



Campaña de medidas de ozono y partículas ultrafinas
**Modelización de la meteorología de la cuenca de
Madrid en julio 2016**
25 mayo 2017



POLITÉCNICA

JORNADA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS DE OZONO Y PARTÍCULAS ULTRAFINAS, MADRID JULIO 2016



Modelización de la meteorología de la cuenca de Madrid en julio 2016

25 mayo 2017

*Ministerio de Agricultura y Pesca Alimentación y
Medio Ambiente (MAPAMA)*

*Rafael Borge, David de la Paz,
José María Cordero*

*Laboratorio de Modelización Ambiental
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid*

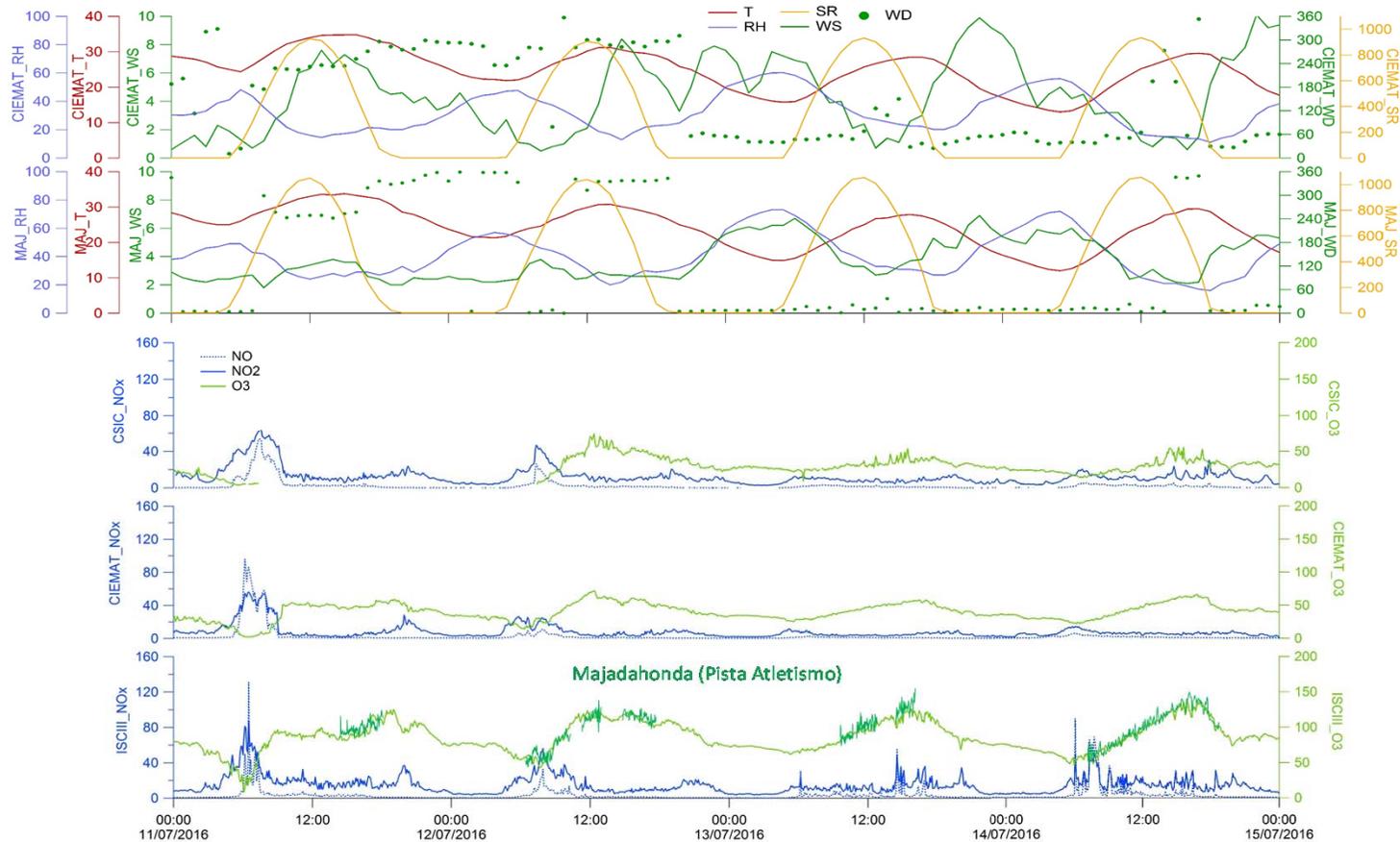
rborge@etsii.upm.es

ÍNDICE

1. Introducción
 2. Situación general durante la campaña
 3. Sistema de modelización y configuración
 4. Evaluación de la simulación
 5. Contraste hipótesis fenómenos de transporte
 6. Conclusiones y siguientes pasos
-

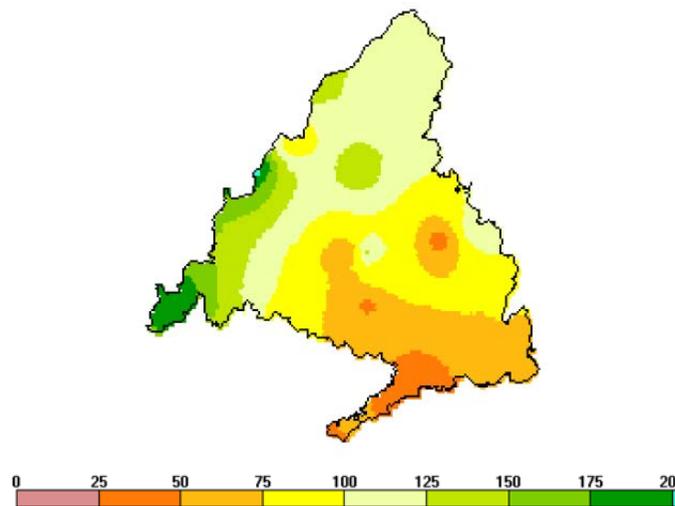
1. Introducción

- La meteorología es un aspecto esencial para explicar los niveles de calidad del aire y un factor determinante para la efectividad de posibles medidas de mejora



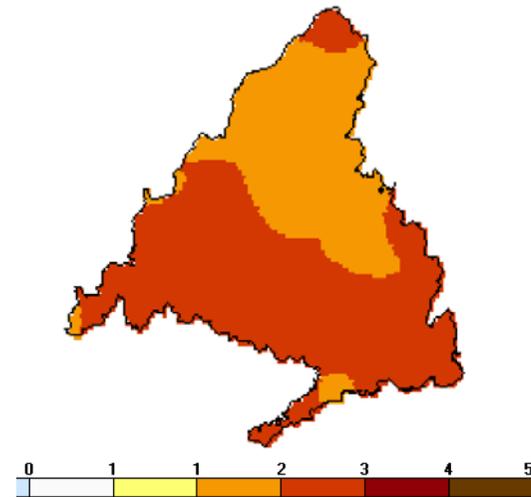
2. Situación general durante la campaña

- Características climáticas generales del mes de Julio de 2016 en la cuenca de Madrid
 - Mes muy cálido / extremadamente cálido ($> 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media del mes en el periodo 1981-2010)
 - Precipitación normal (entre 4.2 y 17.4 l/m^2)
 - Radiación solar normal



% precipitación acumulada sobre la media del mes en el periodo 1981-2010

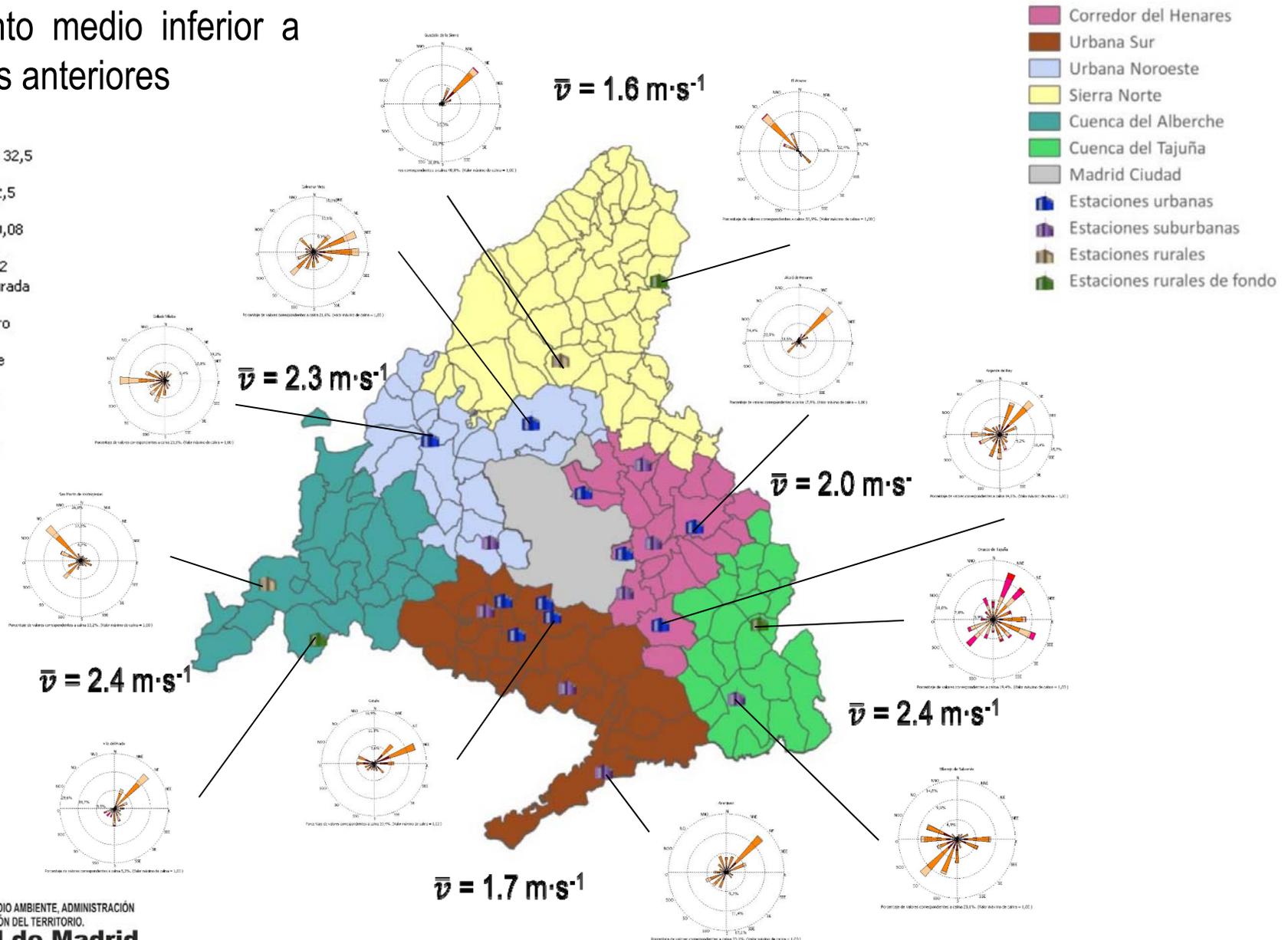
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología



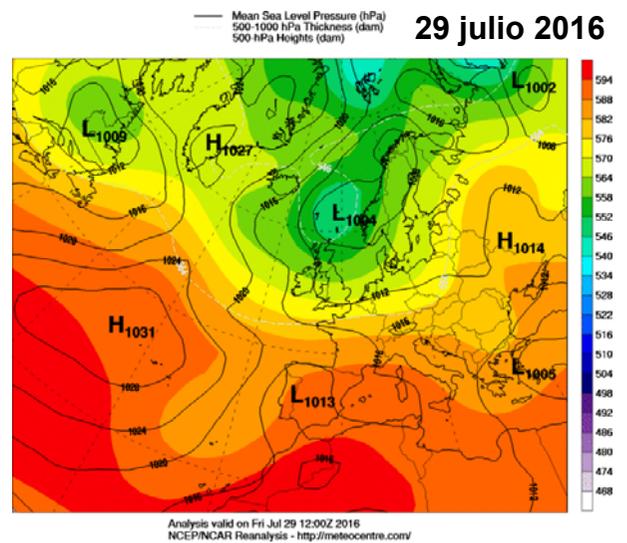
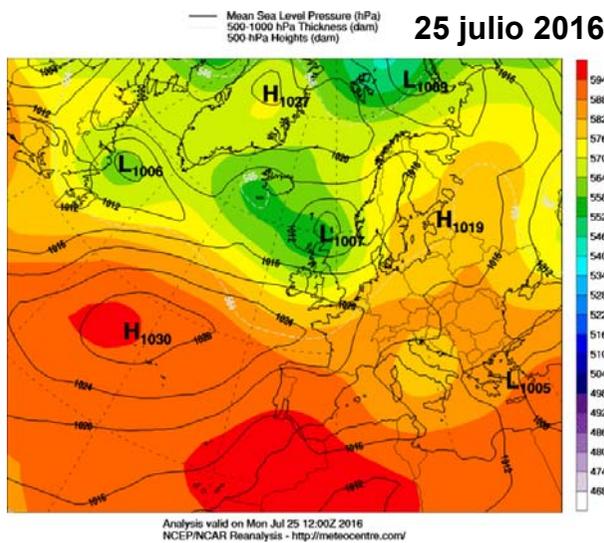
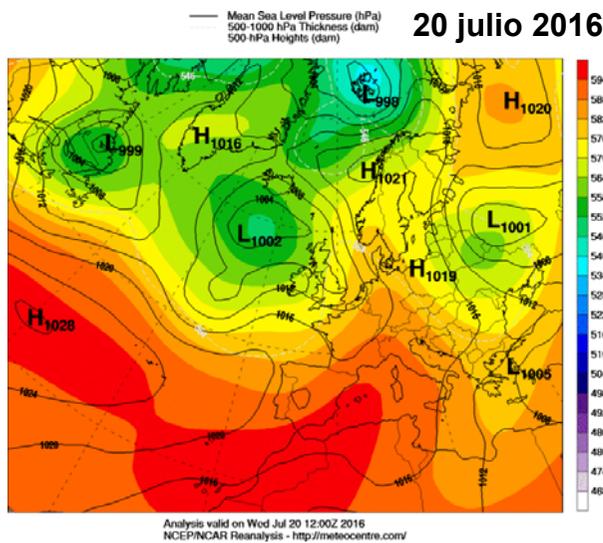
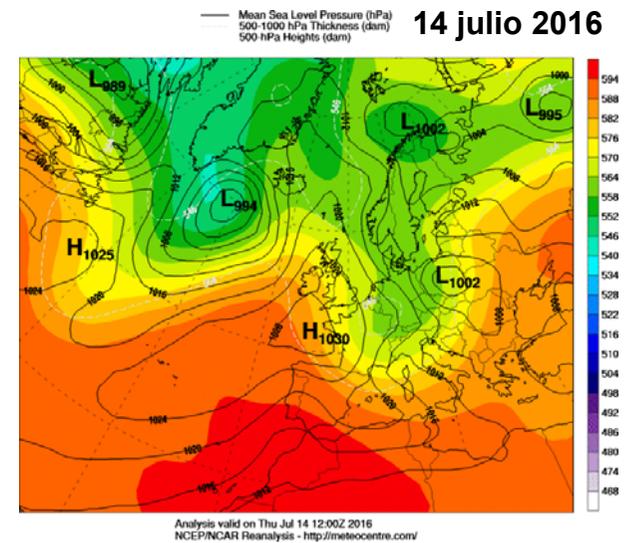
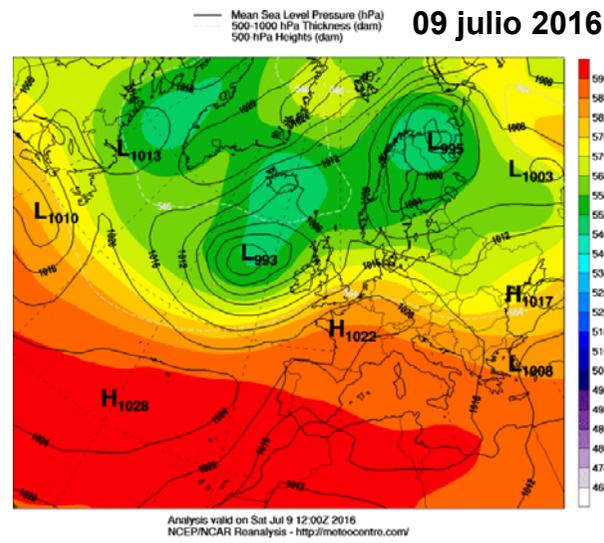
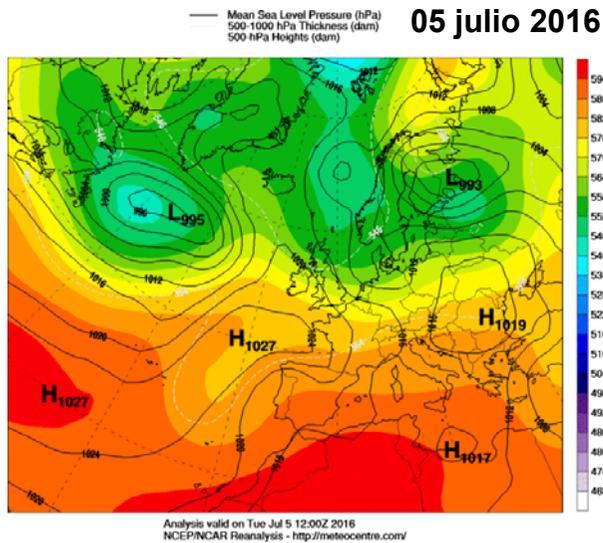
Anomalia de temperatura sobre media del mes en el periodo 1981-2010

- Viento medio inferior a años anteriores

- Huracán
Mayor que 32,5
- Tormenta
20,08 - 32,5
- Galerna
10,92 - 20,08
- Brisa recia
8,3 - 10,92
- Brisa moderada
5,2 - 8,3
- Viento ligero
3,1 - 5,2
- Brisa suave
1,5 - 3,1
- Aire ligero
0,5 - 1,5
- Calma
1,00 - 0,5

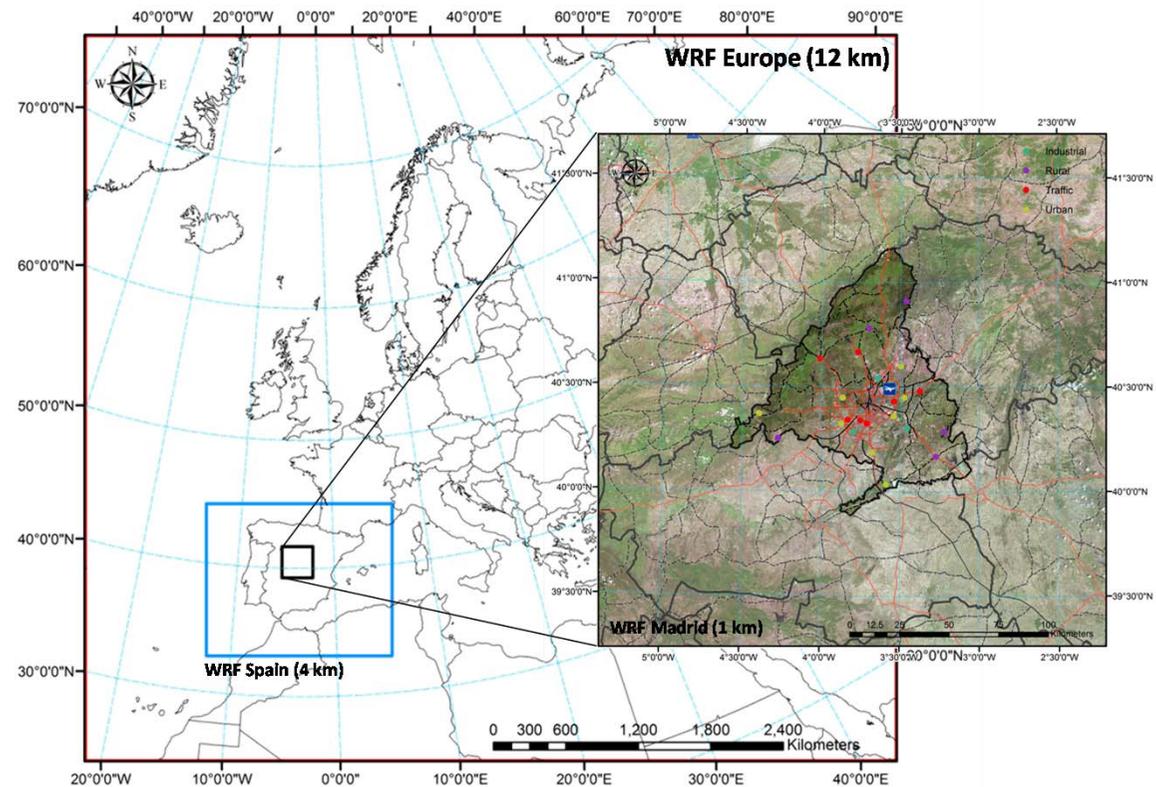
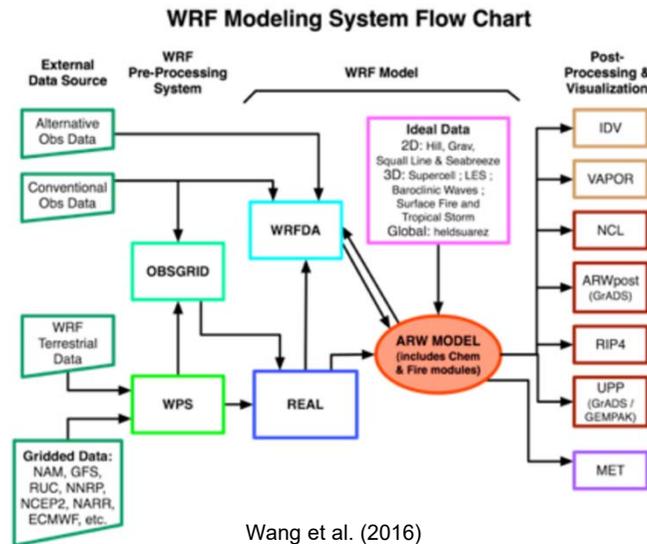


- Condiciones sinópticas (NCEP/NCAR Reanalyses 12UTC)



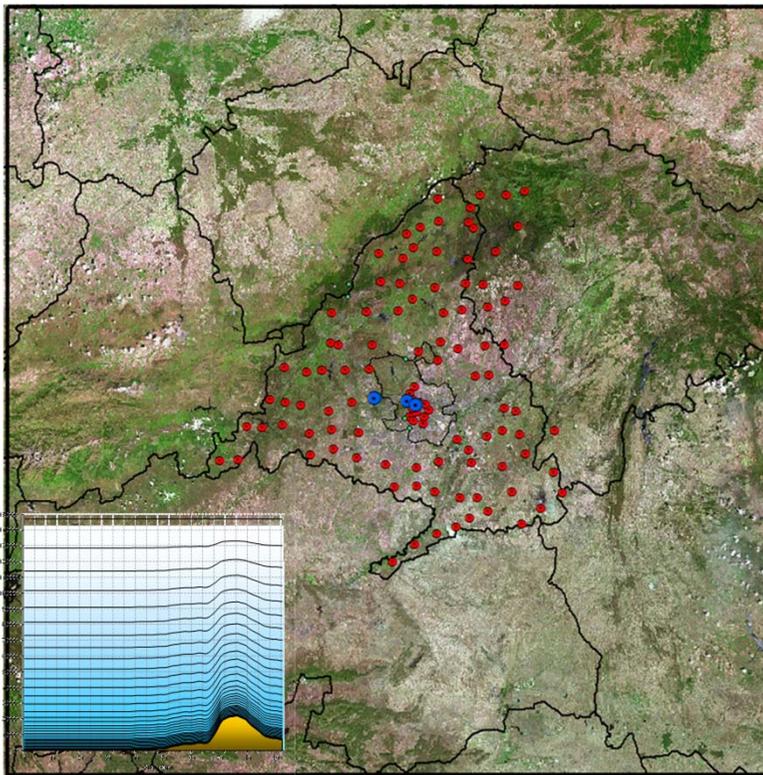
3. Sistema de modelización y configuración

- Advanced Research Weather Research and Forecasting (WRF-ARW) modeling system (v. 3.7.1)
- Modelo euleriano 3D no hidrostático de área limitada de última generación desarrollado por NCAR, NCEP, FSL y otras instituciones durante más de dos décadas



- Simulación 26-06-16:00 – 05-08-16:00; periodo evaluado = julio
- Configuración basada en Borge et al. (2008)

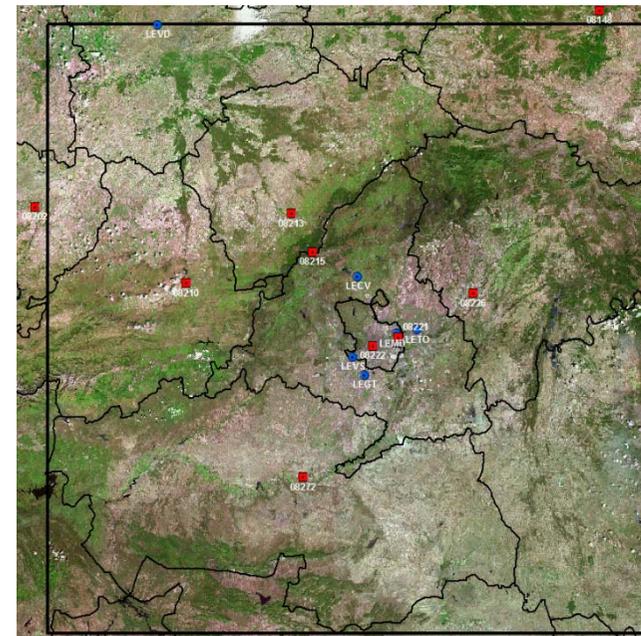
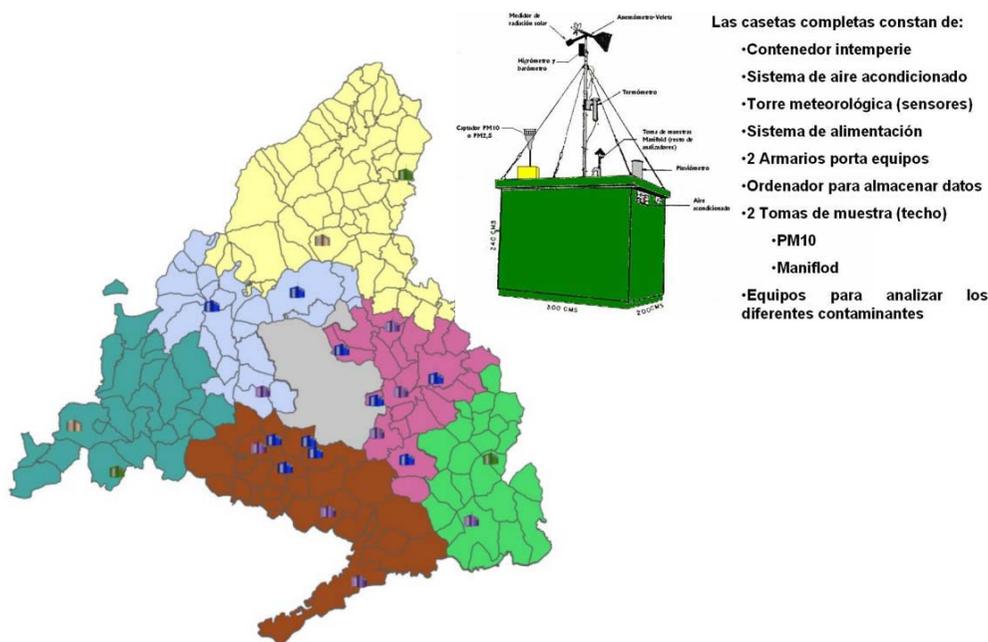
Dominio WRF - 1 km² resolución (256 x 256 celdas x 35 niveles verticales σ)



Category	Setup
Shortwave radiation	MM5 Shortwave radiation scheme (Dudhia, 1989)
Longwave radiation	Eta Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) (Schwarzkopf and Fels, 1991)
Land-surface model	Noah LSM (Chen and Dudhia, 2001)
Microphysics scheme	WSM6 (Hong and Lim., 2006)
PBL Scheme	YSU: Yonsei University (YSU) (Hong et al., 2006)
Horizontal resolution	$\Delta x = 1\text{km}$
Vertical resolution	35 sigma levels

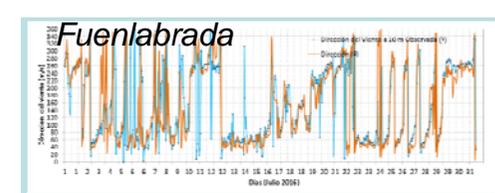
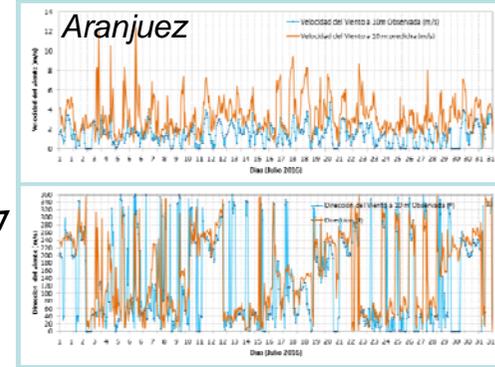
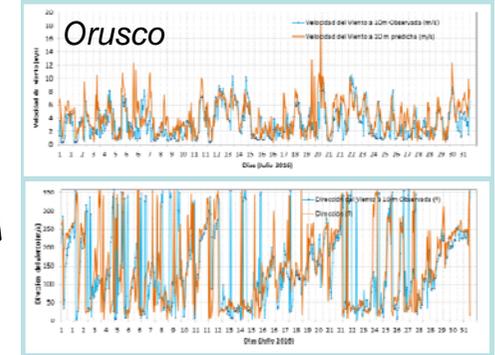
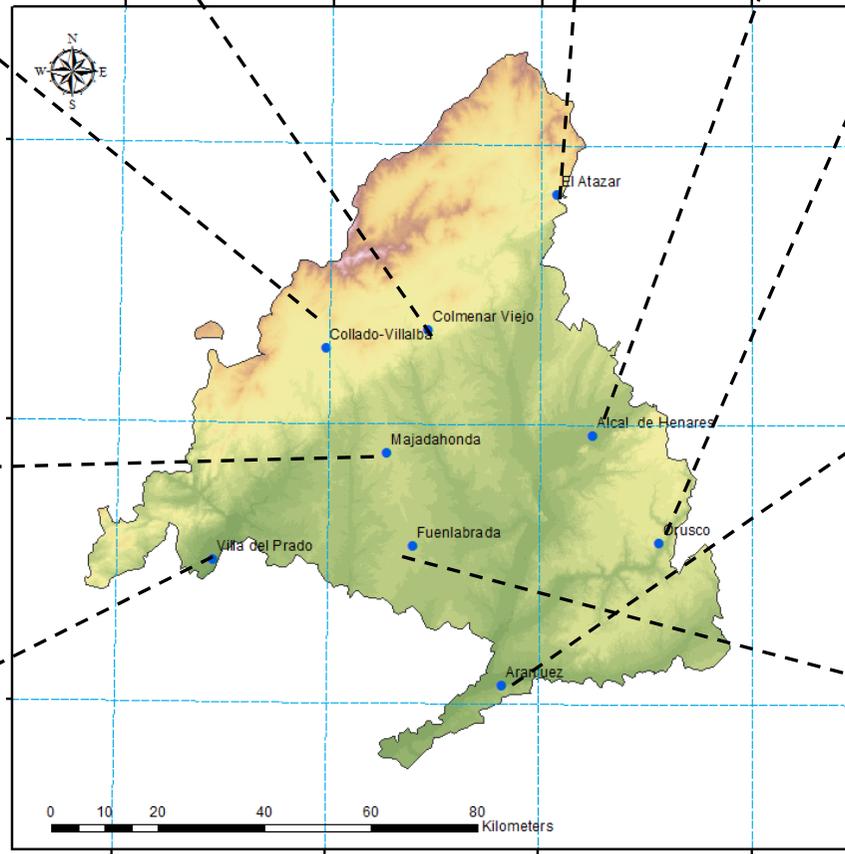
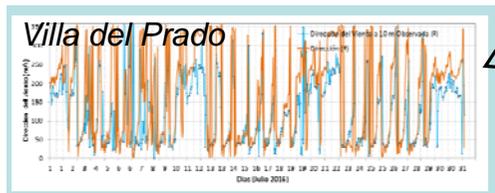
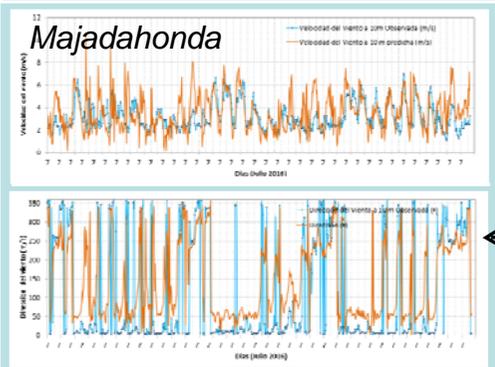
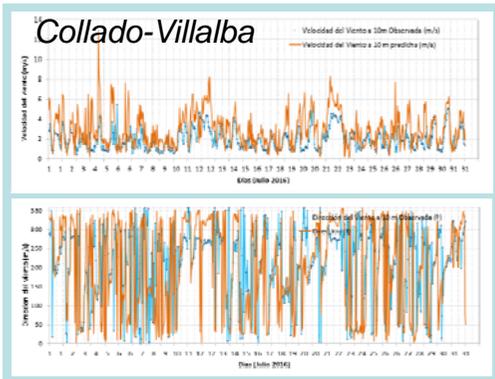
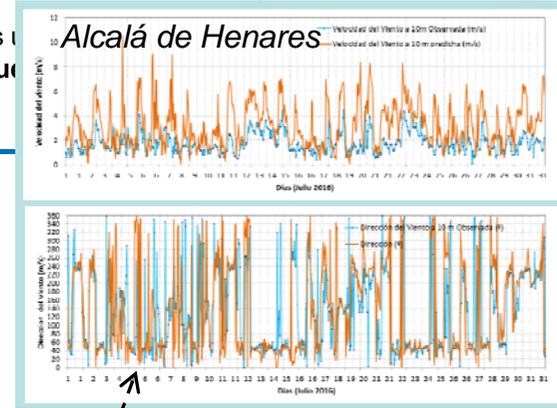
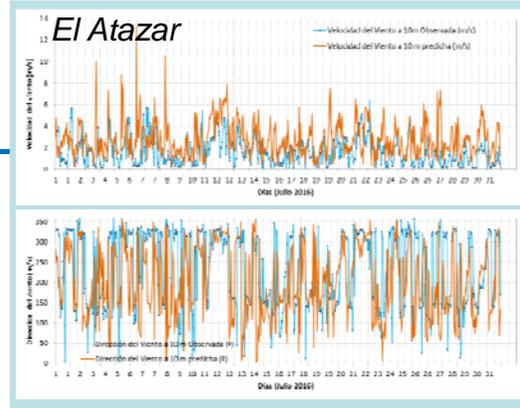
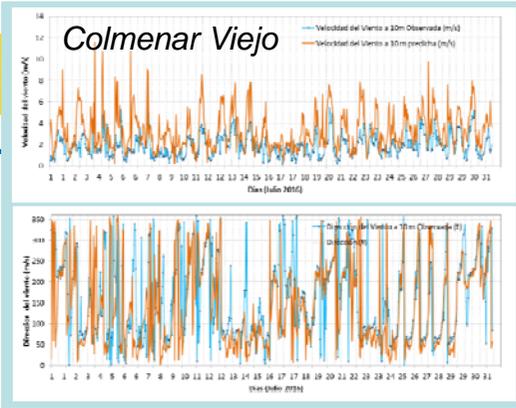
4. Evaluación de la simulación

- Evaluación preliminar no formal
- Variables en superficie: temperatura, velocidad y dirección del viento (estaciones de la red de vigilancia de la CM y estaciones meteorológicas synop y metar como referencia adicional; NCEP ADP)
- Variables en altura: cualitativa (sondeos de Madrid-Barajas)



- Resumen evaluación temperatura en superficie (estaciones CM)

Nombre	Tipo	n datos	MB (°C)	ME (°C)	MFB (%)	MFE (%)	RMSE (°C)	IOA
El Atazar	Fondo Rural	985	0.7	1.2	2.8	5.0	1.6	0.97
Guadalex de la Sierra	Rural	982	-1.4	2.3	-4.4	9.3	2.7	0.94
Orusco de Tajuña	Fondo Rural	980	-0.6	1.3	-2.3	5.4	1.9	0.97
S. Martín Valdeiglesias	Rural	983	-1.2	1.5	-4.5	5.8	1.8	0.96
Villa de Prado	Fondo Rural	982	-0.3	1.4	-0.7	5.3	1.8	0.97
Villarejo de Salvanés	Rural	977	-1.2	1.5	-4.3	5.6	2.0	0.96
Algete	Suburbana	985	-1.3	1.6	-4.5	5.9	2.1	0.96
Majadahonda	Suburbana	985	0.4	1.0	1.6	4.0	1.4	0.98
Rivas-Vaciamadrid	Suburbana	980	0.3	1.2	1.1	4.4	1.5	0.98
Valdemoro	Suburbana	985	-0.3	1.0	-1.1	3.8	1.5	0.98
Alcalá de Henares	Urbana	980	0.8	1.5	3.3	5.5	1.9	0.97
Alcobendas	Urbana	985	0.3	1.1	1.2	4.0	1.5	0.98
Alcorcón	Urbana	985	0.3	0.9	1.3	3.7	1.3	0.98
Aranjuez	Urbana	965	1.4	1.9	5.5	7.2	2.4	0.95
Arganda del Rey	Urbana	977	-0.7	1.3	-2.2	4.8	1.8	0.97
Collado-Villalba	Urbana	985	0.5	1.8	2.7	7.7	2.4	0.94
Colmenar Viejo	Urbana	985	0.0	1.0	0.2	3.9	1.4	0.98
Coslada	Urbana	982	-0.3	1.3	-0.6	4.8	1.8	0.97
Fuenlabrada	Urbana	983	0.5	1.1	1.8	4.2	1.5	0.98
Getafe	Urbana	985	0.4	1.0	1.7	3.9	1.4	0.98
Leganés	Urbana	985	0.2	1.1	1.3	4.3	1.6	0.98
Móstoles	Urbana	985	-0.3	1.1	-0.6	4.1	1.5	0.98
Torrejón de Ardoz	Urbana	954	-0.9	1.5	-3.0	5.2	2.0	0.97
TOTAL		22560	-0.1	1.3	-0.2	5.1	1.8	0.97



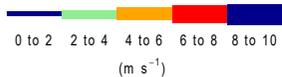
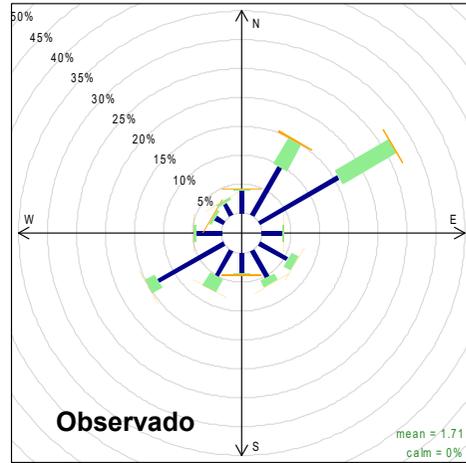
- Resumen evaluación velocidad del viento (estaciones CM)

Nombre	Tipo	n datos	MB (m/s)	ME (m/s)	MFB (%)	MFE (%)	RMSE (m/s)	IOA
El Atazar	Fondo Rural	937	1.3	1.7	67.9	85.7	2.2	0.47
Guadalix de la Sierra	Rural	935	1.6	1.7	63.5	73.5	2.3	0.56
Orusco de Tajuña	Fondo Rural	956	1.1	1.8	36.8	59.7	2.4	0.71
S. Martín Valdeiglesias	Rural	950	1.9	2.0	54.6	63.1	2.5	0.48
Villa de Prado	Fondo Rural	944	1.8	2.1	41.3	56.5	2.7	0.52
Villarejo de Salvanes	Rural	958	2.5	2.6	80.7	86.0	3.2	0.32
Algete	Suburbana	954	2.0	2.2	51.3	61.7	2.9	0.55
Majadahonda	Suburbana	971	0.3	1.3	4.1	39.0	1.7	0.64
Rivas-Vaciamadrid	Suburbana	930	0.8	1.4	19.4	45.9	1.8	0.65
Valdemoro	Suburbana	963	2.5	2.5	80.1	83.8	3.0	0.37
Alcalá de Henares	Urbana	985	1.5	1.6	48.2	60.6	2.1	0.46
Alcobendas	Urbana	958	1.2	1.4	44.1	57.0	1.8	0.59
Alcorcón	Urbana	955	1.6	1.7	52.8	59.1	2.2	0.46
Aranjuez	Urbana	936	1.8	1.9	77.1	83.3	2.4	0.42
Arganda del Rey	Urbana	940	1.8	2.0	52.6	65.2	2.8	0.49
Collado-Villalba	Urbana	928	1.0	1.3	34.1	51.5	1.7	0.63
Colmenar Viejo	Urbana	953	1.4	1.6	51.7	59.3	2.1	0.54
Coslada	Urbana	925	1.9	1.9	87.7	91.7	2.4	0.36
Fuenlabrada	Urbana	960	1.2	1.5	31.9	48.3	2.0	0.46
Getafe	Urbana	948	1.9	1.9	79.8	82.4	2.4	0.34
Leganés	Urbana	949	2.0	2.0	88.3	90.2	2.5	0.32
Móstoles	Urbana	966	1.9	1.9	73.6	78.1	2.4	0.39
Torrejón de Ardoz	Urbana	930	1.2	1.4	38.9	53.7	2.0	0.59
TOTAL		21831	1.6	1.8	54.8	66.7	2.3	0.50

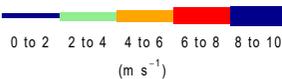
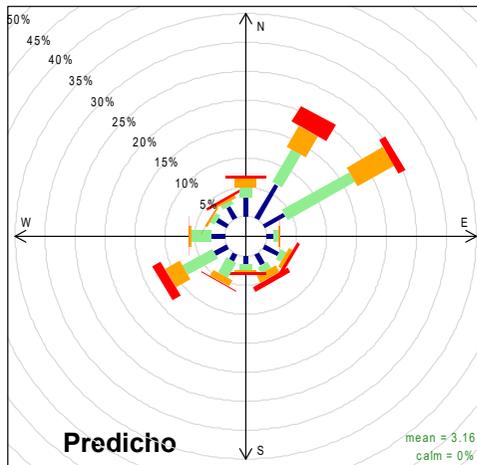
- Resumen evaluación dirección del viento (estaciones CM)

Nombre	Tipo	n datos	MB (°)	ME (°)	IOA
El Atazar	Fondo Rural	937	-39.9	83.3	0.60
Guadalix de la Sierra	Rural	935	92.6	118.0	0.45
Orusco de Tajuña	Fondo Rural	956	-5.0	72.4	0.65
S. Martín Valdeiglesias	Rural	950	-17.6	75.8	0.68
Villa de Prado	Fondo Rural	944	40.0	72.6	0.71
Villarejo de Salvanés	Rural	958	-47.2	81.2	0.65
Algete	Suburbana	954	-7.3	55.0	0.73
Majadahonda	Suburbana	971	22.2	84.6	0.77
Rivas-Vaciamadrid	Suburbana	930	1.9	58.7	0.74
Valdemoro	Suburbana	963	12.5	55.1	0.79
Alcalá de Henares	Urbana	985	-0.7	63.9	0.71
Alcobendas	Urbana	958	-16.2	56.2	0.75
Alcorcón	Urbana	955	-19.7	51.4	0.80
Aranjuez	Urbana	936	11.8	76.0	0.70
Arganda del Rey	Urbana	940	-3.3	78.0	0.66
Collado-Villalba	Urbana	928	-26.6	94.2	0.56
Colmenar Viejo	Urbana	953	-18.8	65.4	0.71
Coslada	Urbana	925	-48.6	160.7	0.24
Fuenlabrada	Urbana	960	-4.2	48.9	0.80
Getafe	Urbana	948	-13.3	55.5	0.77
Leganés	Urbana	949	-21.2	56.9	0.78
Móstoles	Urbana	966	-8.5	53.5	0.78
Torrejón de Ardoz	Urbana	930	-11.6	58.3	0.75
TOTAL		21831	-5.6	72.7	0.69

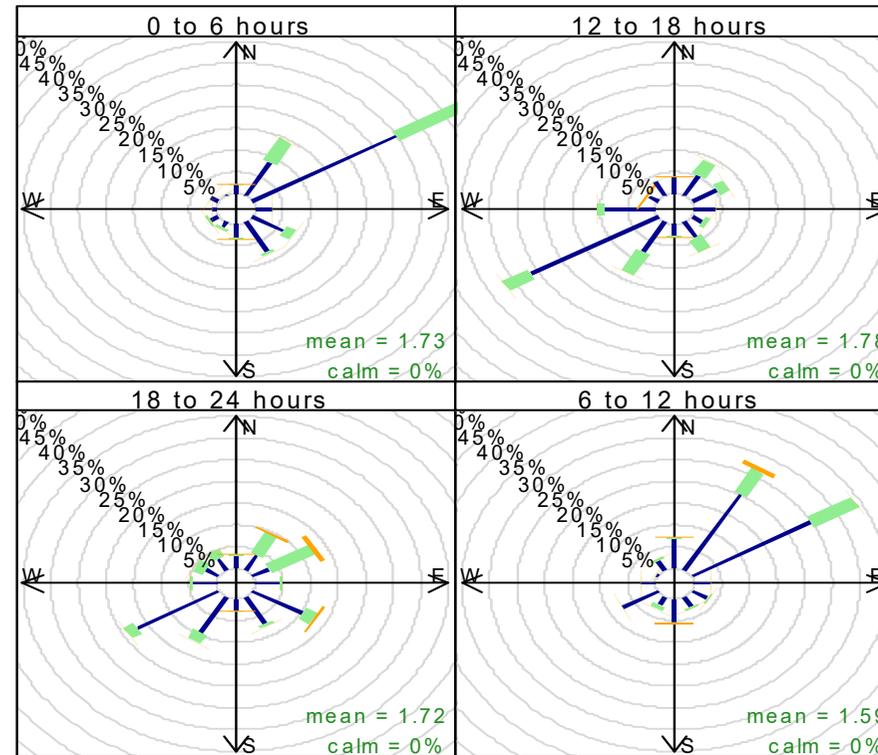
- Ejemplo rosas de los vientos y variabilidad a lo largo del día (Alcalá de Henares)



Frequency of counts by wind direction (%)

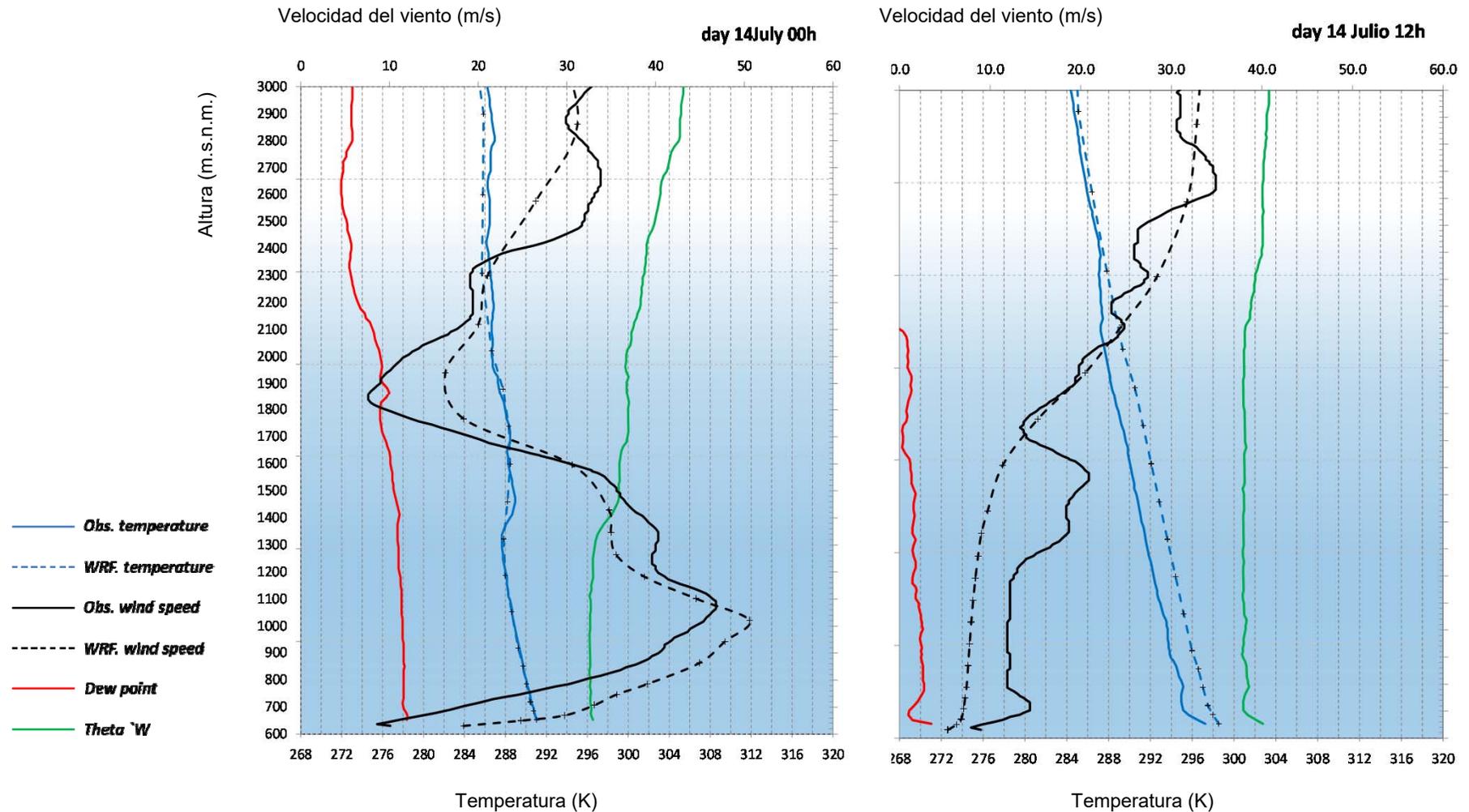


Frequency of counts by wind direction (%)

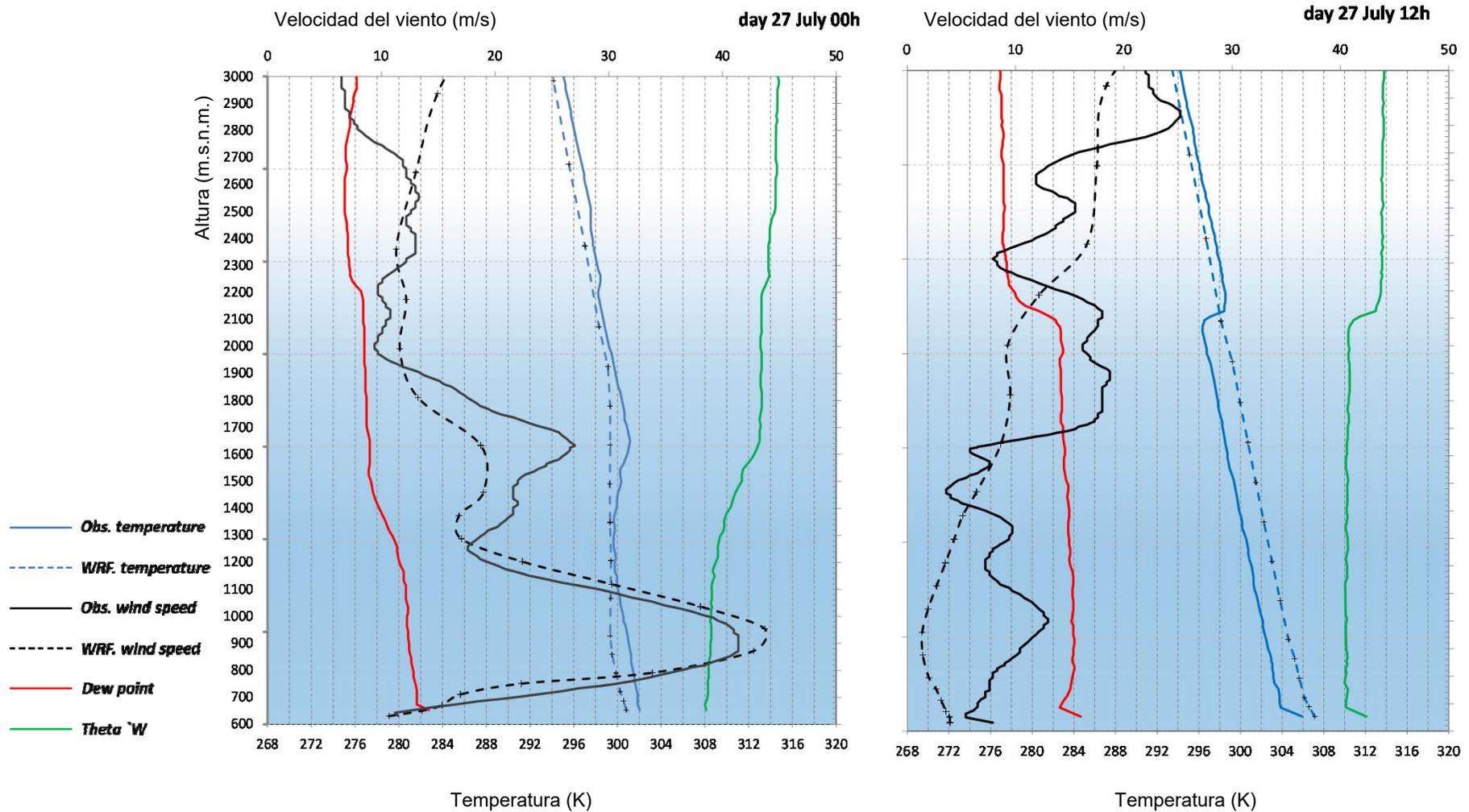


Frequency of counts by wind direction (%)

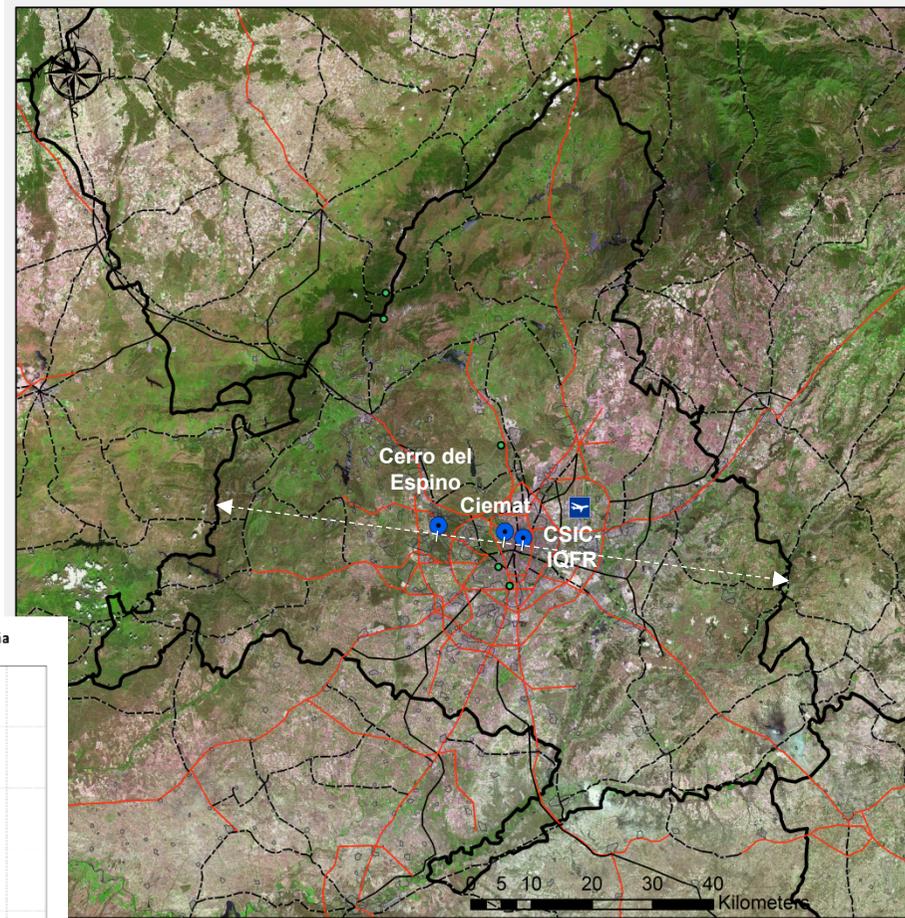
Sondeo vertical de Barajas. Día 14 julio (00h, 12h UTC) Comparación con el modelo WRF



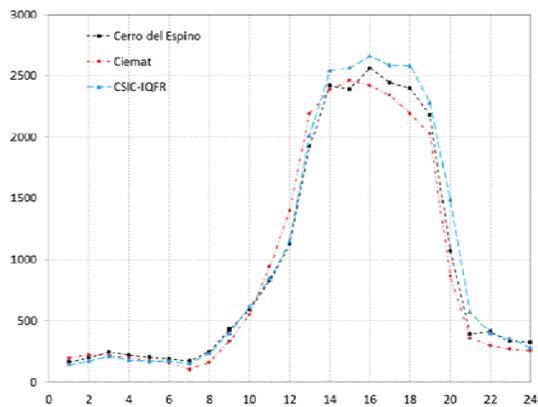
Sondeo vertical de Barajas. Día 27 julio (00h, 12h UTC) Comparación con el modelo WRF



5. Contraste hipótesis fenómenos de transporte

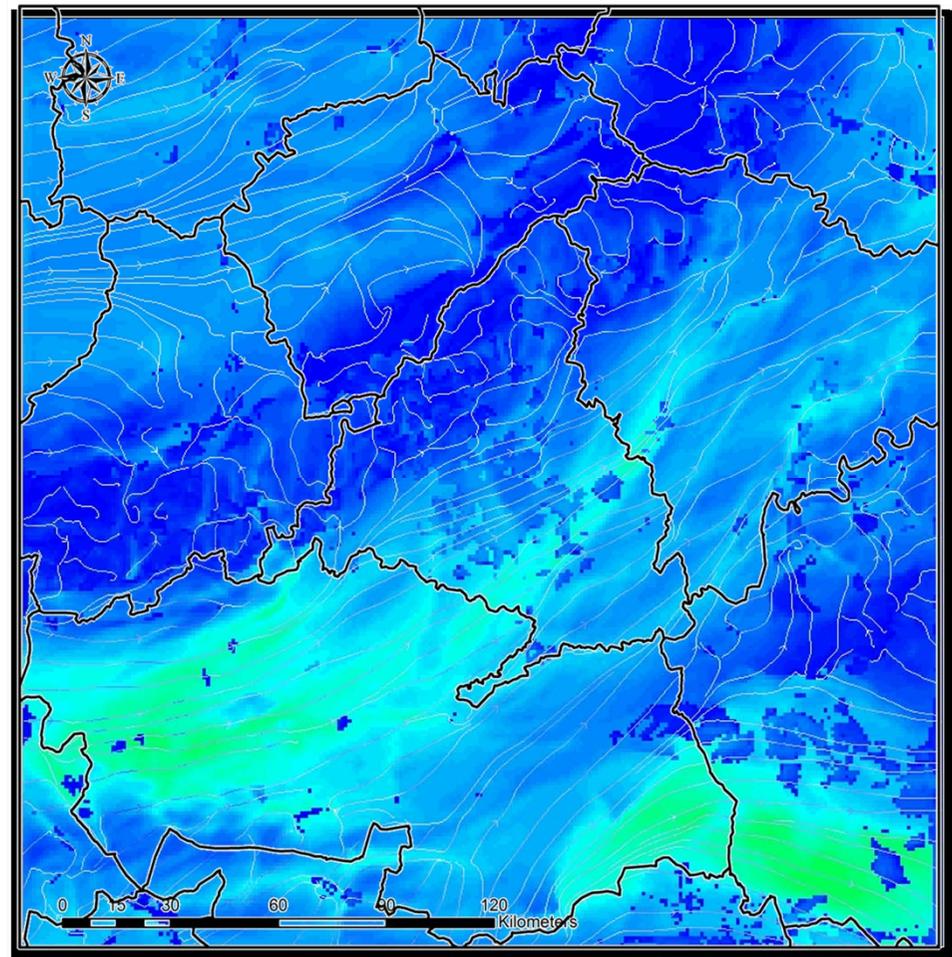
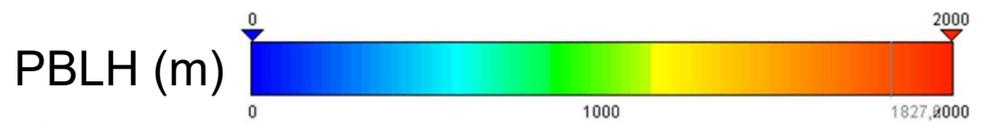


Altura de la Capa de Mezcla: promedio diario durante la campaña



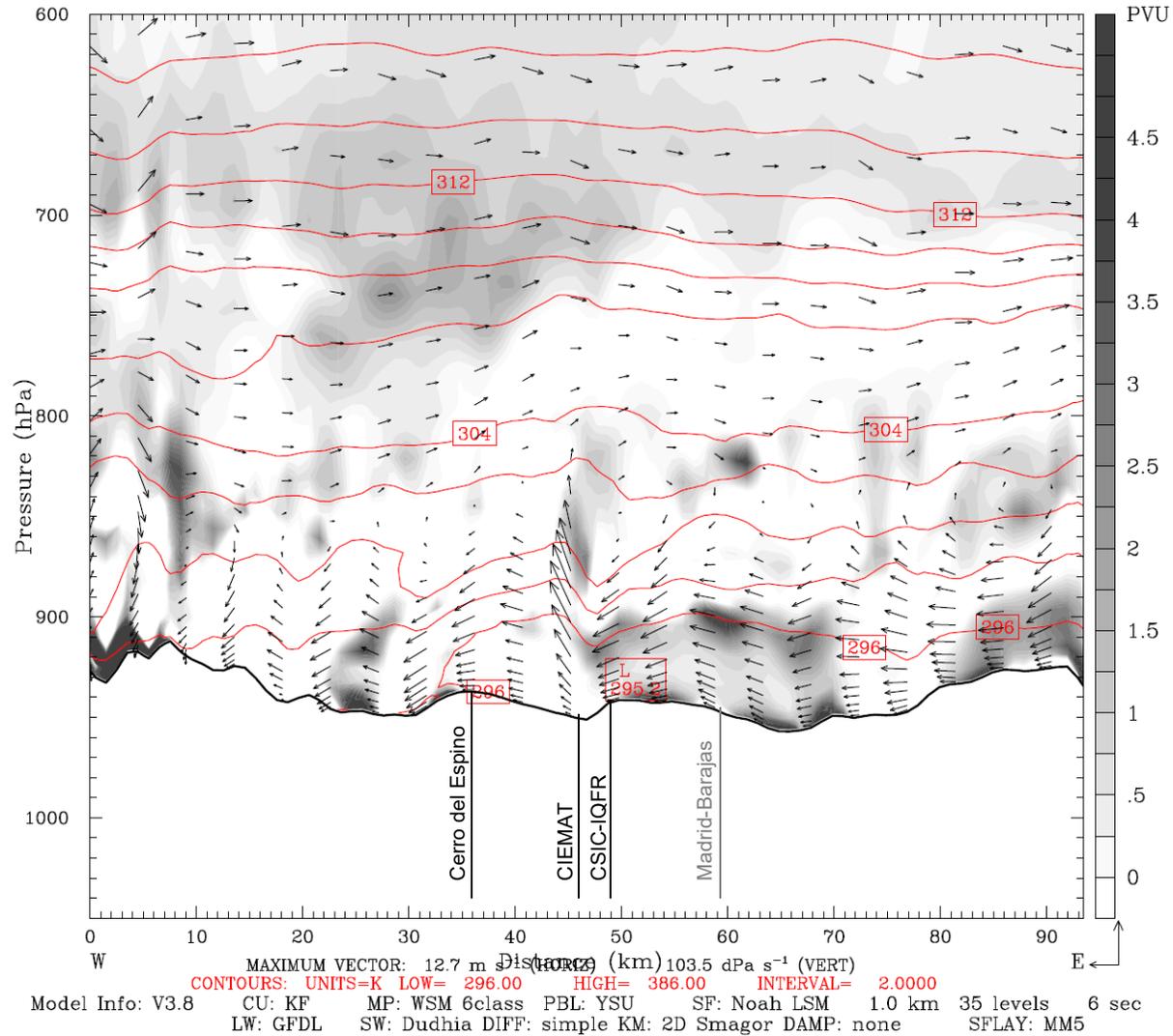
Ejemplo:
Día 14 (24 h)

00:00:00Z



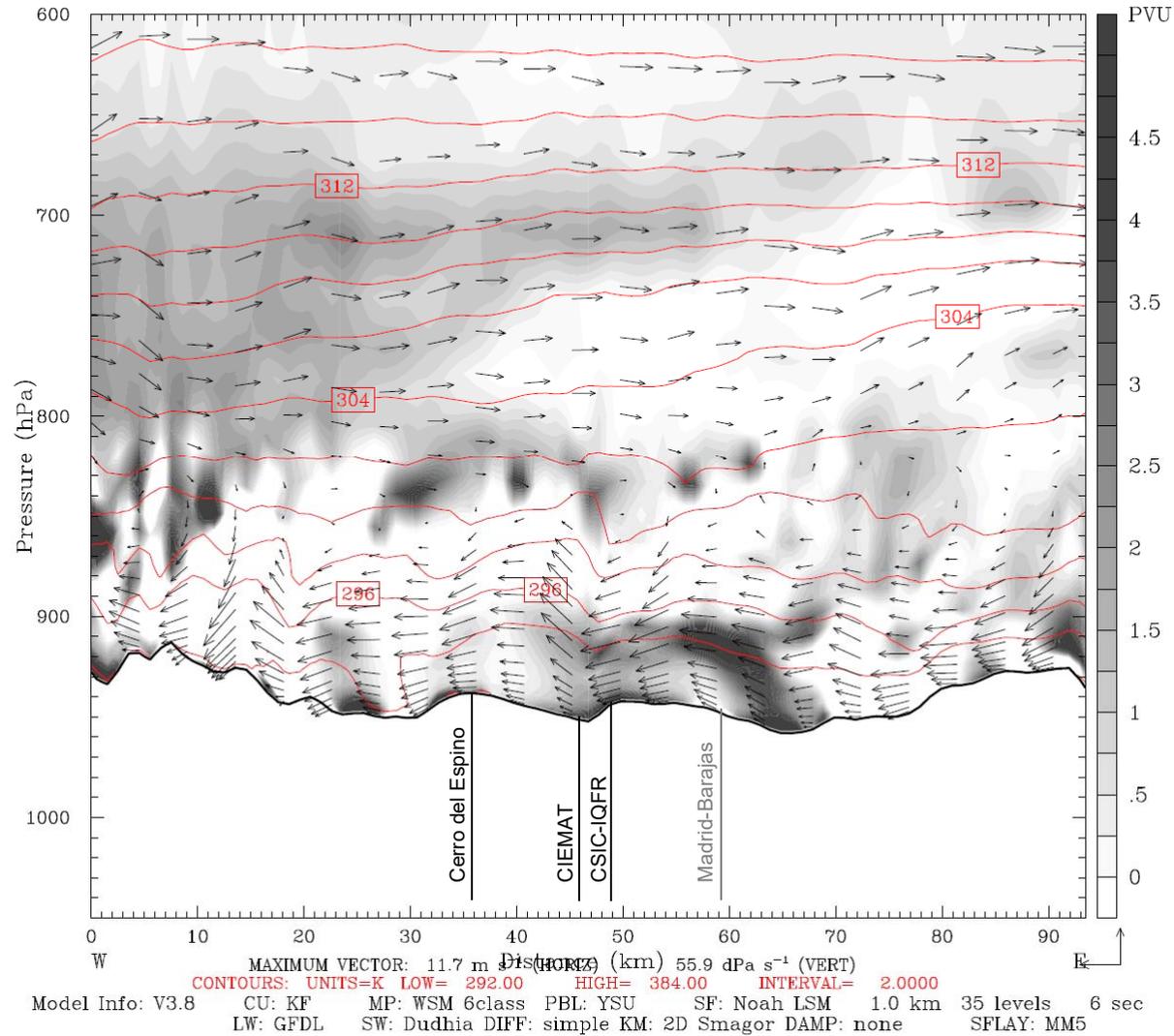
Fcst: 456.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 0000 UTC Thu 14 Jul 16 (0200 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



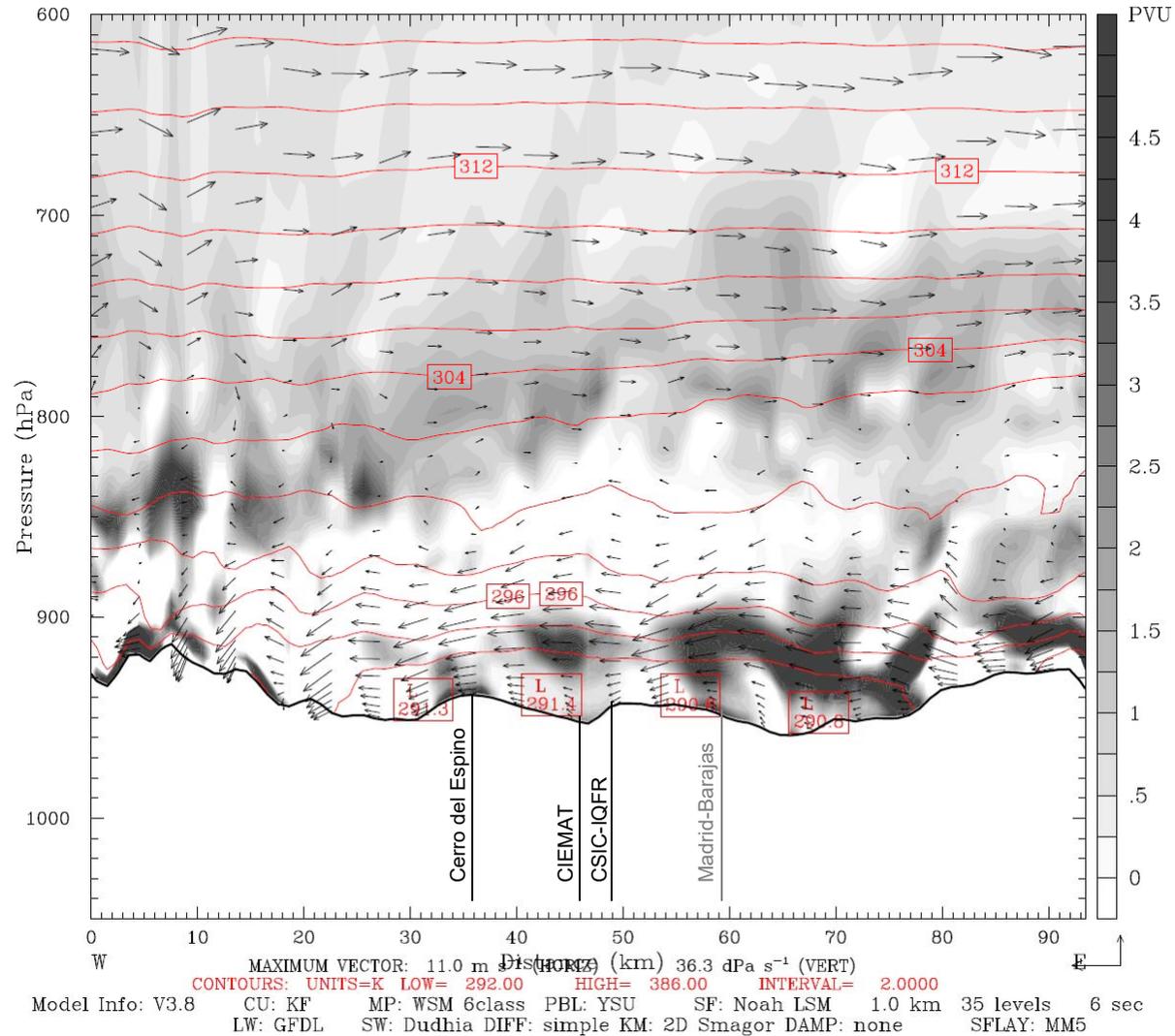
Fest: 459.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 0300 UTC Thu 14 Jul 16 (0500 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



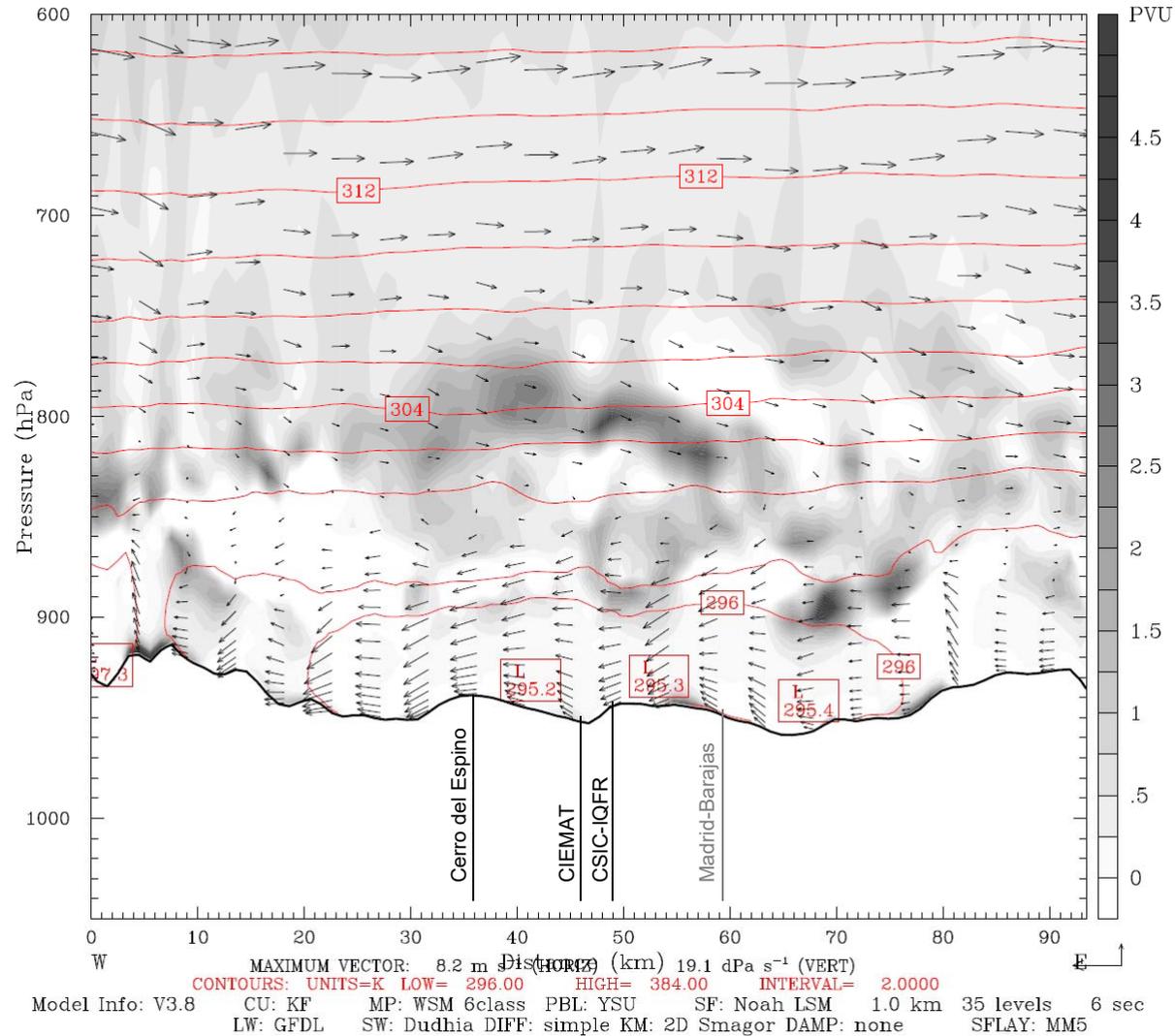
Test: 462.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 0600 UTC Thu 14 Jul 16 (0800 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



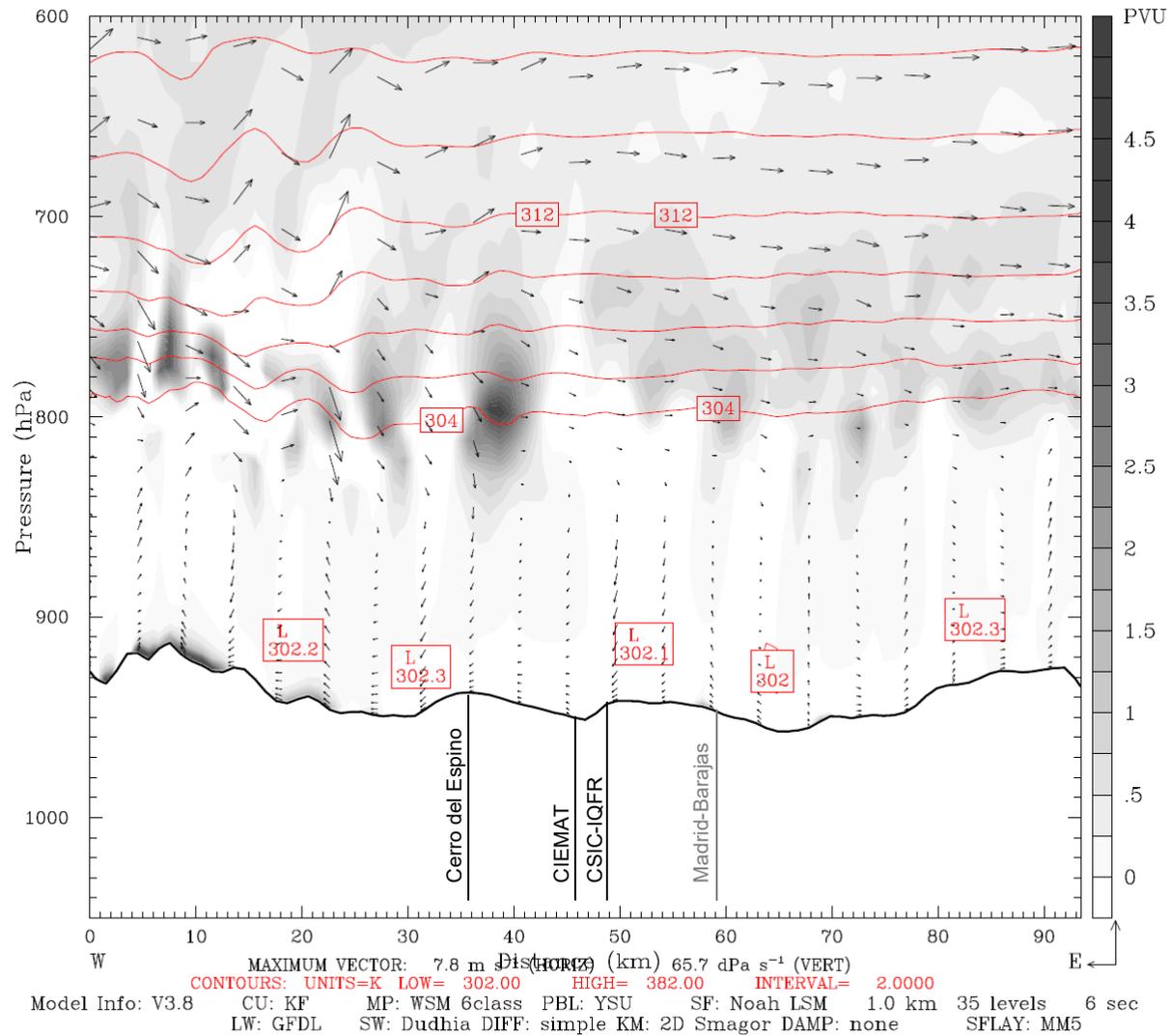
Fest: 465.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 0900 UTC Thu 14 Jul 16 (1100 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



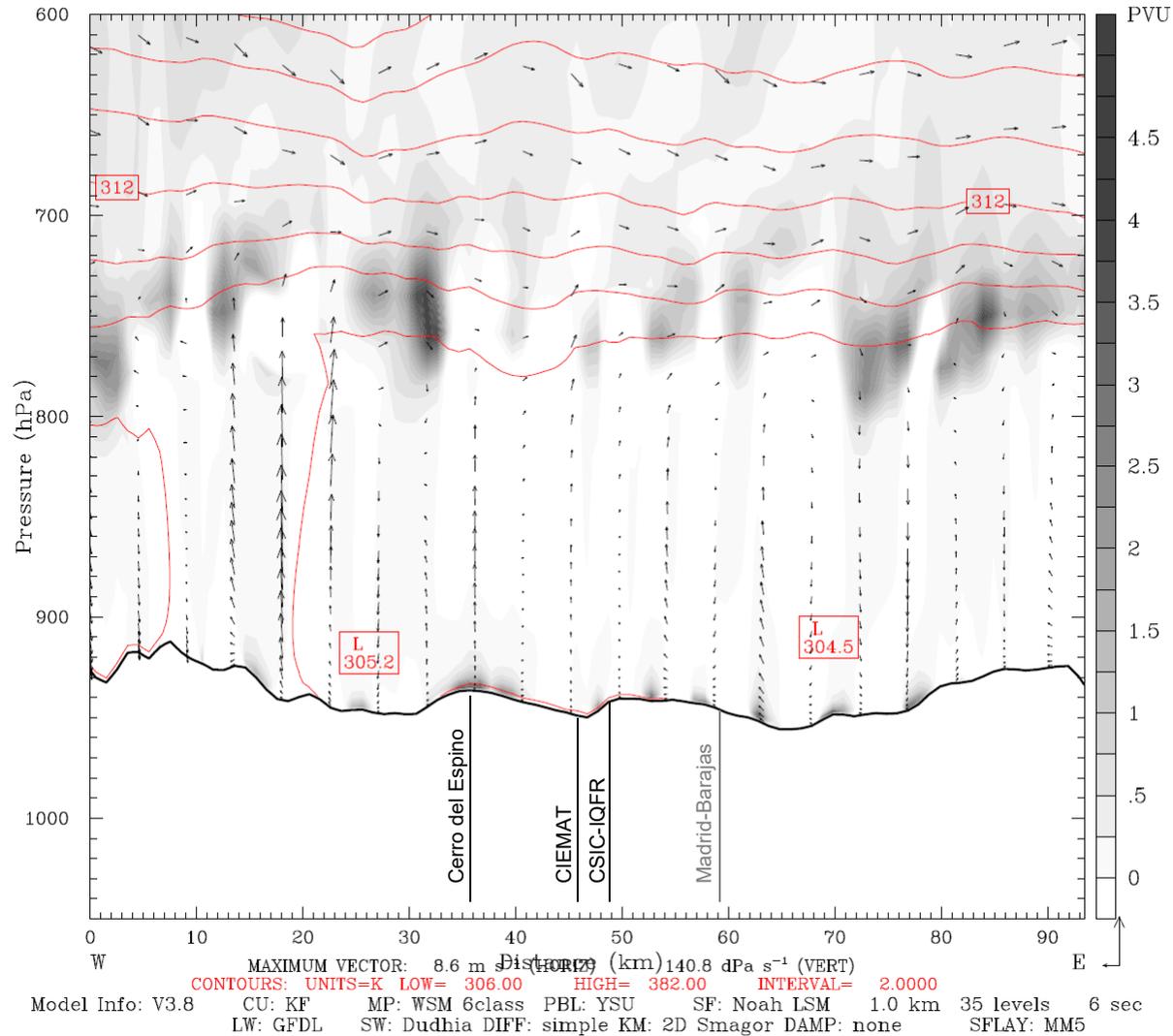
Fest: 468.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 1200 UTC Thu 14 Jul 16 (1400 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



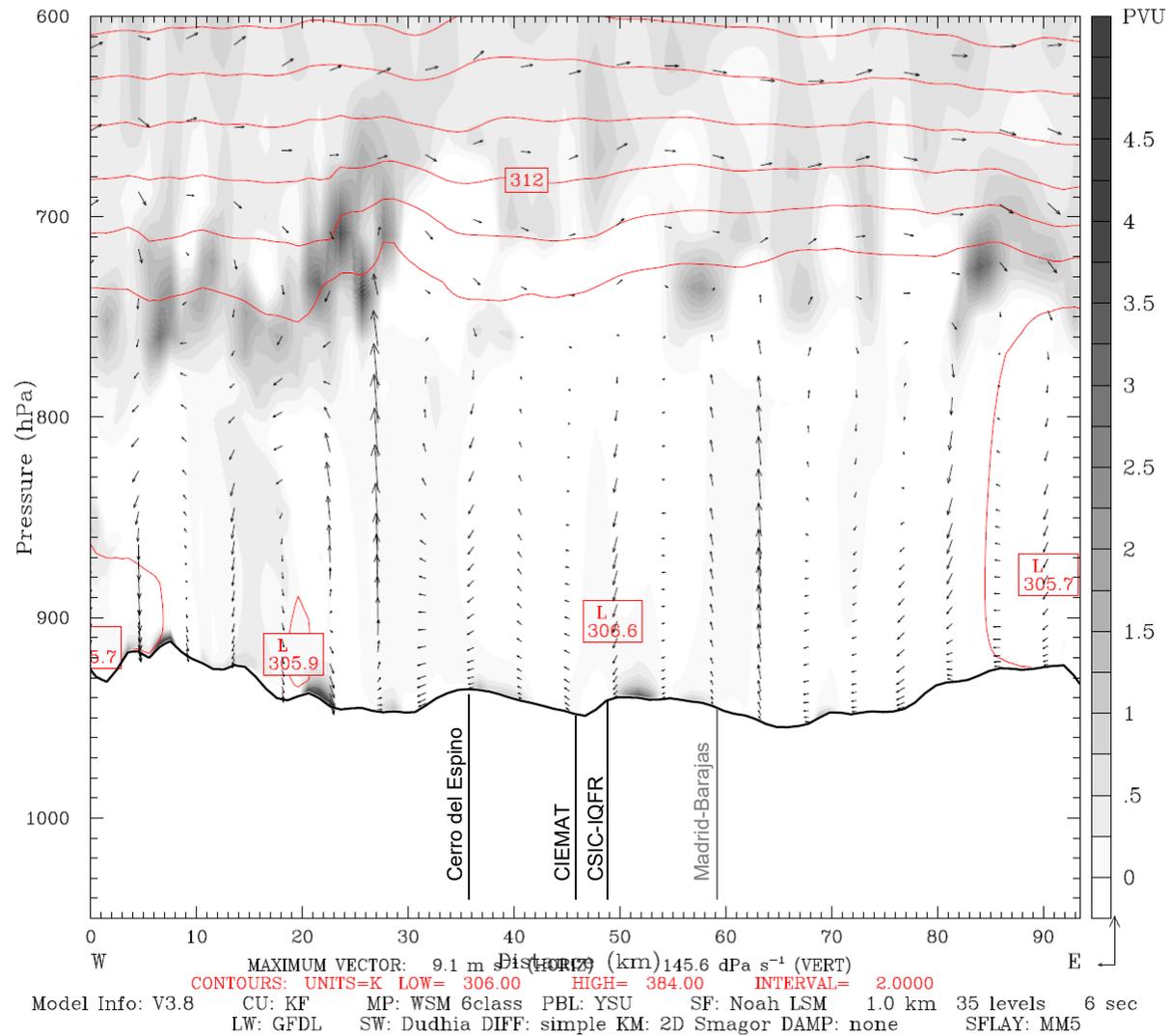
Fest: 471.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 1500 UTC Thu 14 Jul 16 (1700 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



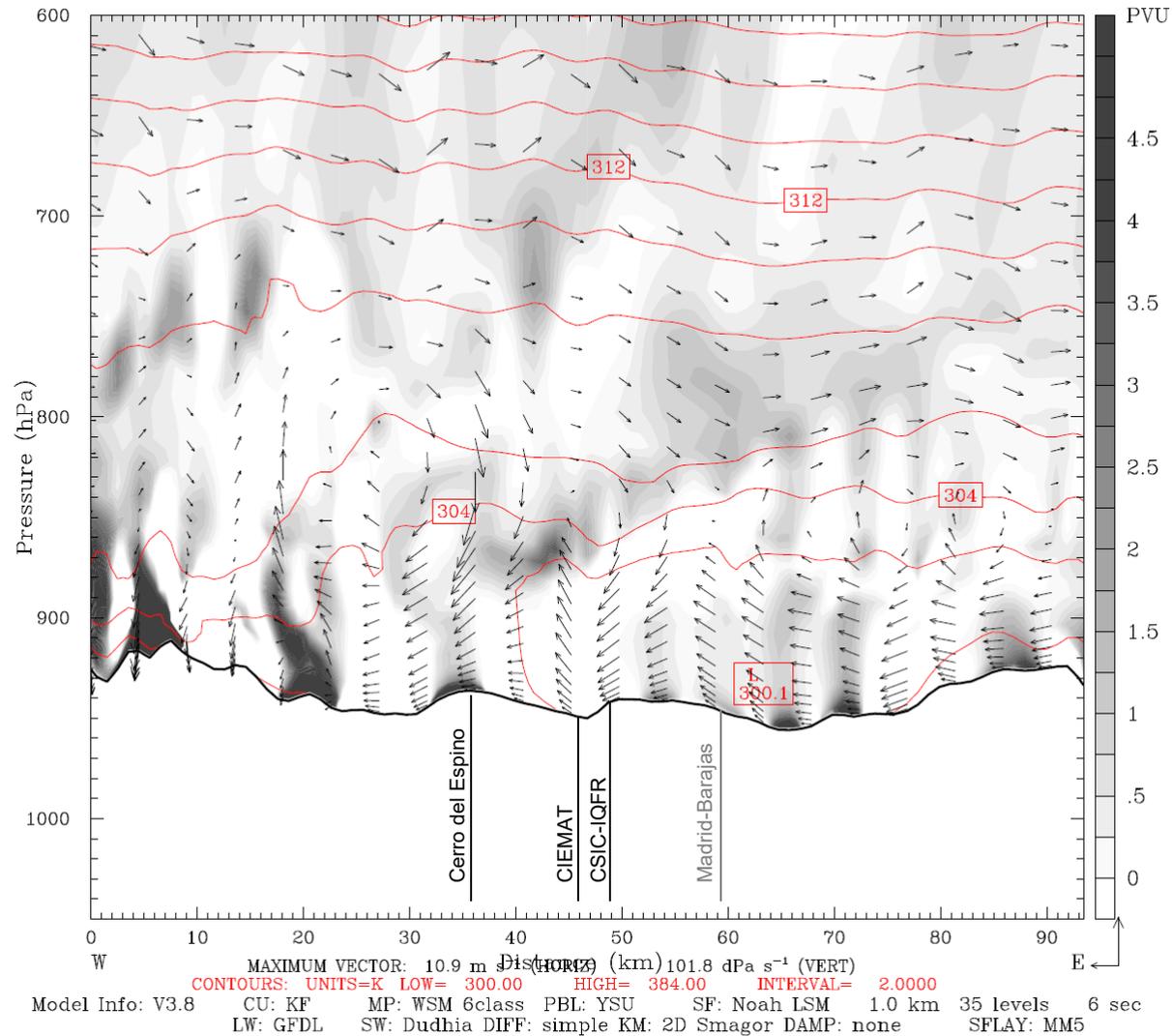
Fest: 474.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 1800 UTC Thu 14 Jul 16 (2000 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



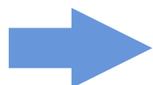
Fest: 477.00 h
Potential vorticity
Potential temperature
Circulation vectors

Valid: 2100 UTC Thu 14 Jul 16 (2300 LST Thu 14 Jul 16)
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0
XY= 88.0,129.0 to 181.0,120.0



6. Conclusiones y siguientes pasos

- Los resultados mostrados son preliminares y deben estudiarse con mayor profundidad por parte de los grupos interesados, incluyendo una evaluación más formal y exhaustiva



Las salidas del modelo están a disposición de los mismos

- La simulación realizada para el mes de julio de 2016 con una resolución de 1 km² indica que el modelo WRF es capaz de reflejar razonablemente la dinámica atmosférica y puede usarse para investigar fenómenos meteorológicos
- Es recomendable usar dicha simulación (en combinación con un modelo de emisiones regional de alta resolución) para investigar la calidad del aire y la sensibilidad de los niveles de O₃ a las emisiones de sus precursores y evaluar el efecto de posibles estrategias de reducción



Campaña de medidas de ozono y partículas ultrafinas
**Modelización de la meteorología de la cuenca de
Madrid en julio 2016**
25 mayo 2017



POLITÉCNICA

JORNADA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS DE OZONO Y PARTÍCULAS ULTRAFINAS, MADRID JULIO 2016



Gracias por vuestra atención!

rborge@etsii.upm.es