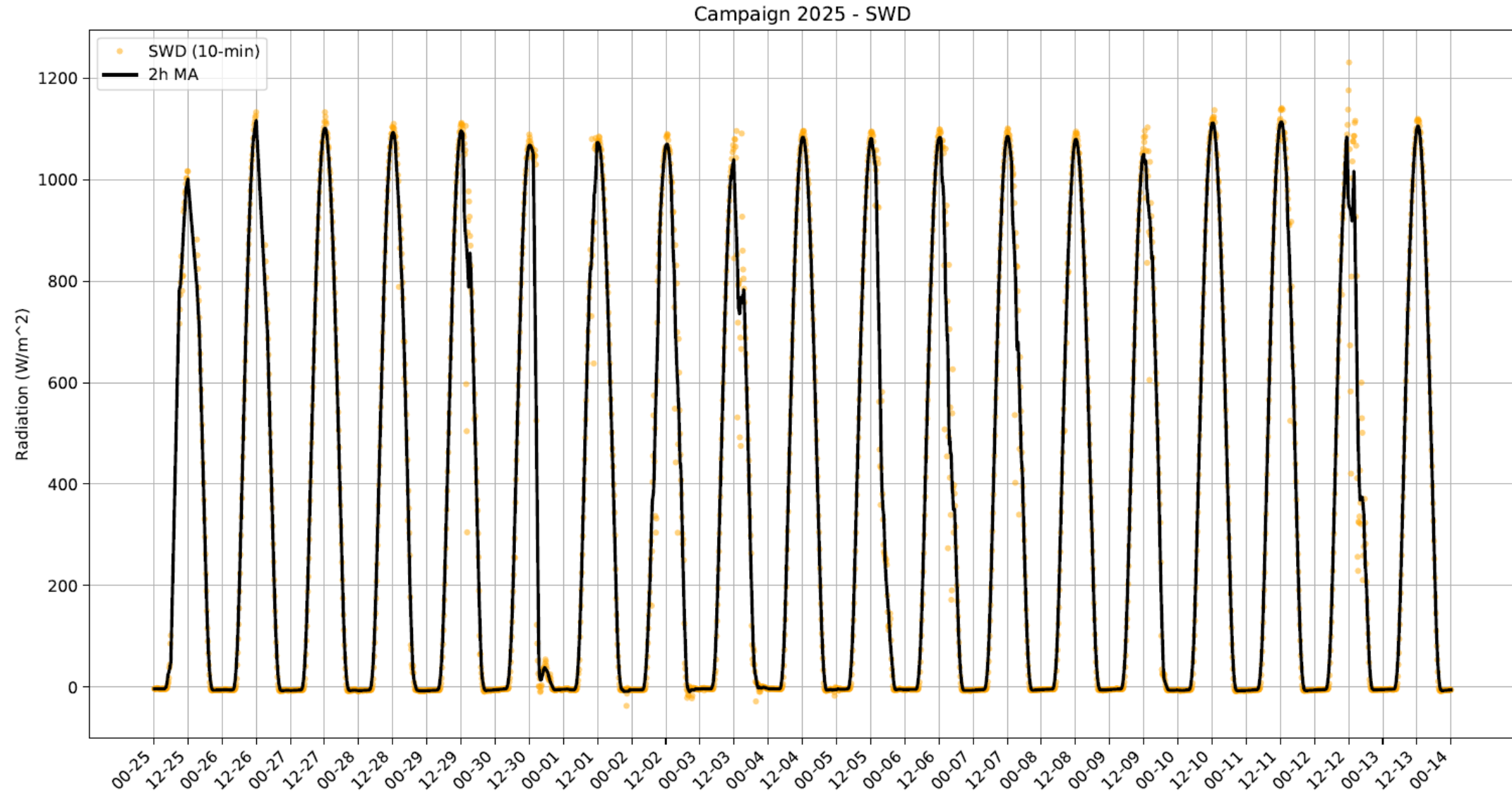


Comparación entre estaciones: dirección del viento



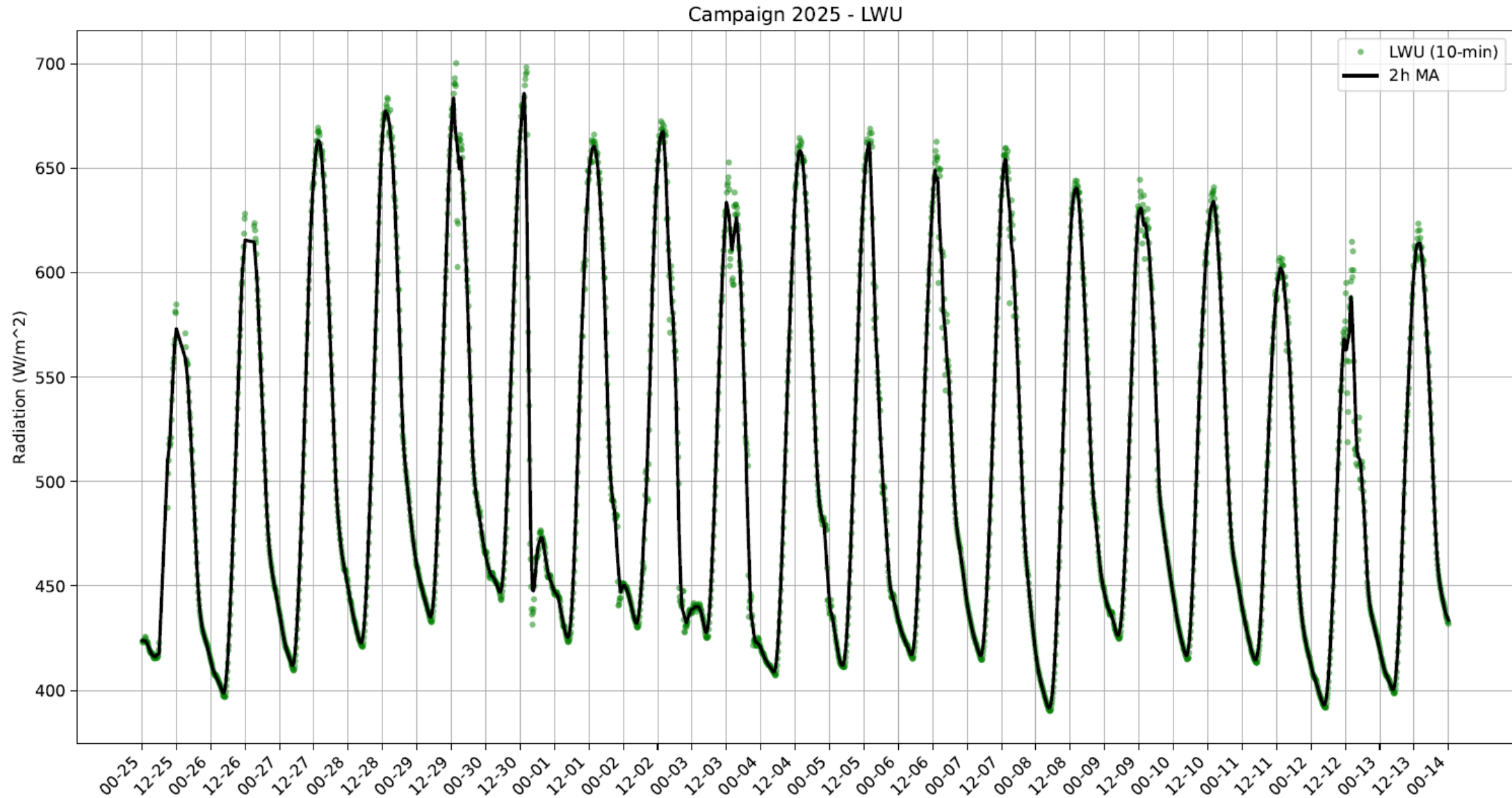
Radiación solar y de onda larga: 4 componentes

SW-D

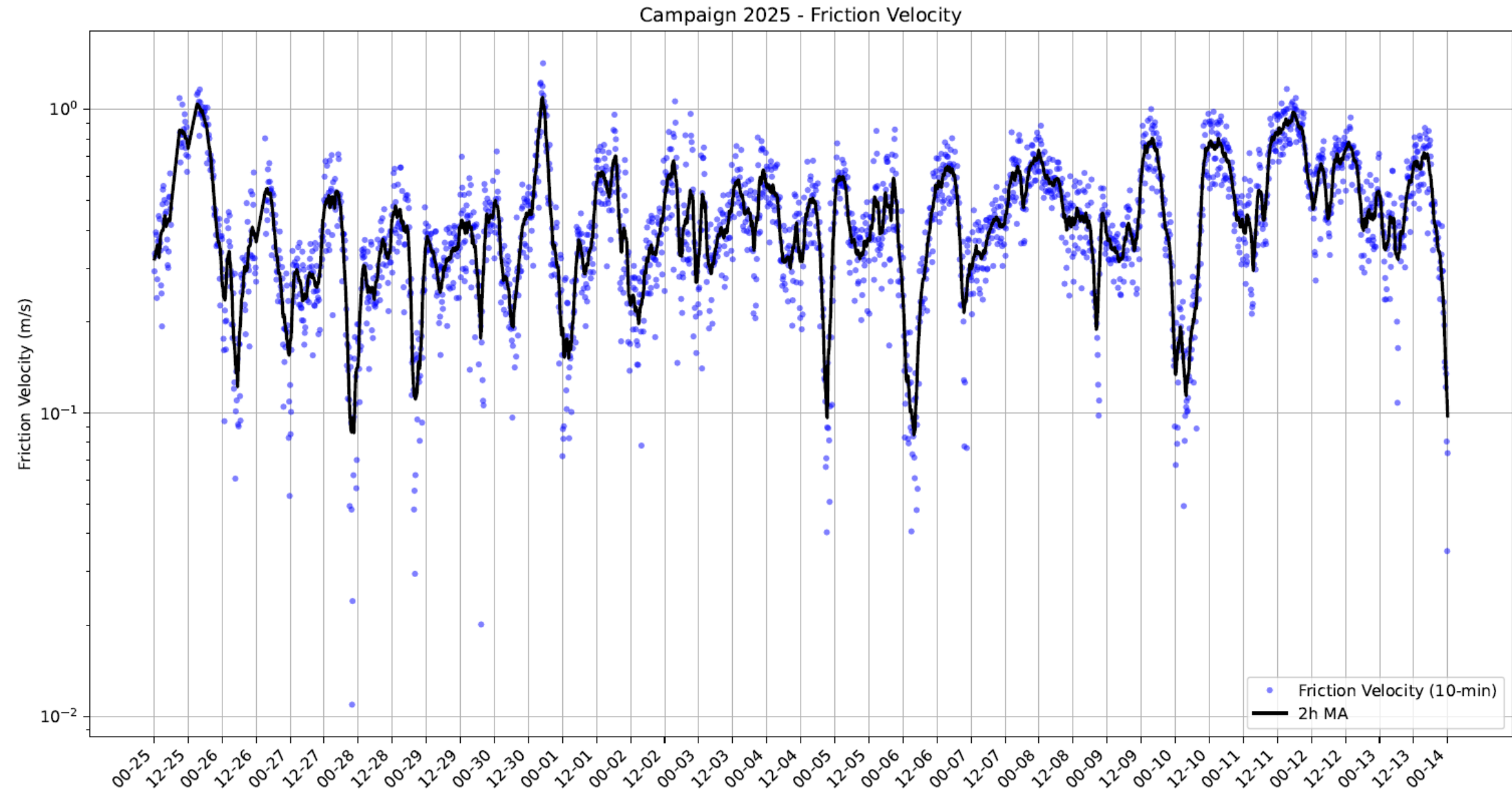


Radiación solar y de onda larga: 4 componentes

LW-U

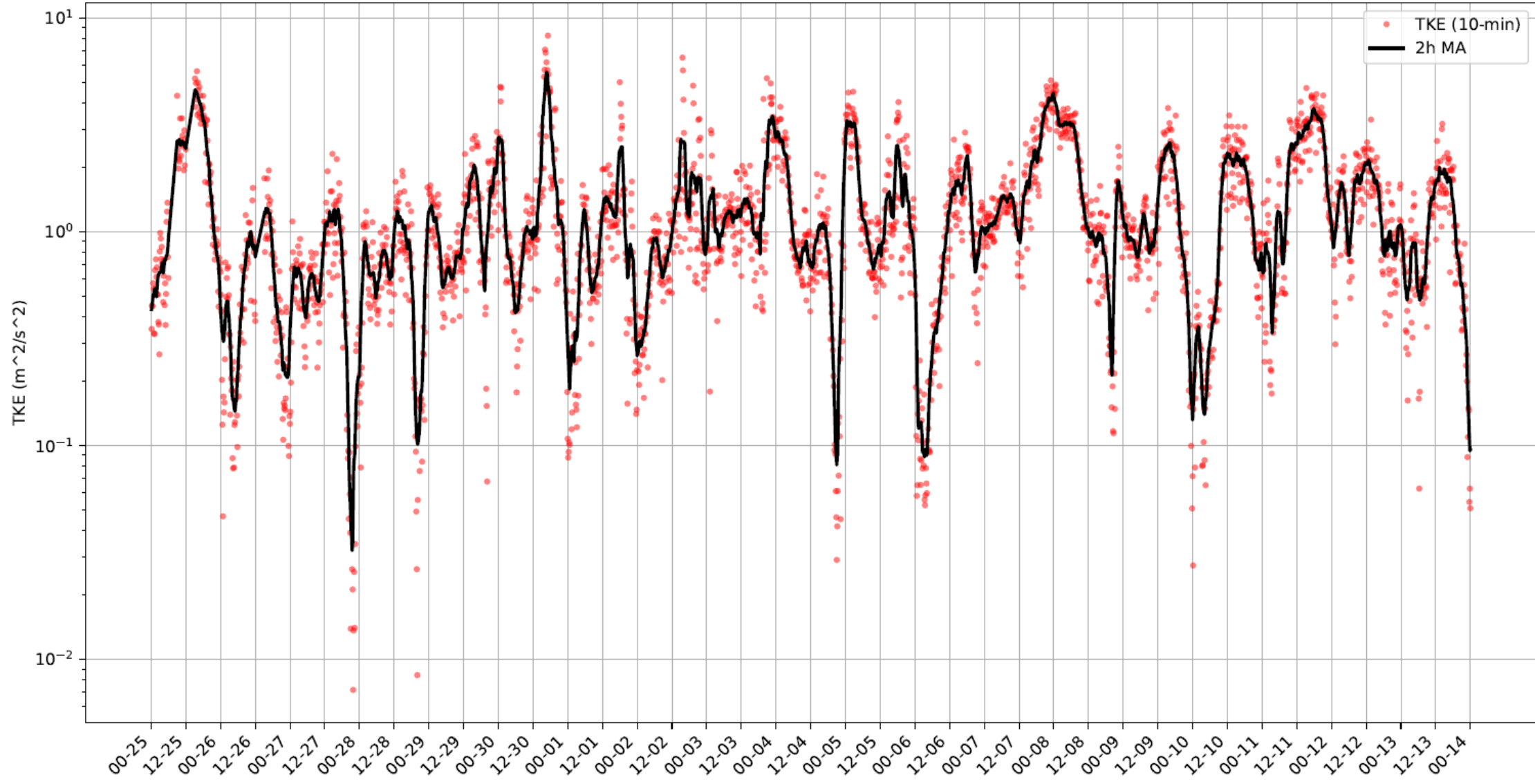


Velocidad de fricción, U^*

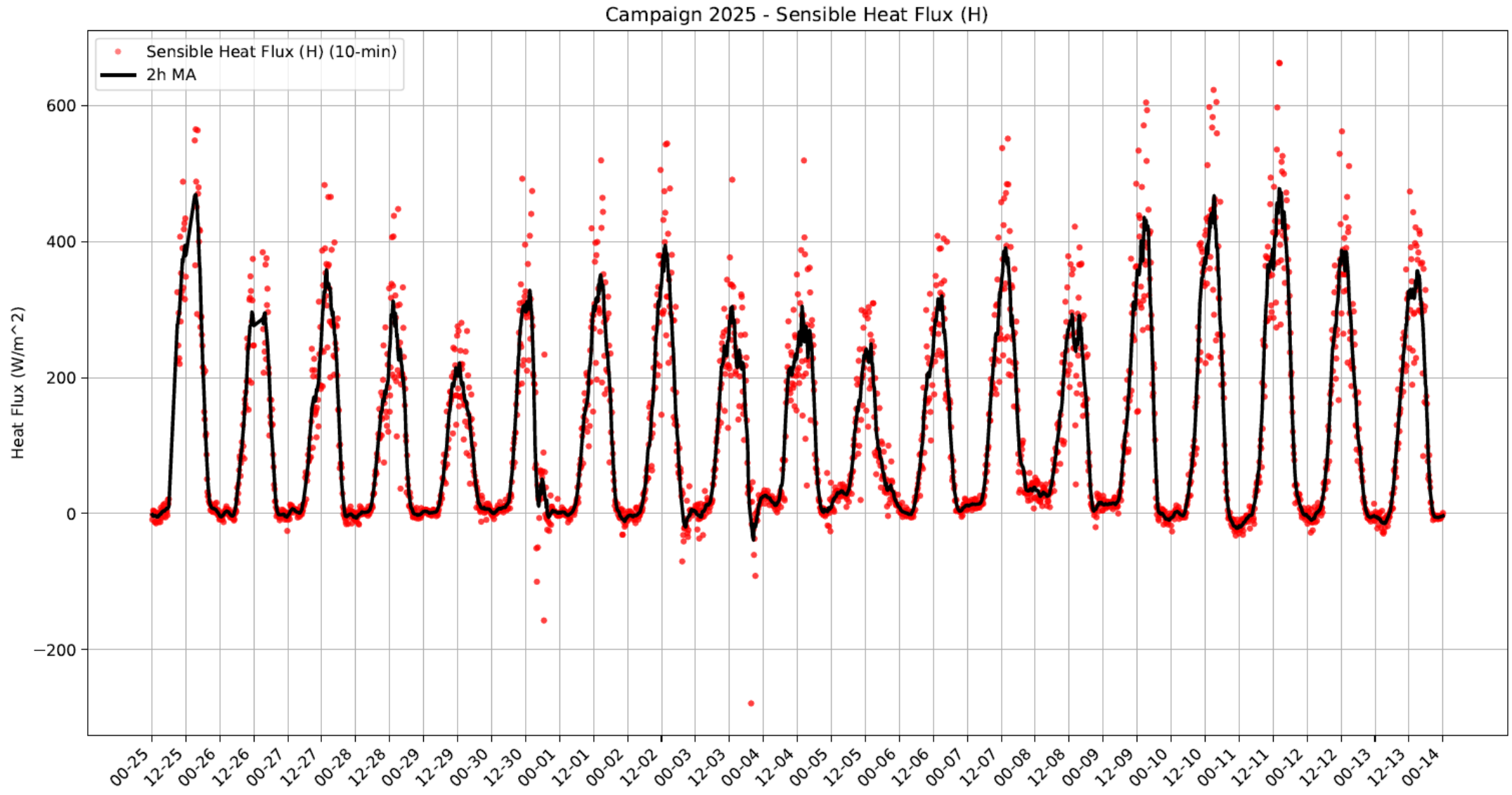


Energía cinética turbulenta, TKE

Campaign 2025 - TKE (log scale)

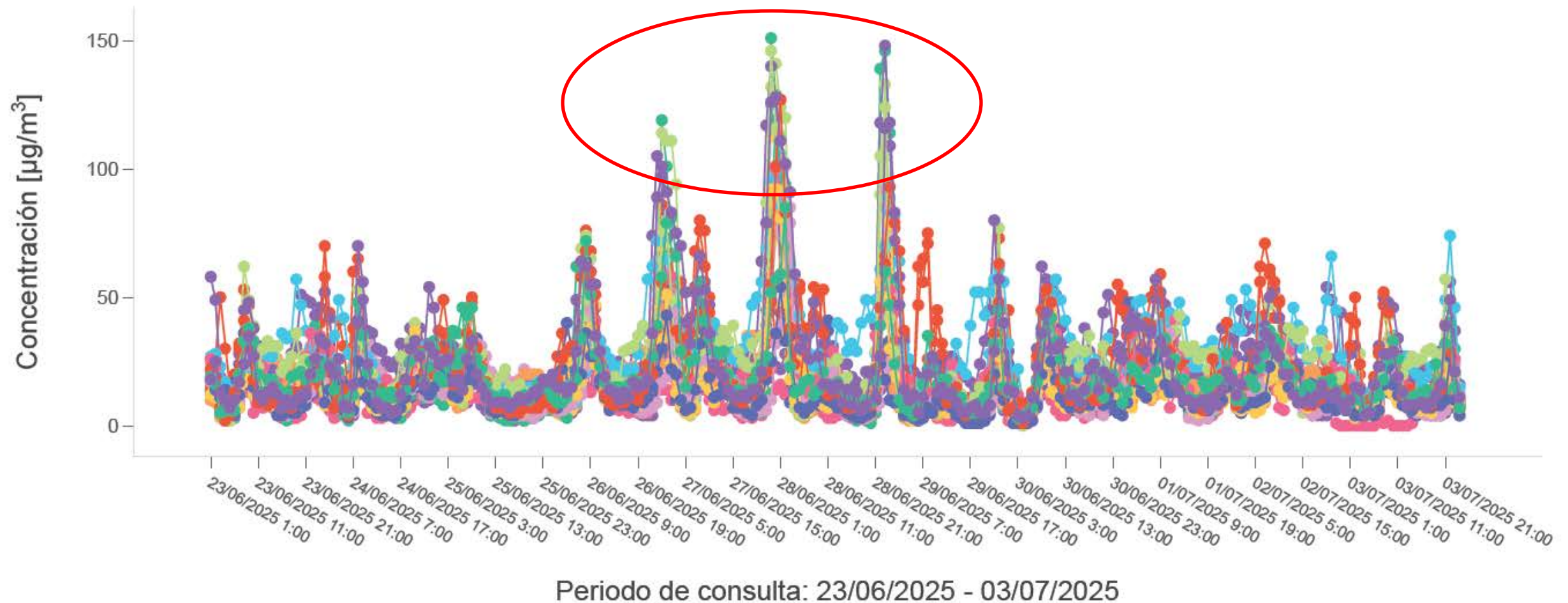


Flujo de calor sensible, SH



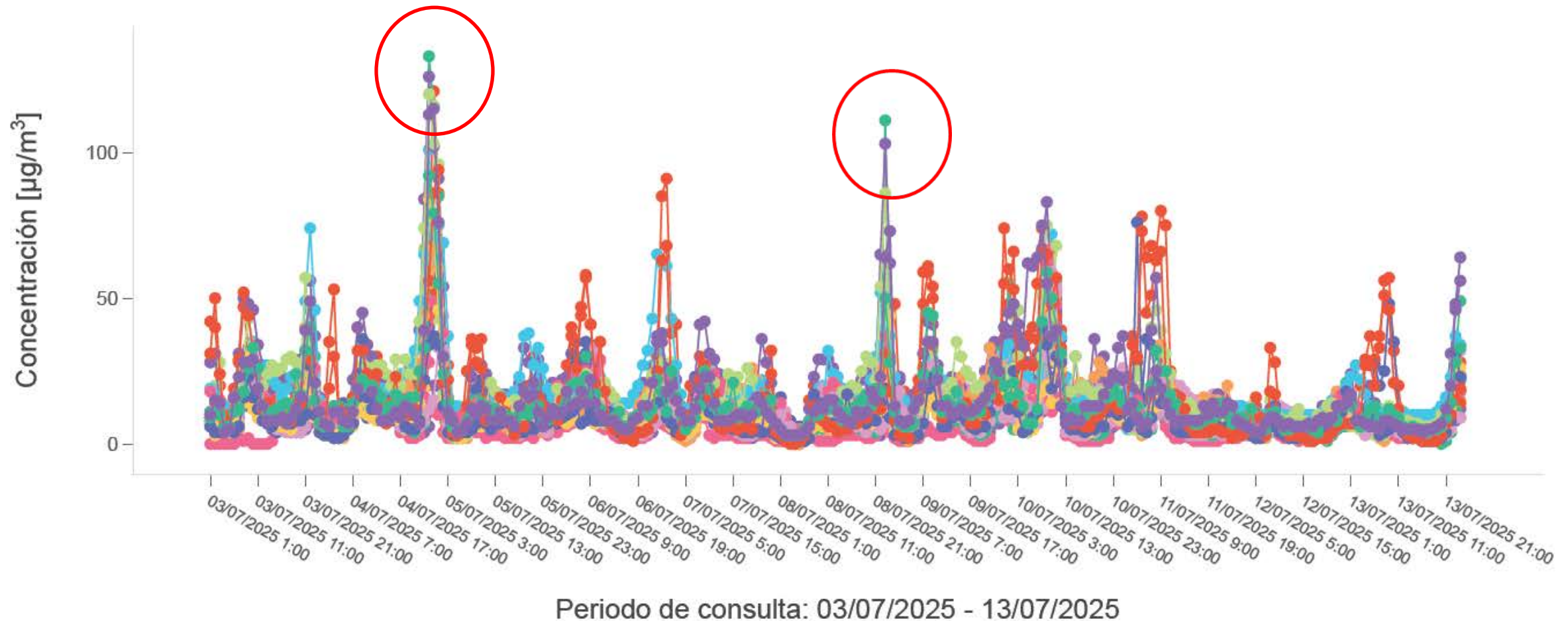
Concentraciones horarias NO₂

26, 27, 28 junio: entre 21-23 UTC. Valores superiores a 100 µg/m³
Días sinópticamente muy estables y TDF (Brisas nocturnas)

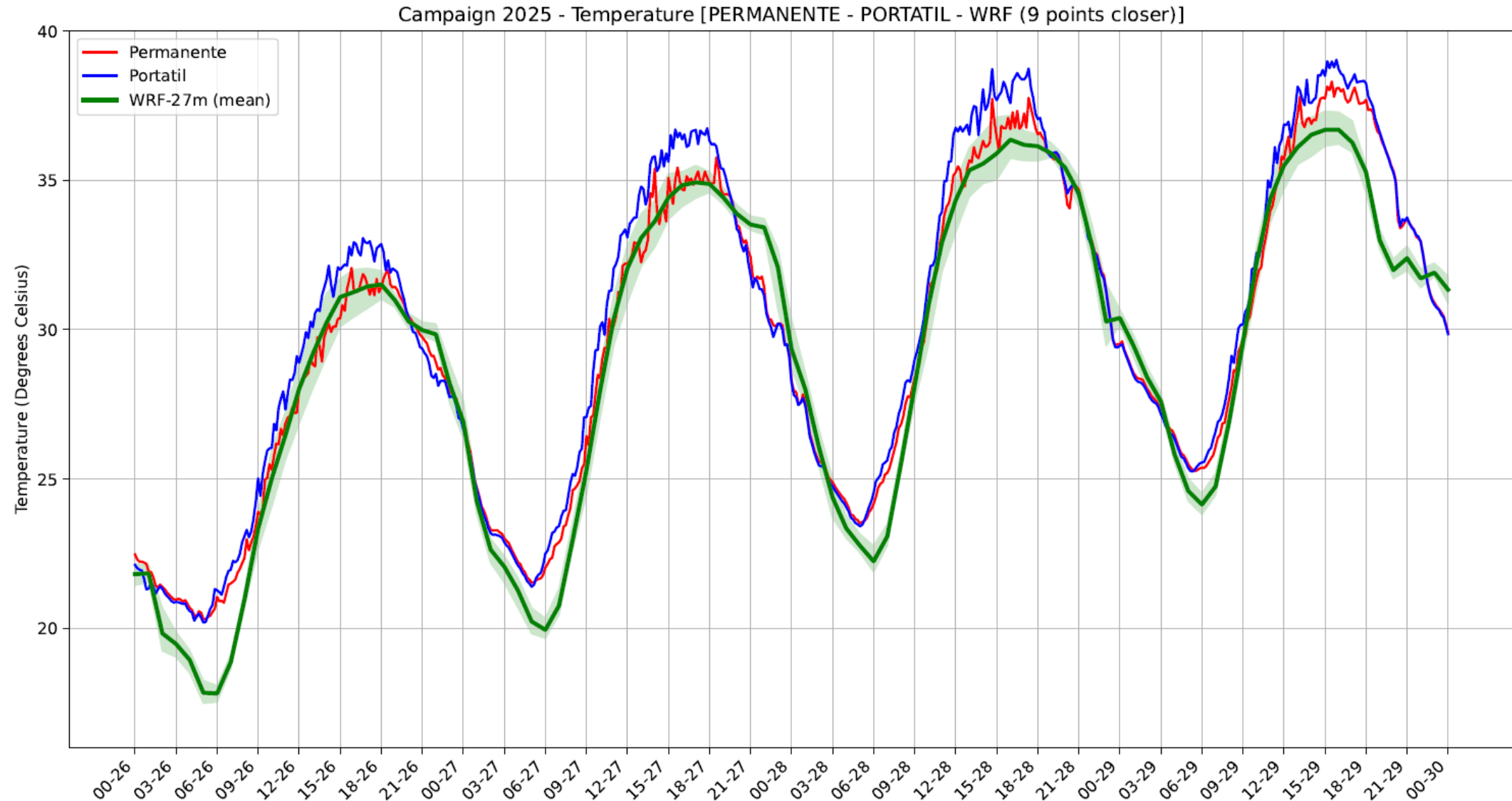


Concentraciones horarias NO₂

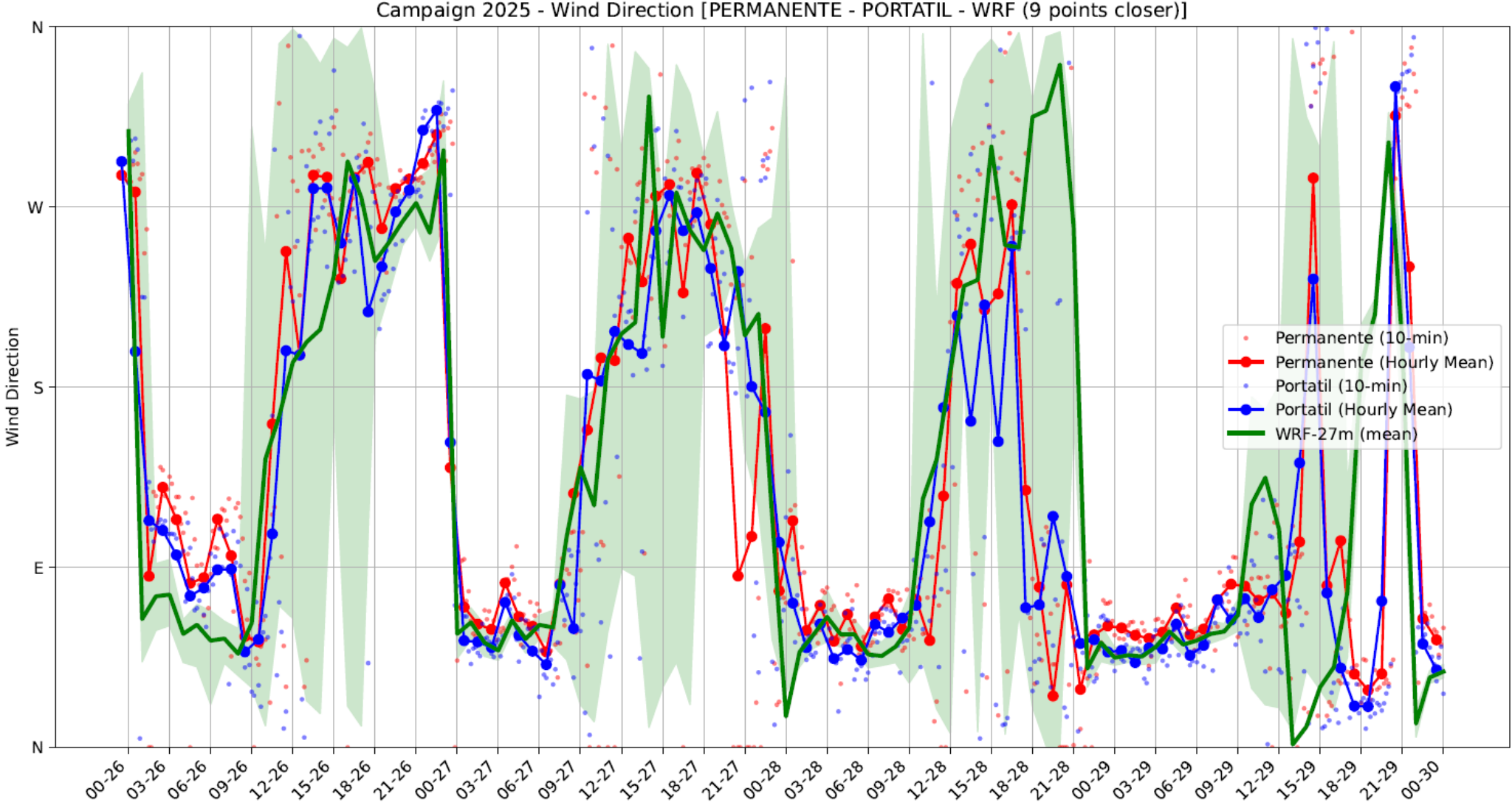
4, 8 julio: 21 UTC. Valores superiores a 100 µg/m³
Días sinópticamente muy estables y TDF (Brisas nocturnas)



Simulaciones WRF: 26 al 29 de junio 2025

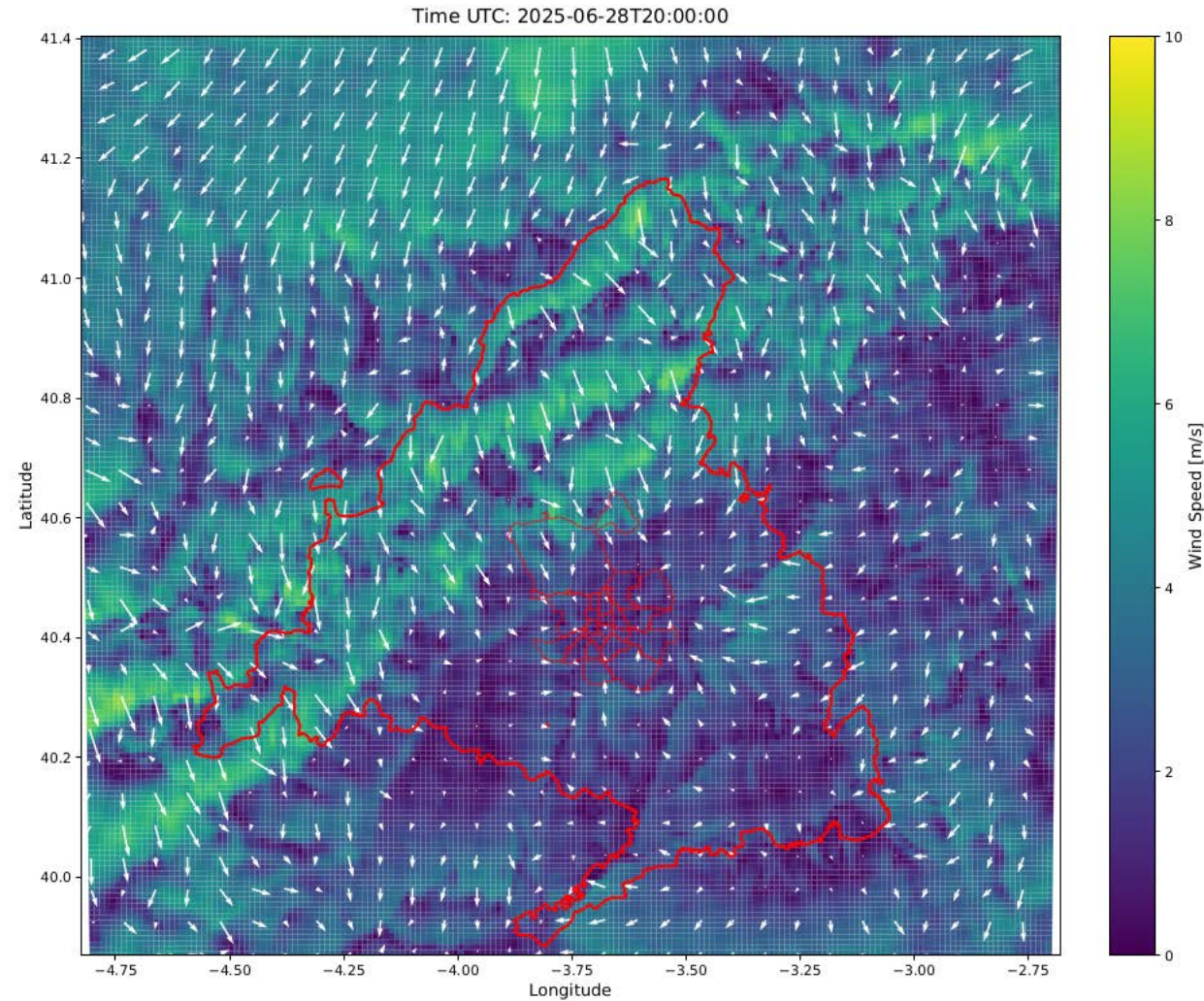


Simulaciones WRF: 26 al 29 de junio 2025

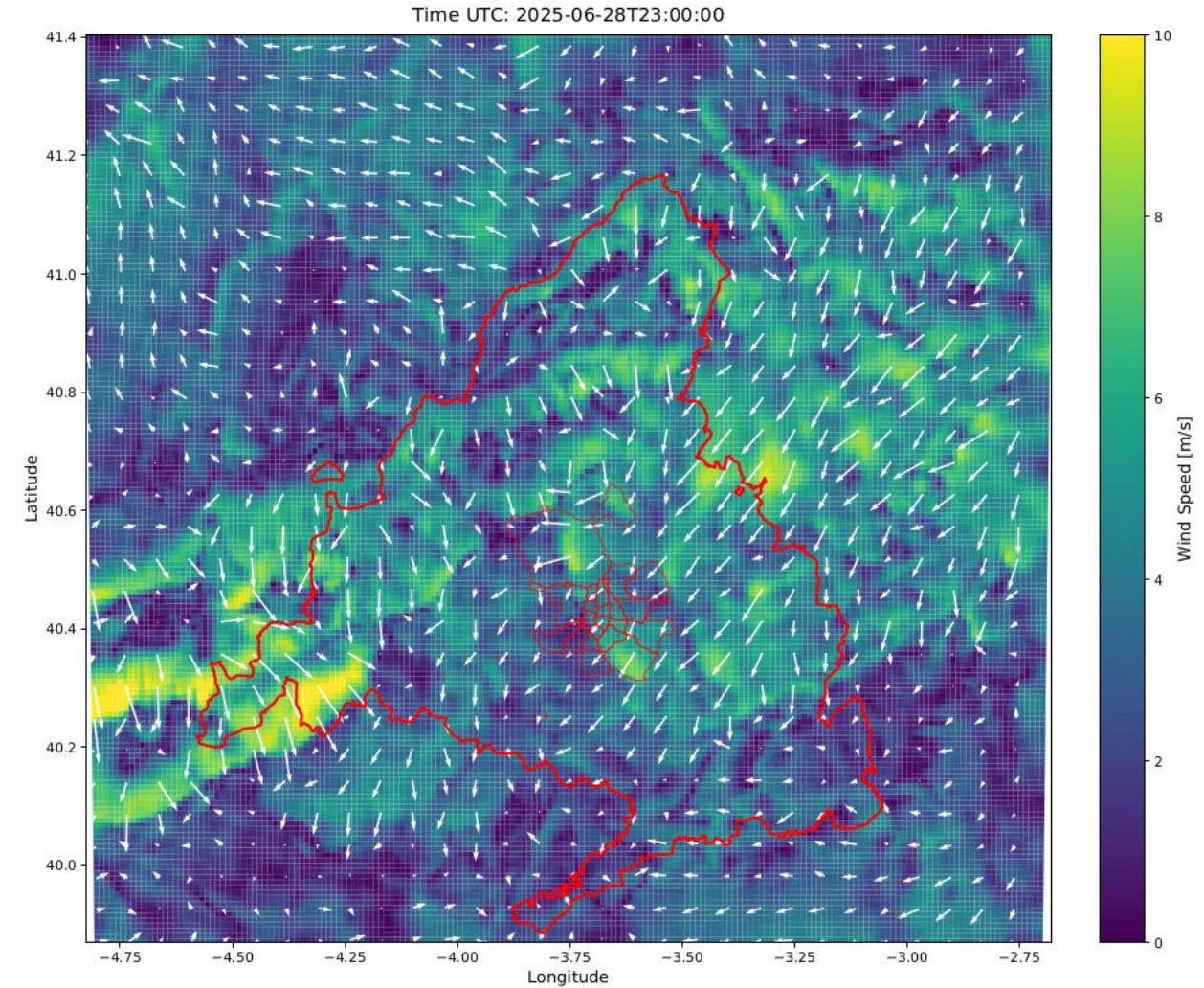


Simulaciones WRF: 28 de junio 2025, 20 y 23 UTC

Wind Speed (m/s) and Direction - ALTITUDE = 27m



Wind Speed (m/s) and Direction - ALTITUDE = 27m



Campaña experimental (entorno urbano)

- Tres semanas en verano 2025
- Situación sinóptica de estabilidad predominante

Medidas y simulaciones

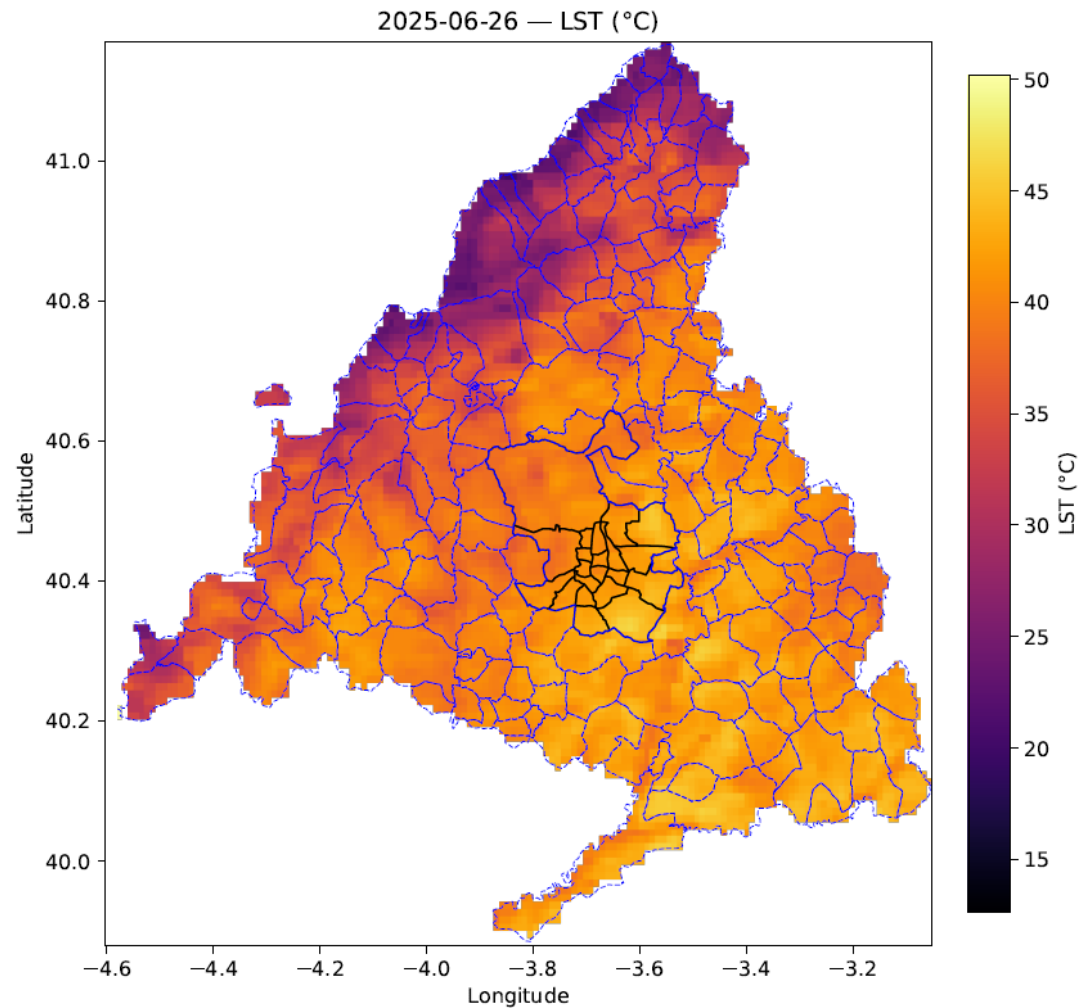
- Comparativa variables meteorológicas con dos instrumentos
- Detección de flujos de drenaje de carácter mesoescalar

Impacto en calidad del aire

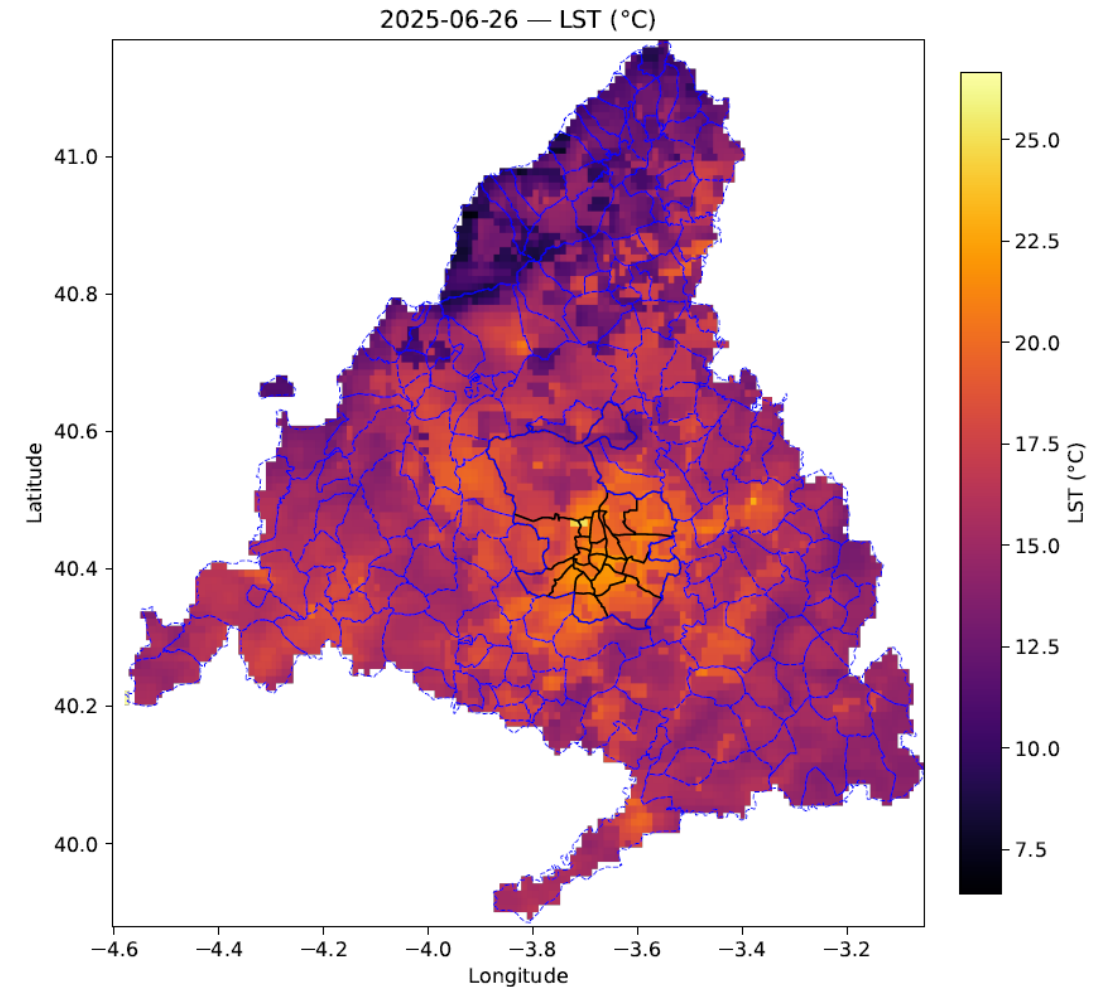
- Relevancia medidas de turbulencia
- Concentraciones NO₂ reducidas por la entrada de brisa

Trabajo futuro:

MODIS-TERRA: LST diurna/nocturna. 26 junio 2025



8:45 UTC



20:45 UTC

¡Gracias! Obrigado! Thank you!

Contacto: msastrem@ucm.es

This work has been funded in the framework of:

- I+D+i Spanish Government National Project *MULTIURBAN-II* (Ref. PID2023-149246OB-C22), by *Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades*, Spain [MICIU/AEI/10.13039/ 501100011033/ FEDER, UE]
- Madrid Regional Government Project: *AIRTEC2-CM* (Ref.: TEC-2024/ECO283).

Thanks are also due to:

- ECMWF Special Project: “*Simulations of different types of breezes and their interactions*” (*SPESYAGU*) regarding numerical simulations run.
- Guadarrama Mountain Network (GuMNet) for instrumentation support.



“Marie Curie Alumni Association” (MCAA) is acknowledged for providing financial support to attend this conference

