

# INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL  
CURSO 2021-2022

**DOCTORADO EN  
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



Doctorando:

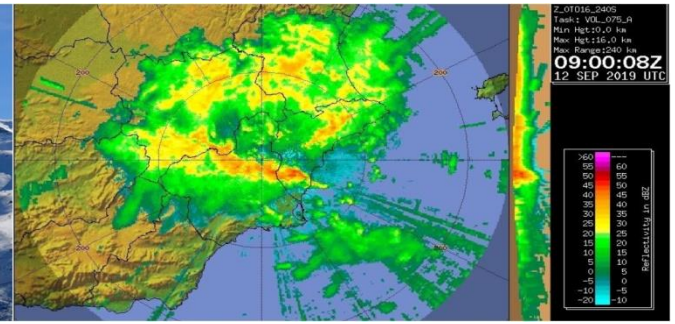
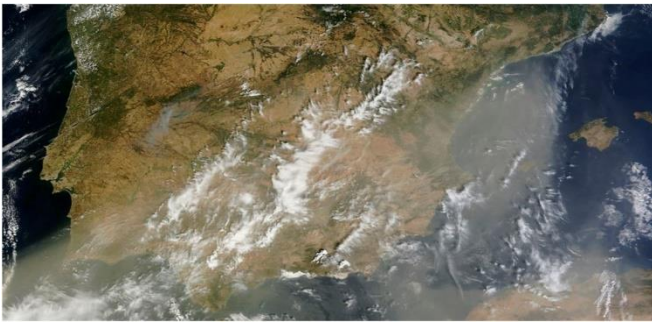
PEDRO JOSÉ  
GÓMEZ  
CASCALES



Director: JOSÉ ANTONIO GARCÍA ORZA

Tutor: MANUEL MIGUEL JORDÁN VIDAL

Departamento/Centro/Instituto: DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA



## OBJETIVOS

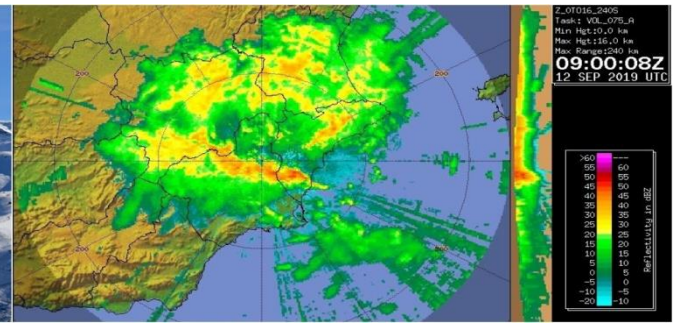
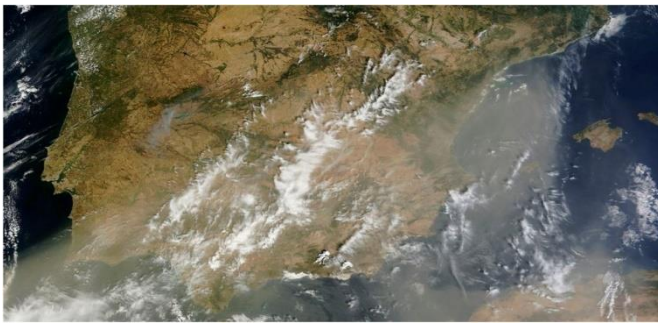
### «Inestabilidades en altura y su relación con las intrusiones de polvo africano en el sur de la Península Ibérica»

- ▶ El objetivo general del trabajo de doctorado es determinar el papel de las perturbaciones en altura, tanto en la formación de tormentas de polvo en el norte de África y el posterior transporte de polvo hacia la Península Ibérica, como en episodios de inundación en el sureste peninsular.
- ▶ El muestreo simultáneo de partículas en suspensión realizado a dos alturas (2550 y 687 msnm), complementa el estudio de la dinámica meteorológica y de información satelital.



Los objetivos específicos planteados son:

- ▶ Identificación, características e impacto sobre la calidad del aire de las masas africanas que alcanzan el sur de la Península Ibérica *a diferentes alturas*.
- ▶ Cuantificación de los niveles de PM10, TSP y distribución del tamaño de partículas en un sitio de alta montaña (Sierra Nevada) y un sitio urbano de menor altura(Granada).
- ▶ Relacionar el impacto de las intrusiones africanas de polvo y de los episodios convectivos severos, con la presencia de inestabilidades en altura que penetran a latitudes bajas sobre África.



## METODOLOGÍA

FRESA Project 

- ▶ Identificación de perturbaciones en altura en el periodo 2005-2021. Datos ERA5 de vorticidad potencial en niveles isentrópicos y componentes de la velocidad del viento en niveles isentrópicos e isobáricos.
- ▶ Datos de precipitación: satelitales, en rejilla de 5 km (AEMET) y sobre el terreno con observatorios meteorológicos automáticos propios.
- ▶ Interpretación de los análisis químicos de las campañas simultáneas de muestreo de partículas *a dos alturas*: Sierra Nevada (2550 m) y Granada (687 m).



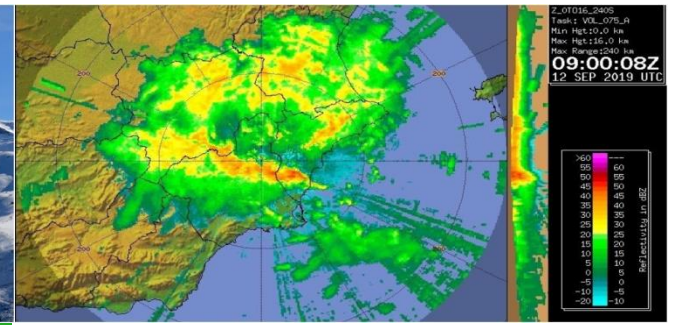
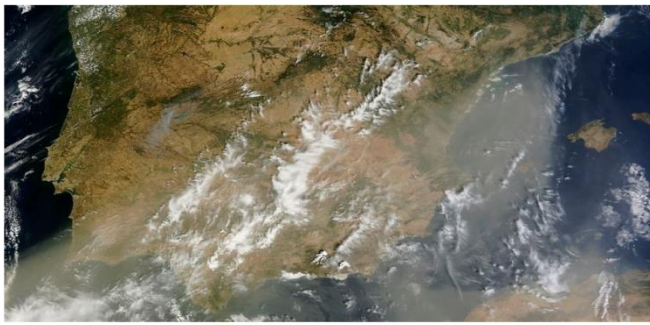
## VALORACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO

- ▶ Este curso 2021-2022 ha estado condicionado por la paternidad, por los últimos efectos de la pandemia del Covid-19 y por la jornada laboral. Los avances en el trabajo se han organizado por teléfono y con reuniones telemáticas con el director de tesis.
- ▶ Una vez finalizado el muestreo de campo, el trabajo se ha realizado en el despacho y por ordenador. Se ha dedicado al análisis, depuración y representación para publicar, tanto de los datos registrados durante las tres campañas de muestreo (2017, 2018, 2019), como de los análisis de composición de las muestras.



## VALORACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO

► En paralelo se han analizado los campos de vorticidad potencial y velocidad a 330K, el flujo de vapor de agua integrado en altura y el comportamiento pluviométrico del episodio de inestabilidad acusada en el cuadrante sureste de la Península Ibérica en septiembre de 2019.

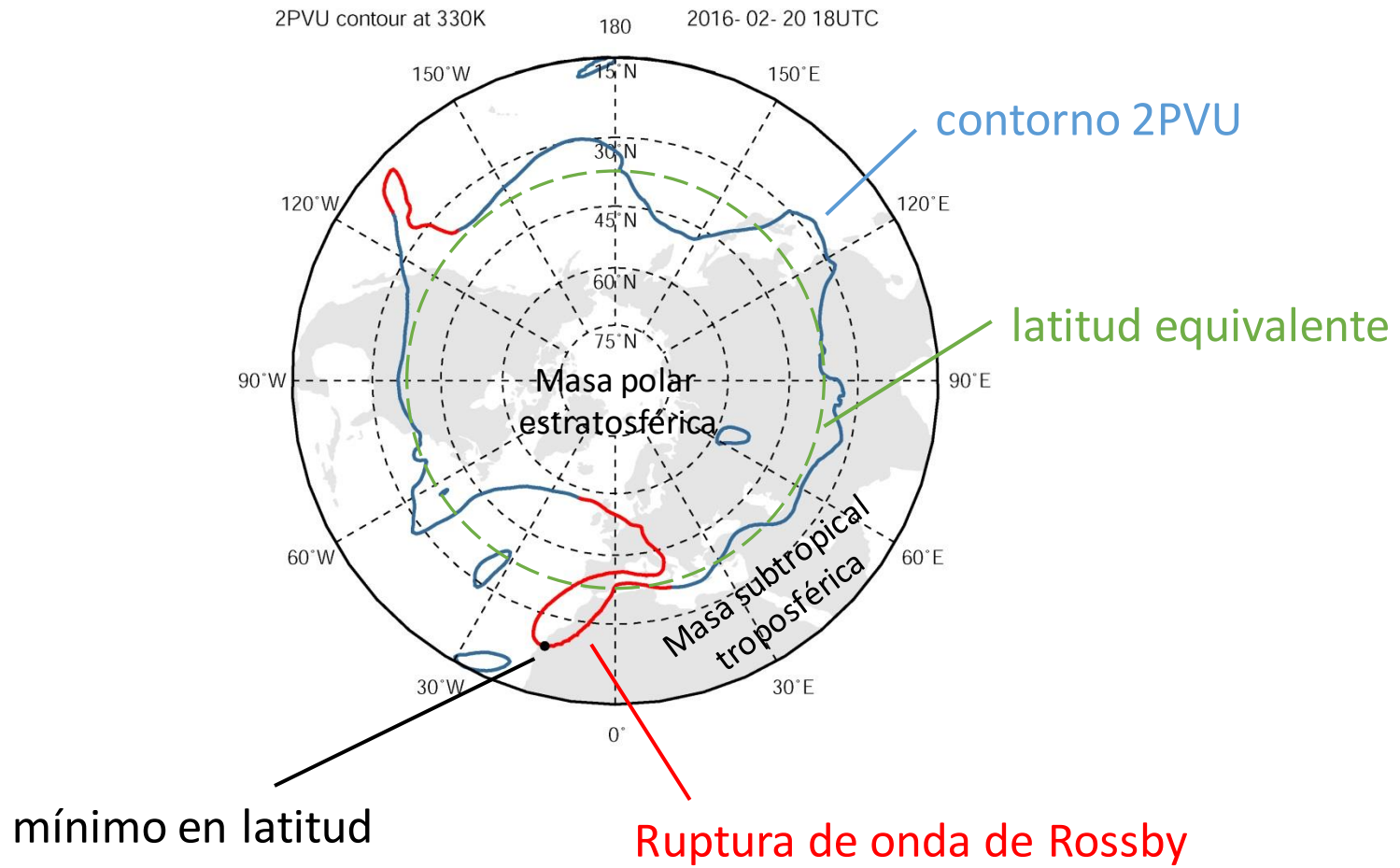


## RESULTADOS

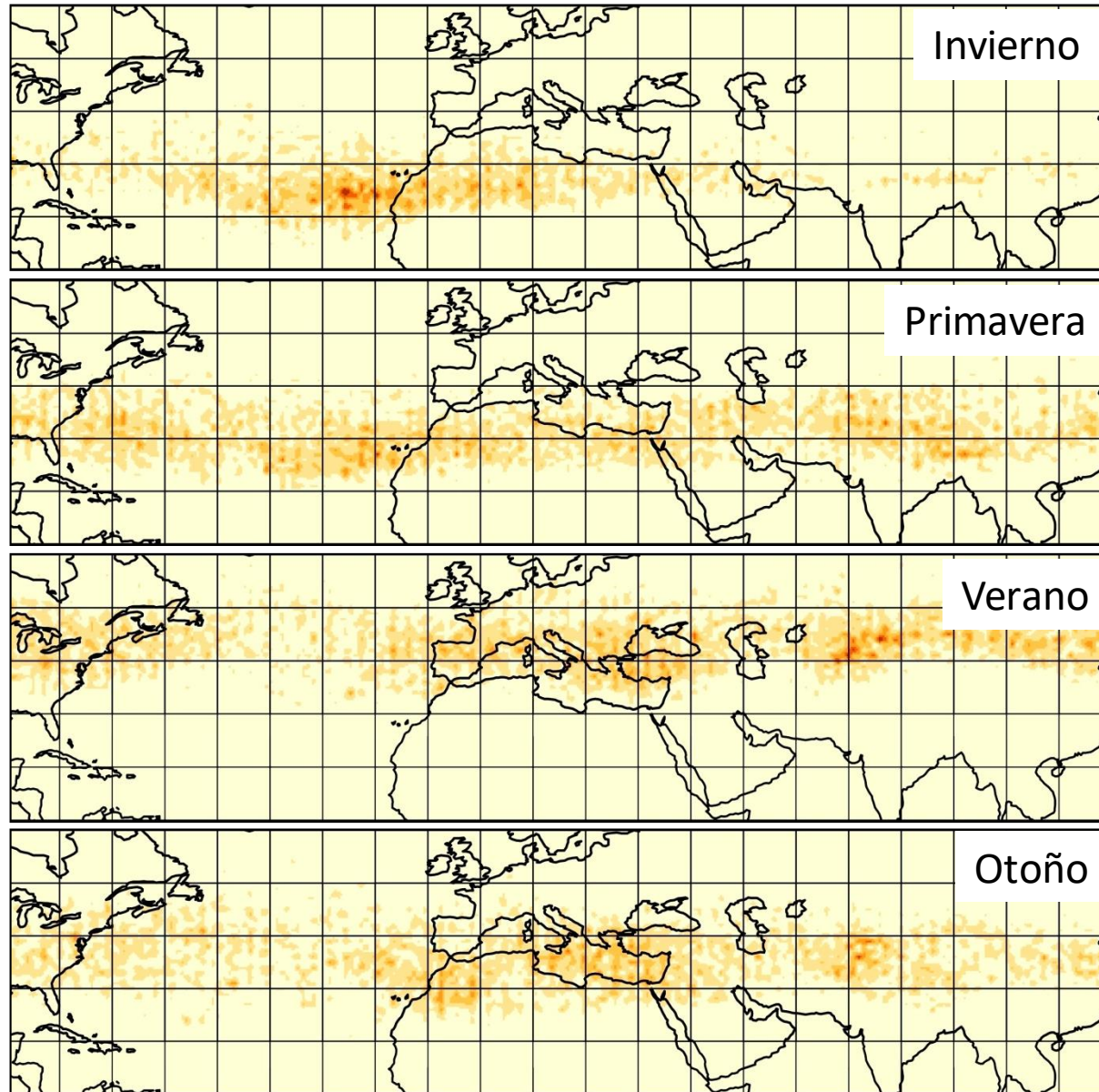
- ▶ Las dos ubicaciones de estudio presentan fuertes diferencias en términos de fuentes locales de material particulado en suspensión y de condiciones de dispersión atmosférica. También fuentes distantes impactan de forma diferente los dos sitios.
- ▶ Fuerte desacople de la circulación atmosférica a las dos alturas.
- ▶ Las retro-trayectorias y la composición química de las partículas son necesarias para identificar y completar los diferentes episodios en el sur de la Península Ibérica. La disponibilidad de datos de satélite: *Dust RGB (Meteosat)*, *AOD de MODIS (Aqua-Terra)*, *AI (AURA/OMI)* es limitada en esta área por la frecuente presencia de nubes; y en el primer caso por interferencias con la humedad en niveles bajos.



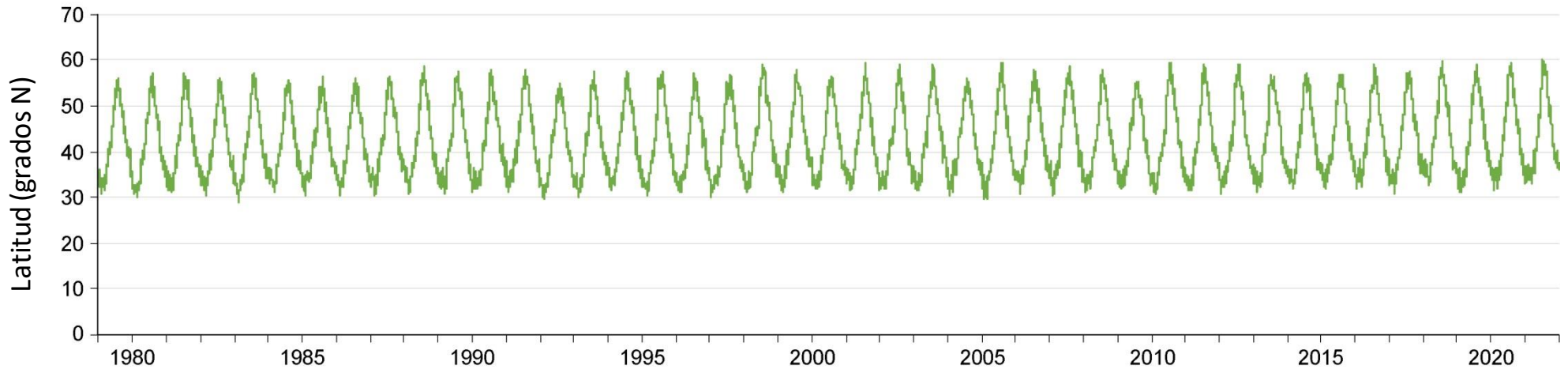
# Identificación automatizada de la ruptura de ondas de Rossby en el chorro polar (contornos de vorticidad potencial 2PVU en la superficie isentrópica de 330K)



# Latitud mínima de penetración de la ruptura de ondas de Rossby en el chorro polar, Frecuencia relativa (1979-2021)



## Latitud equivalente de los contornos de 2PVU en 330K (1979–2021)



Cierto desplazamiento hacia el polo  $\Rightarrow$  ¿una señal del calentamiento?

Media mensual  $\Rightarrow$  0.069 grados / año

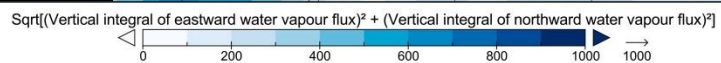
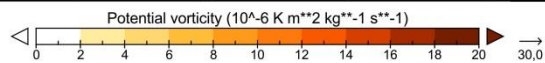
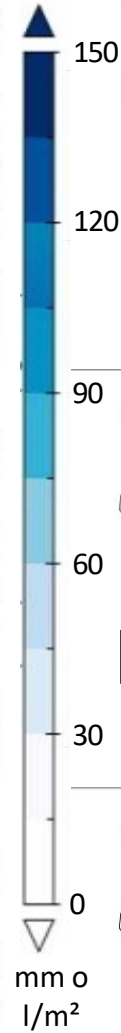
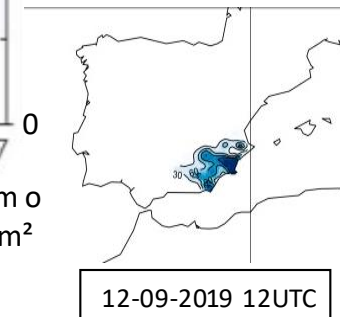
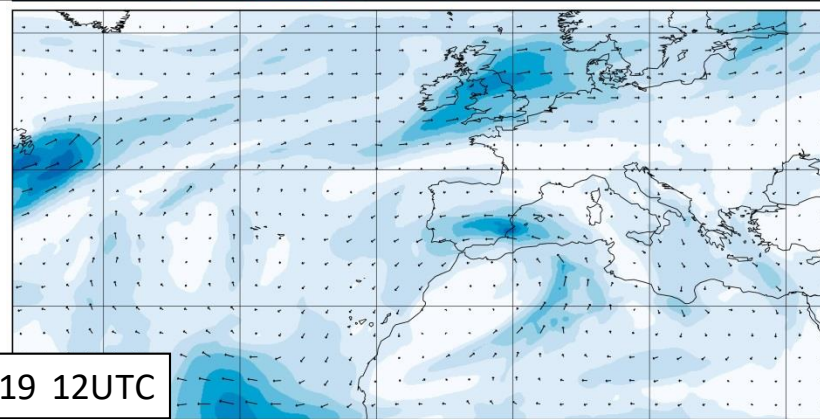
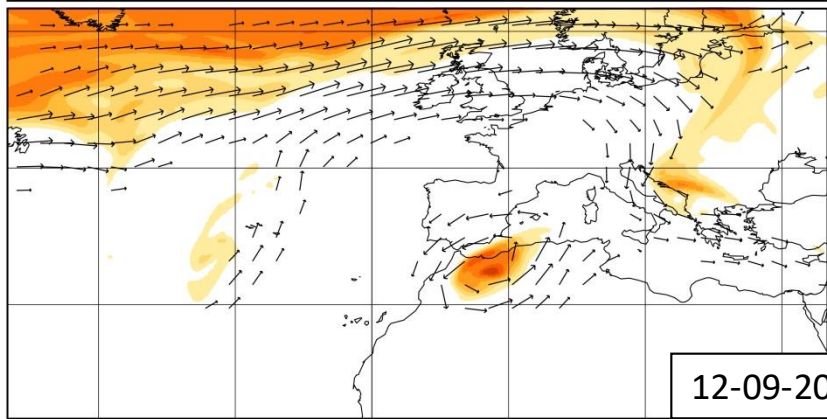
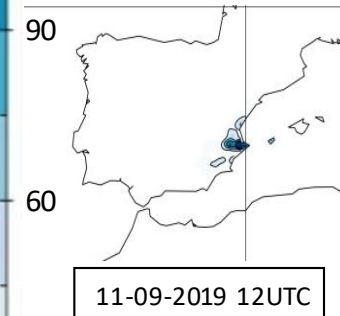
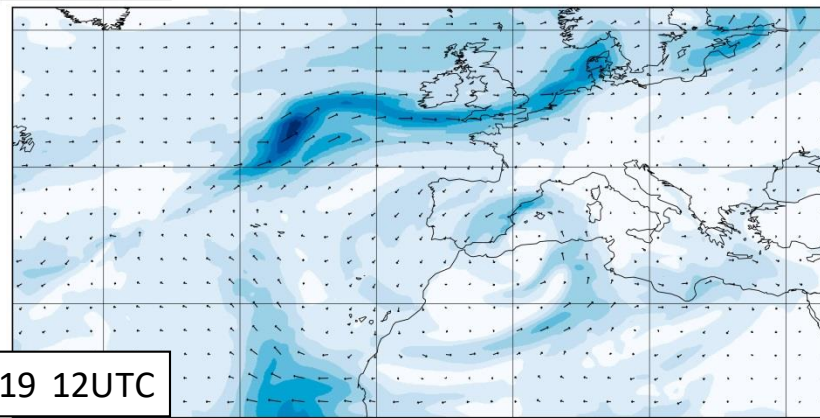
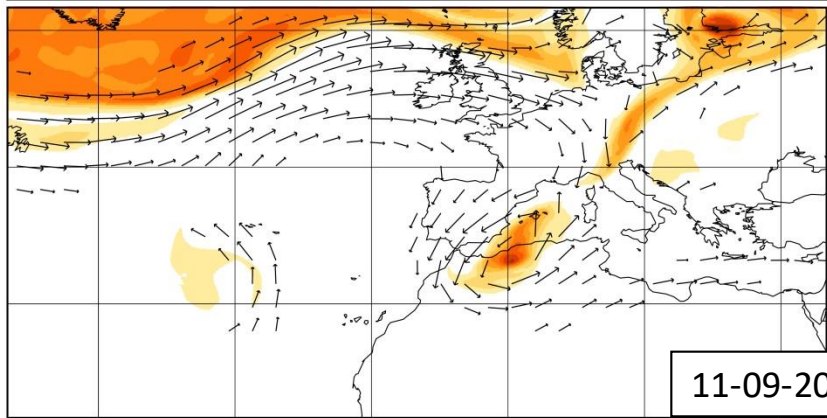
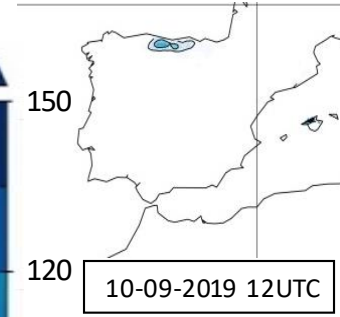
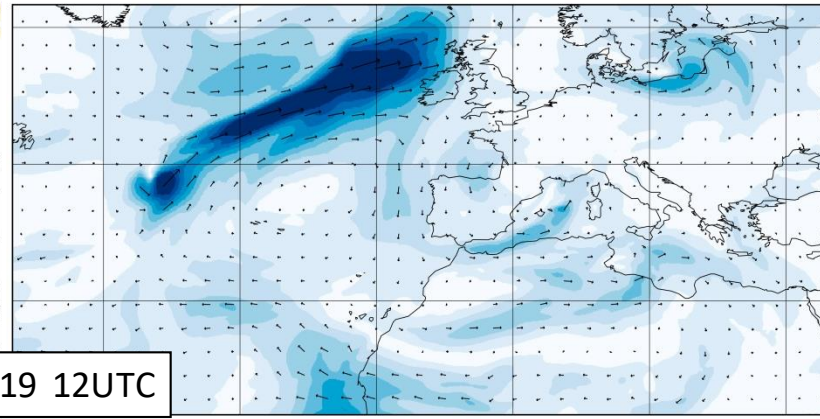
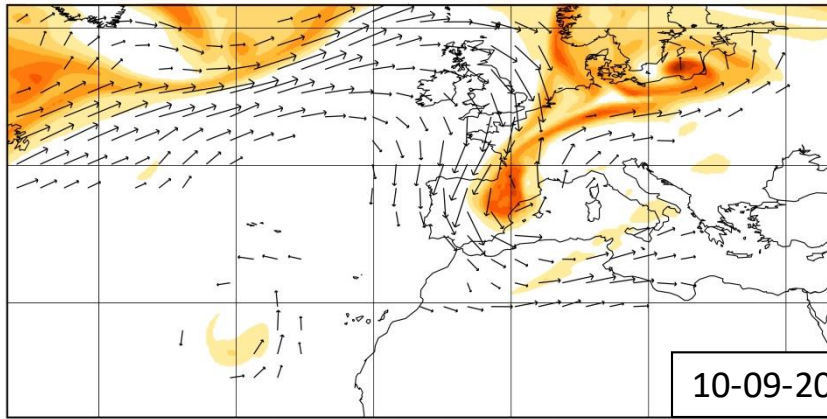
Media estacional  $\Rightarrow$  0.23 grados / verano *(pendiente de Theil-Sen)*

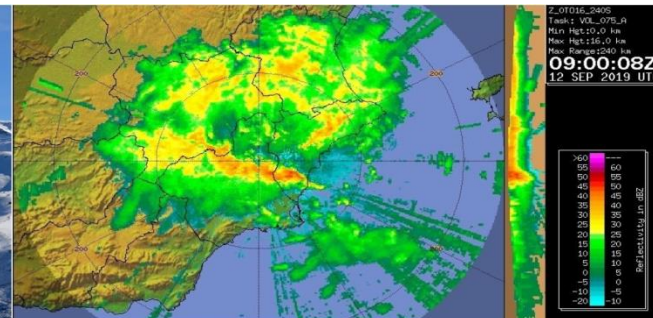
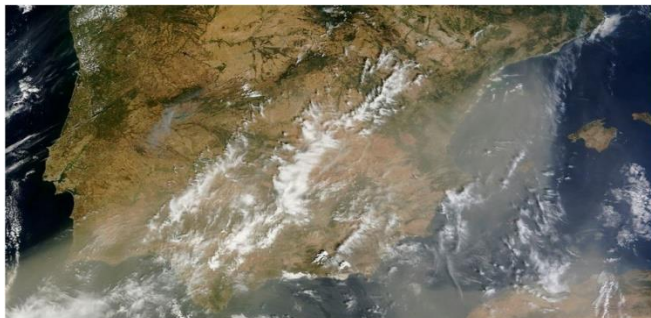
0.13 grados / invierno

# PV, viento a 330K

# Flujo de vapor de agua integrado en altura

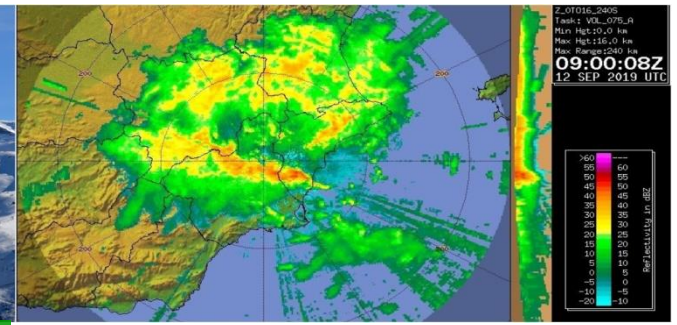
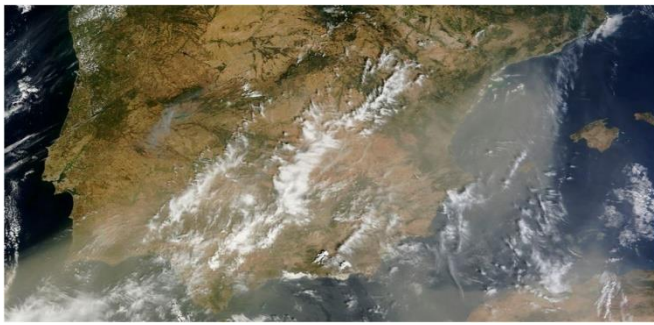
# Precipitación





## RESULTADOS

- ▶ En invierno, las concentraciones decrecen en la Sierra, donde hay mayor ventilación; y se mantienen elevadas en Granada, donde además de capas de mezcla bajas hay emisión de calefacciones. La diferencia es mayor en la concentración de la fracción submicrónica, que crece en Granada y decrece en la Sierra.
- ▶ En verano el comportamiento es muy similar en ambos sitios aunque los niveles son mayores en Granada. La fracción gruesa muestra resuspensión en Granada con componente antrópica. Las diferencias aparecen cuando hay episodios de transporte de polvo africano o de aerosoles emitidos por incendios.



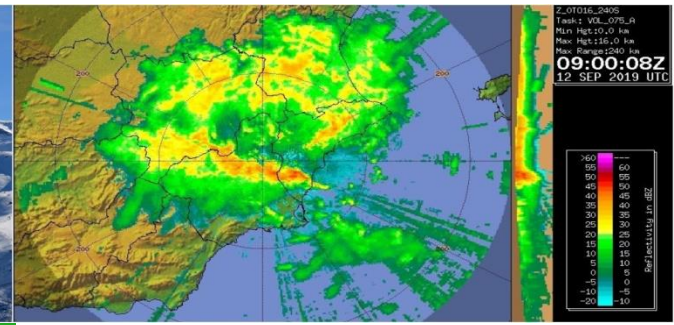
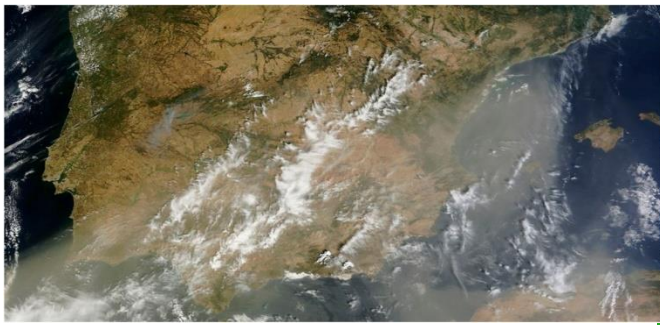
## RESULTADOS

► El mayor impacto de las intrusiones africanas en Sierra Nevada se debe a que las parcelas de aire que llegan a la zona entre 2500 y 4250 m tienen en promedio un mayor tiempo de residencia sobre África. En situaciones de intrusión de polvo africano, las parcelas de aire en niveles bajos tienen normalmente procedencia mediterránea.

Se ha publicado el artículo (Q1):

*Morozzi y col. (2021). Ultraviolet–Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV–Vis DRS), a rapid and non-destructive analytical tool for the identification of Saharan dust events in particulate matter filters. Atmos. Environ. 252, 118297.*

► El episodio de lluvias torrenciales de septiembre de 2019 ilustra de forma clara la necesaria combinación del descuelgue de una masa polar en altura, que reside sobre el SE peninsular, y la presencia de flujos con humedad elevada procedentes de un Mediterráneo cálido.



## ACCIONES DE FUTURO

- ▶ Terminar de redactar la publicación del artículo de materia particulada en suspensión ( $PM_{10}$  y distribución de tamaño de aerosoles) en las dos alturas y de las propiedades ópticas integradas en columna, de las campañas 2017, 2018 y 2019, junto con la meteorología a escala sinóptica.
  - ▶ Publicación del artículo que incorpora los datos de composición de aerosoles (cromatografía iónica y elementos con técnica PIXE\*)
- \*Proton Induced X-ray Emission
- ▶ Publicación del artículo del episodio de lluvias torrenciales e inundaciones de septiembre 2019 en el sureste de la Península Ibérica.
  - ▶ Redacción de la memoria de Tesis y defensa.