

# *Caracterización de diferentes modos convectivos en España mediante distribuciones de índices obtenidos a partir del análisis operativo de HARMONIE-AROME*

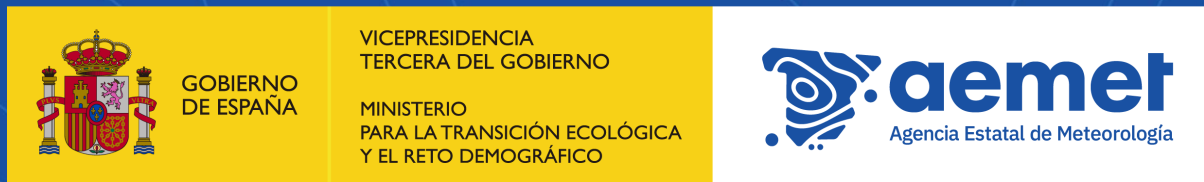
**J. Palacios<sup>1</sup>**, F.J. Bello-Millán<sup>1</sup>, J.A. Quirantes<sup>2</sup>, M. Cívica<sup>1</sup>, N. Peinado<sup>1</sup>, A. Barranco<sup>1</sup>, M. Gómez<sup>1</sup>, C.M. Jiménez-Cavero<sup>1</sup>, F. Chinchón<sup>1</sup>, J. Castro<sup>1</sup>, S. Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agencia Estatal de Meteorología (Aemet)

<sup>2</sup>Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, ret.)

**XXXVII Jornadas de la Asociación Meteorológica Española 24º  
Encuentro Hispano-Luso de Meteorología**

Málaga, 25 – 27 de febrero de 2026



# Índice



aemet

1. Objetivos
2. Base de datos de convección
3. Metodología del estudio estadístico
4. Estadísticas de índices: ambiente inicio convección
5. Conclusiones

# 1. Objetivos



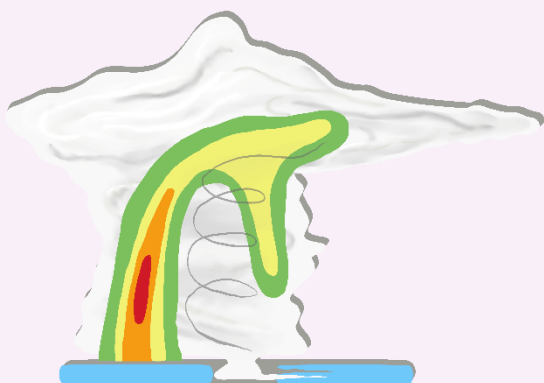
- ⚡ Llevar a cabo una **descripción cuantitativa** del ambiente en el inicio de la formación de distintos **modos convectivos** que tienen lugar en España mediante distribuciones de los principales índices convectivos de convección organizada.
- ⚡ Poner el foco en **discrepancias** y **similitudes** entre los distintos modos convectivos.
- ⚡ Exponer el **interés** y las **limitaciones** del estudio.

## 2. Base de datos de convección



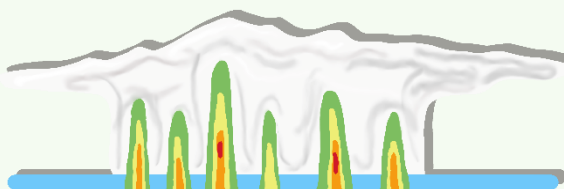
### Modos convectivos registrados (2017-2024)

#### Supercélulas (SP)



- 1128 registros (977 para el estudio)
- Giro de mesociclón
- Información NWP: índices convectivos

#### Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM)



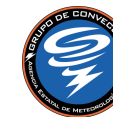
- 118 registros (98 para el estudio)
- Información satélite (IR108), descargas eléctricas
- Información NWP: índices convectivos

#### Otras tormentas (TS=IC+MC)

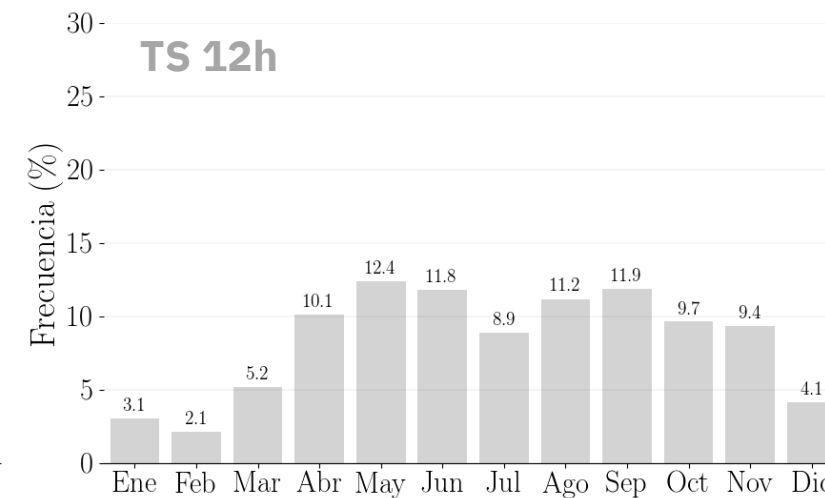
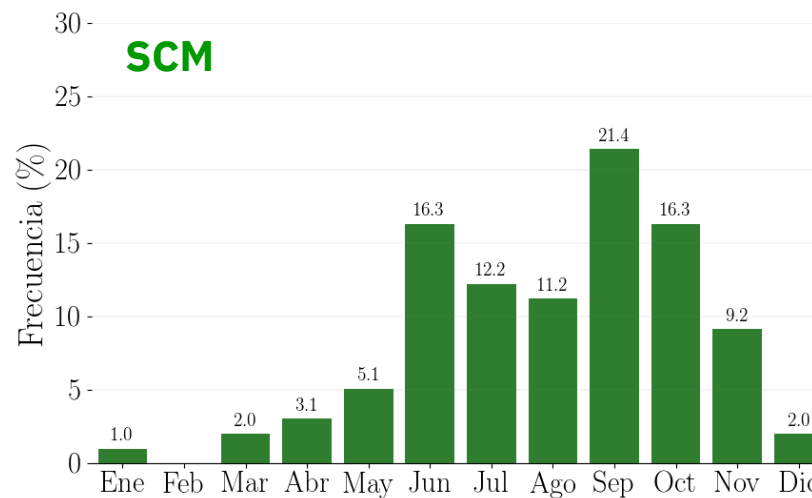
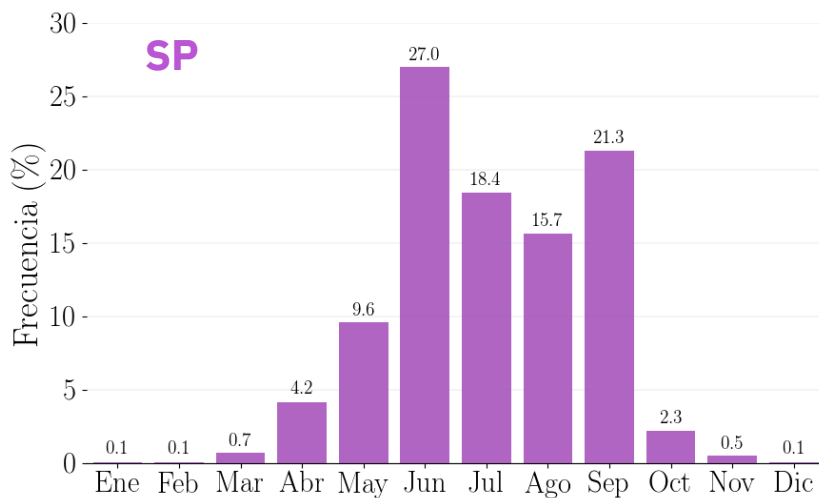


- 22 911 registros (13 387 para el estudio)
- Extraídas de aplicación YRADAR
- Información NWP: índices convectivos

## 2. Base de datos de convección



### Distribución anual de episodios convectivos



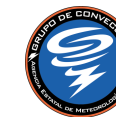
~90 % entre mayo-septiembre

~85 % entre junio-noviembre

Tormentas no coincidentes con **SP** o **SCM** en  $\pm 12$  horas:

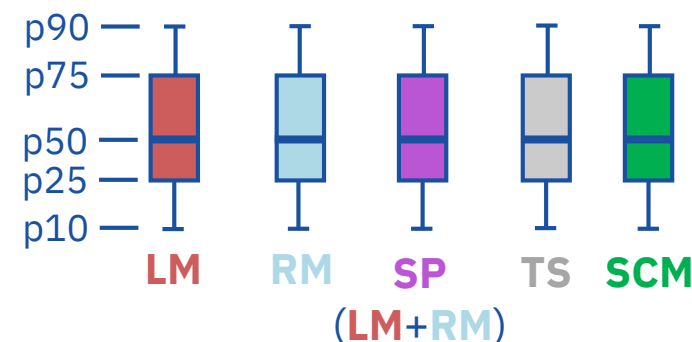
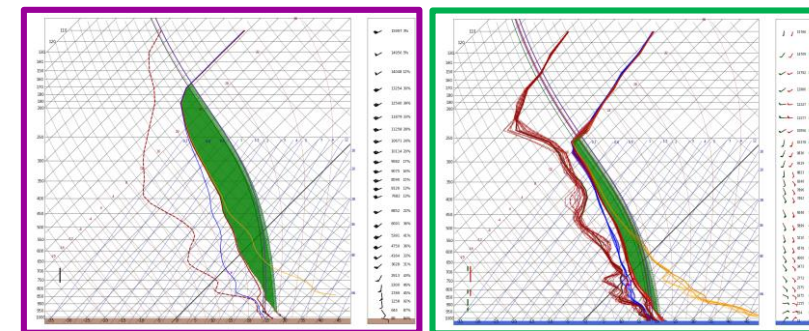
- ✓ Ambiente **TS** limpio de organización
- ✓ Sesgo invernal

### 3. Metodología del estudio estadístico



#### Comparación de ambientes de inicio de la formación de la convección de SP, SCM y TS

- Perfil de  $T$ ,  $T_d$ , y velocidad del viento: análisis del modelo HARMONIE-AROME (cada 3 h):
  - **SP** y **TS**: 1 sondeo por caso en coordenadas de inicio y análisis más cercano.
  - **SCM**: 25 sondeos (rejilla de 50 km x 50 km) por caso y análisis más cercano.
- Periodo: 2017-2024.
  - Eliminación de duplicadas, ambiente contaminado, y **TS** coincidentes con **SP** o **SCM**.
  - Número de casos:
    - **SP**: 977 casos (**LM**: 243, **RM**: 734).
    - **SCM**: 98 casos.
    - **TS**: 13387 casos.
- Similitud distribuciones (significación estadística: prueba en U de Mann-Whitney)



Las distribuciones son distintas.

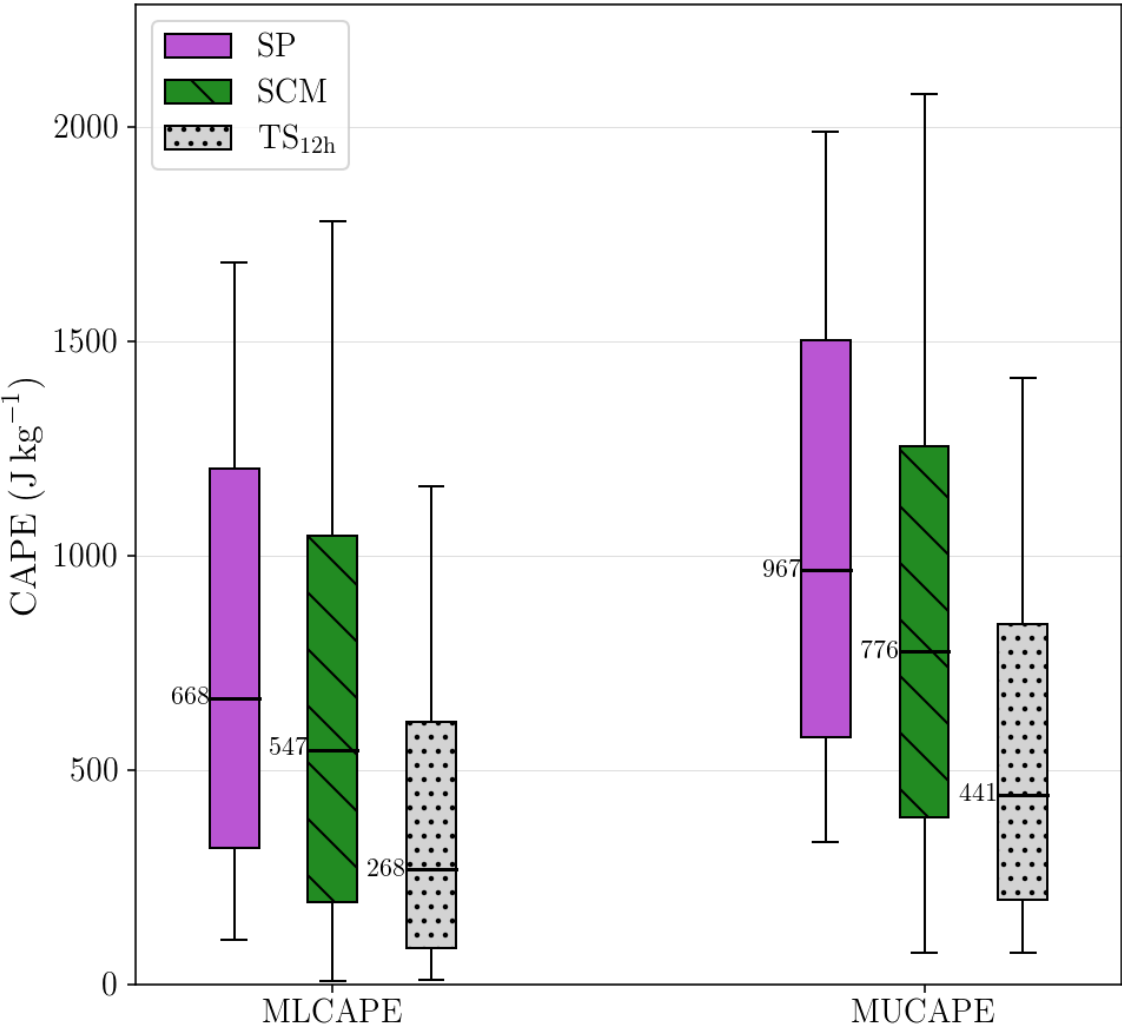
Las distribuciones son similares.

# 4. Estadísticas de índices: ambiente inicio convección



## CAPE

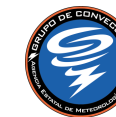
Todas  
2 a 2  
≠  
↙ ↘



Inestabilidad estática  
SP>SCM>TS

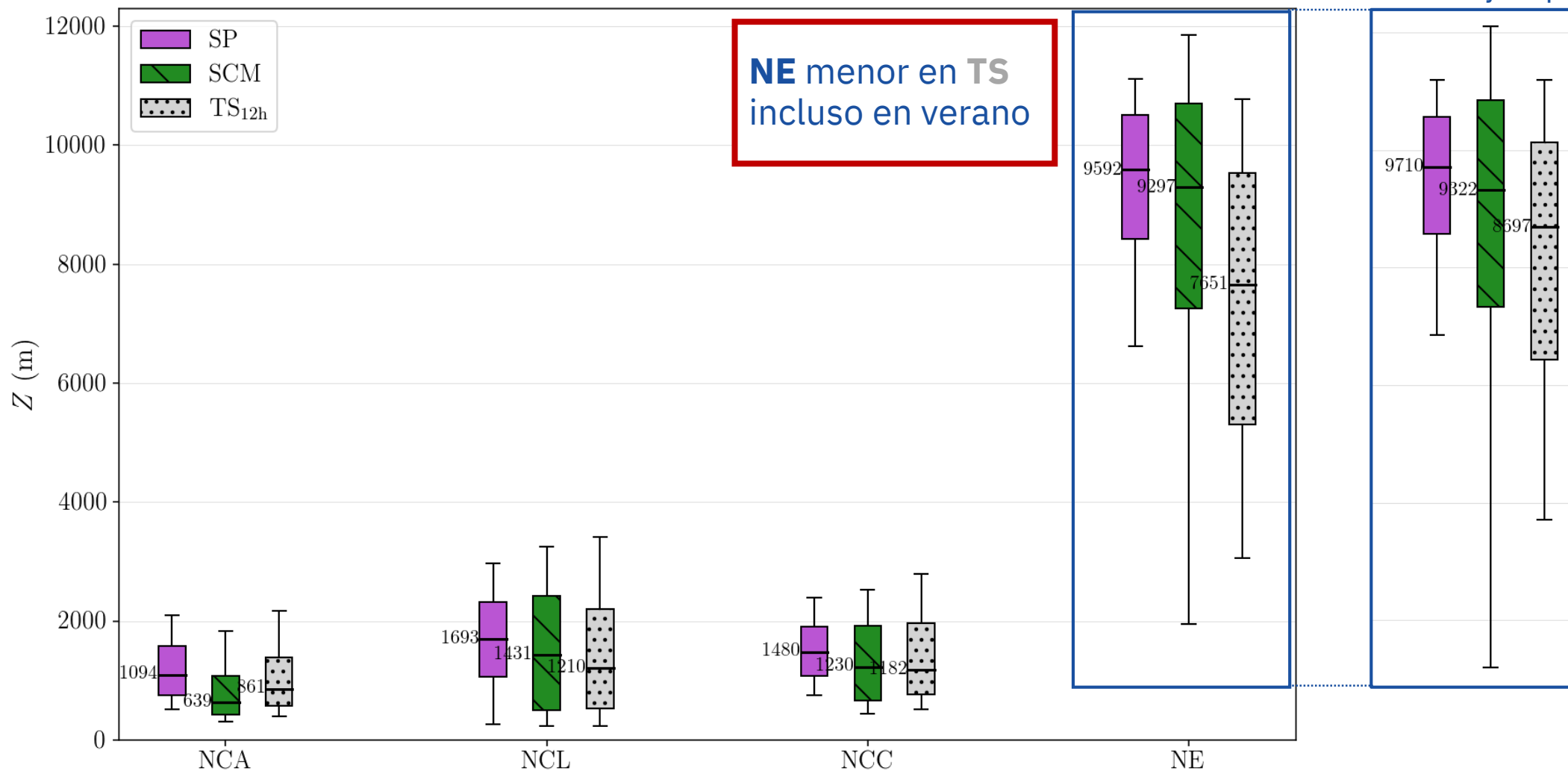
| MUCAPE |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| SP     | $p_{25} \approx 578 \text{ J/kg}$ |
| SCM    | $p_{25} \approx 390 \text{ J/kg}$ |
| TS     | $p_{25} \approx 198 \text{ J/kg}$ |

## 4. Estadísticas de índices: ambiente inicio convección

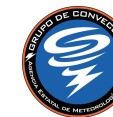


### NIVELES

Todas  
2 a 2

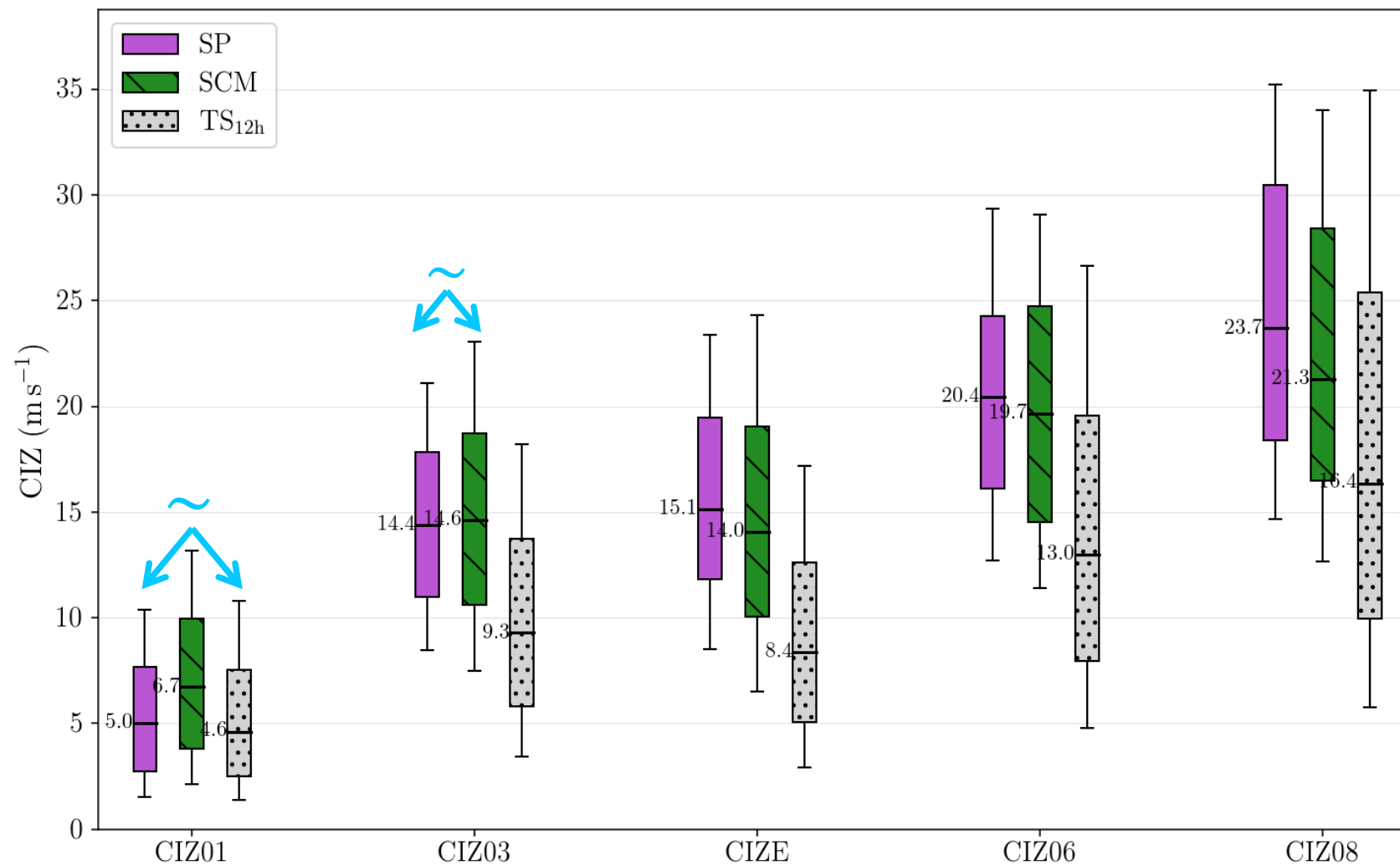


## 4. Estadísticas de índices: ambiente inicio convección



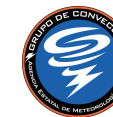
### CIZALLADURA

Resto  
2 a 2



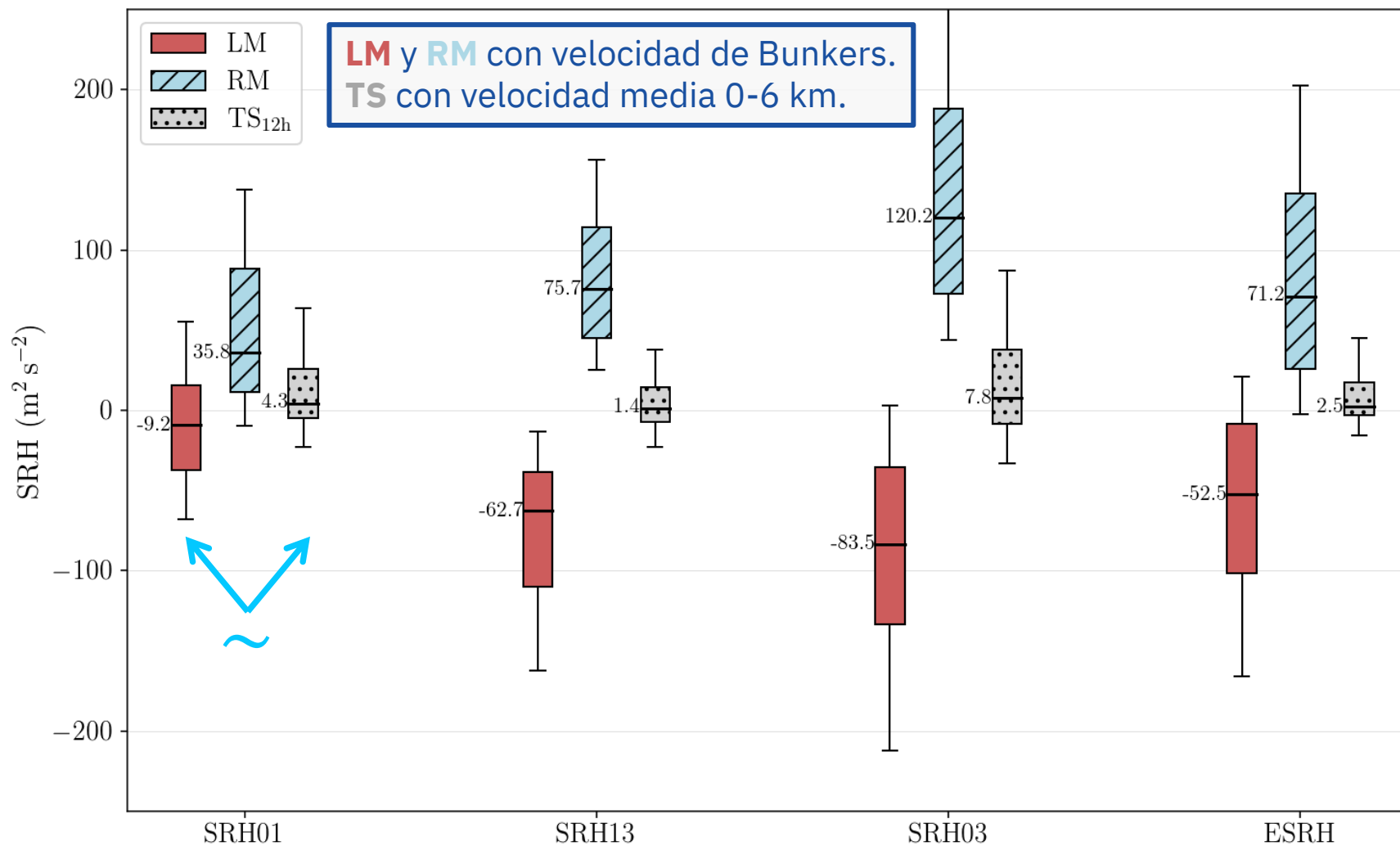
**SP y SCM: CIZ**  
similares (salvo **CIZ08**)  
**TS**: formadas en  
ambientes con menor  
**CIZ**

## 4. Estadísticas de índices: ambiente inicio convección



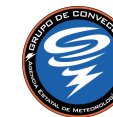
### HELICIDAD

Resto  
2 a 2



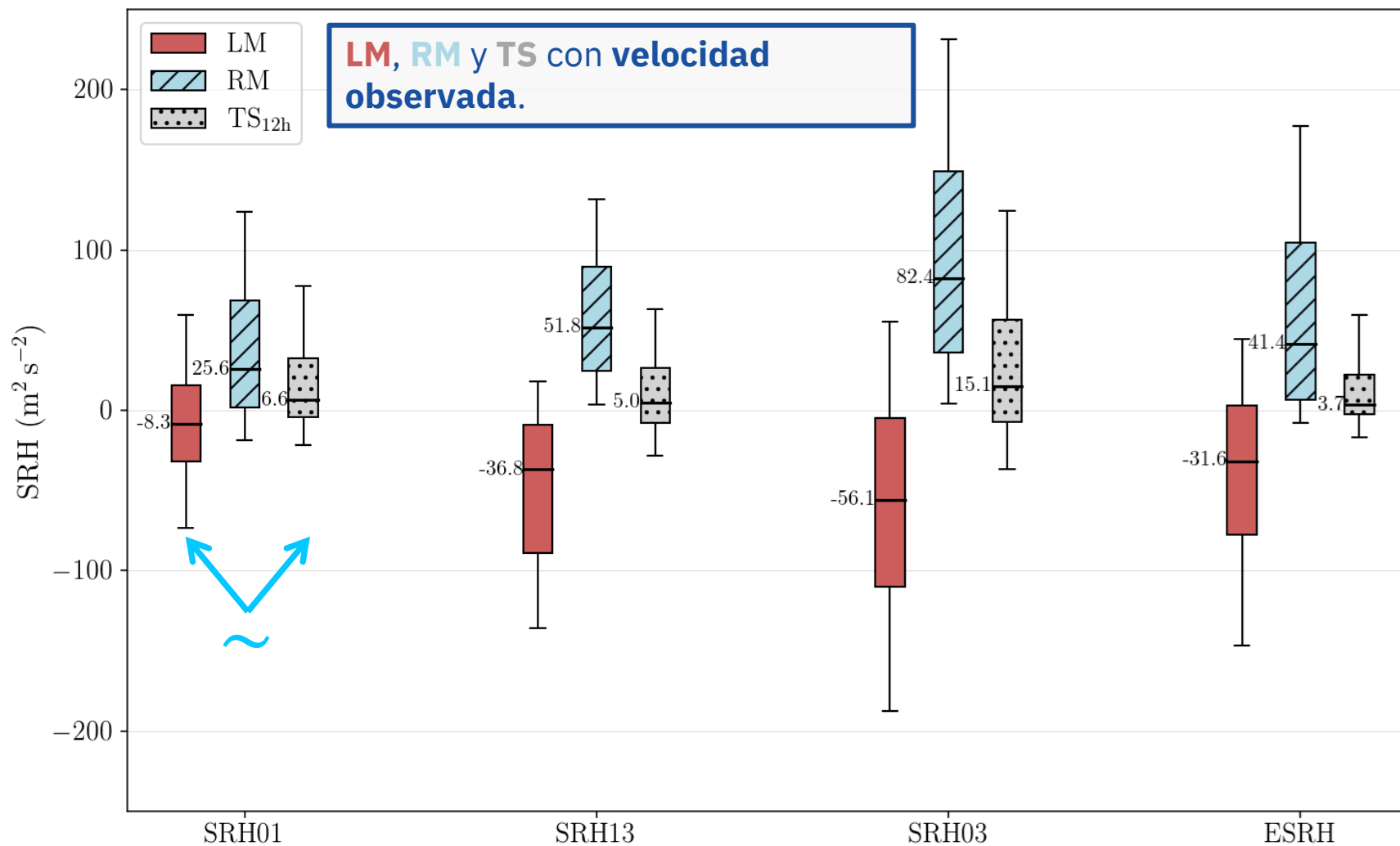
**SRH13:** mejor discriminación ambientes LM y RM

## 4. Estadísticas de índices: ambiente inicio convección



### HELICIDAD CON $v_{obs}$

Resto  
2 a 2



**SRH:** valores más discretos utilizando la velocidad observada, coherente con la sobrestimación del método de Bunkers

## 5. Conclusiones



- **Inestabilidad estática:** ambientes con **MLCAPE** y **MUCAPE** distintos (**SP**>**SCM**>**TS**).
- **NCA, NCL, NCC** similares para **SP**, **SCM** y **TS**. Menor **NE** para **TS** (incluso en verano).
- **Cizalladuras:** similares para **SP**, **SCM**; **TS** menores cizalladuras, salvo **CIZ01**.
- **Helicidades:**
  - **RM** se forman en ambientes con mayores **SRH** que **LM** (en valor absoluto).
  - **SRH** más discretas con velocidad observada (coherente con la sobrestimación del método de Bunkers).
- **Rangos de índices por modo convectivo:** descripción cuantitativa de valores típicos.
- **Diferencias en ambientes SP-SCM:** mecanismos de disparo y orografía, que influyen en el viento en superficie y el vector cizalladura, desempeñan un papel fundamental.

- Bello-Millán, F.J., Palacios, J., Quirantes, J.A., Cívica, M., Gutiérrez-Castillo, P., Parras, L. (2026). Predicción de la velocidad de supercélulas en España mediante la aproximación de Bunkers. XXXVII Jornadas de la Asociación Meteorológica Española – 24º Encuentro Hispano-Luso de Meteorología.
- Bunkers, M. J., Klimowski, B. A., Zeitler, J. W., Thompson, R. L., & Weisman, M. L. (2000). Predicting supercell motion using a new hodograph technique. *Weather and forecasting*, 15 (1), 61-79.
- Bunkers, M. J., Barber, D. A., Thompson, R. L., Edwards, R., & Garner, J. (2014). Choosing a Universal Mean Wind for Supercell Motion Prediction. *Journal of Operational Meteorology*, 2 (11).
- Calvo-Sancho, C., Díaz-Fernández, J., Martín, Y., Bolgiani, P., Sastre, M., González-Alemán, J. J., ... & Martín, M. L. (2022). Supercell convective environments in Spain based on ERA5: hail and non-hail differences. *Weather and Climate Dynamics*, 3(3), 1021-1036.
- Cohen, A. E., Coniglio, M. C., Corfidi, S. F., & Corfidi, S. J. (2007). Discrimination of mesoscale convective system environments using sounding observations. *Weather and Forecasting*, 22(5), 1045-1062.
- Gensini, V. A. , Converse, C., Ashley, W. S. y Taszarek, M. (2021). Machine learning classification of significant tornadoes and hail in the united states using ERA5 proximity soundings, *Weather and Forecasting*, vol. 36, no. 6, pp. 2143–2160.
- Markowski, P., & Richardson, Y. (2011). *Mesoscale meteorology in midlatitudes* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Quirantes Calvo, J. A., Riesco Martín, J., & Núñez Mora, J. Á. (2014). Características básicas de las supercélulas en España.
- Quirantes Calvo, J. A., Bello Millán, F. J., Cívica Corrales, M., & Palacios García, J. (2022). Caracterización del ambiente convectivo en la formación de supercélulas en España en el periodo 2017-2021.
- Santos Burguete, C., Subías Díaz-Blanco, Á., & Roa Alonso, A. (2019). Recuperación de la clasificación sinóptica de Font: reconstrucción con el reanálisis ERA40.
- Taszarek, M., Allen, J. T., Púčik, T., Hoogewind, K. A., & Brooks, H. E. (2020). Severe convective storms across Europe and the United States. Part II: ERA5 environments associated with lightning, large hail, severe wind, and tornadoes. *Journal of Climate*, 33(23), 10263-10286.
- Thompson, R. L., Edwards, R., & Mead, C. M. (2004a). Effective storm-relative helicity in supercell thunderstorm environments. In *Preprints, 22nd Conf. on Severe Local Storms*, Hyannis, MA, Amer. Meteor. Soc (this volume).
- Thompson, R. L., Mead, C. M., & Edwards, R. (2007). Effective storm-relative helicity and bulk shear in supercell thunderstorm environments. *Weather and forecasting*, 22 (1), 102-115.

# Muchas gracias



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

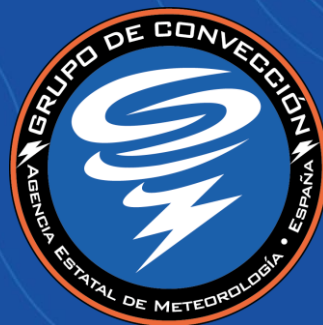
VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

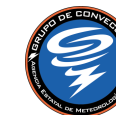


**aemet**

Agencia Estatal de Meteorología

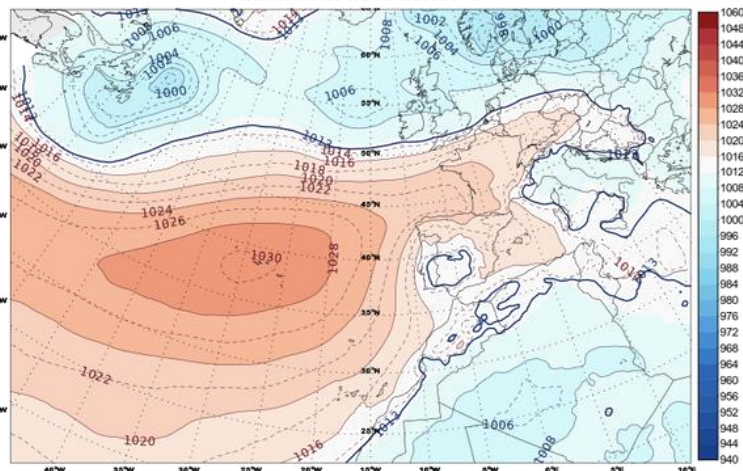


# EXTRA. Comparativa SP-SCM: tipos de Font (2020-2024)

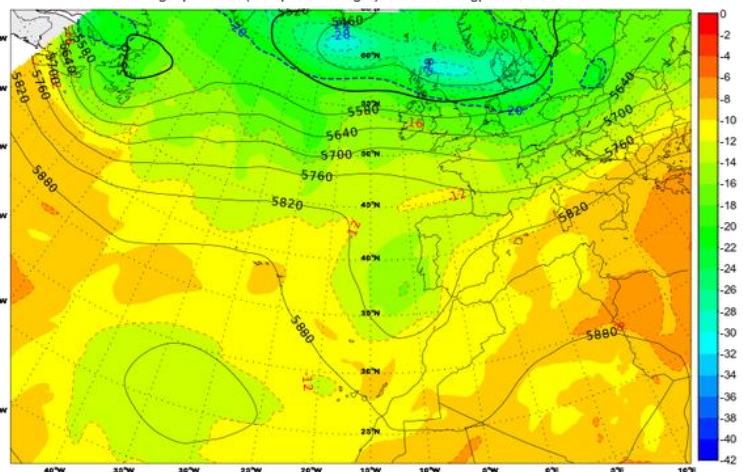


## SP Tipo 5-A. Azores y dep. térmica peninsular

ERA-5 (0.25°) 19740704 a 12 UTC. H+000. Validez: jueves, 4 de julio de 1974, a 12 UTC.  
Presión al nivel del mar. Unidades: hPa.

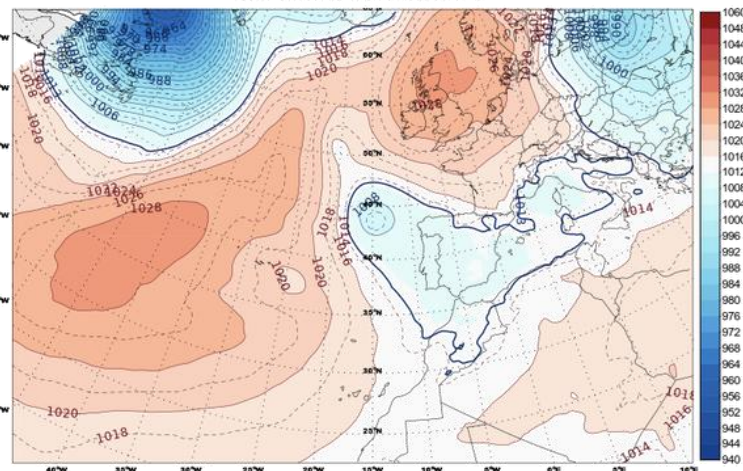


ERA-5 (0.25°) 19740704 a 12 UTC. H+000. Validez: jueves, 4 de julio de 1974, a 12 UTC.  
Temperatura (sombreado). Unidades: °C.  
Altura geopotencial (isochipsas en negro). Unidades: mgp. Nivel 500 hPa.

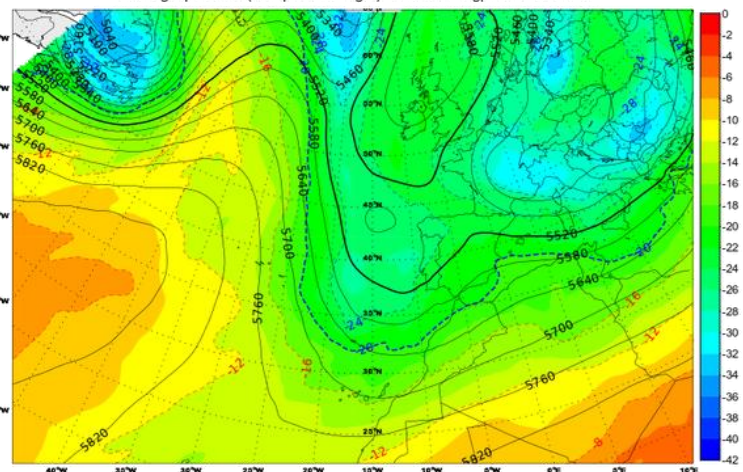


## Tipo 12-Depresión atlántico-ibérica

ERA-5 (0.25°) 19771128 a 00 UTC. H+000. Validez: lunes, 28 de noviembre de 1977, a 00 UTC.  
Presión al nivel del mar. Unidades: hPa.

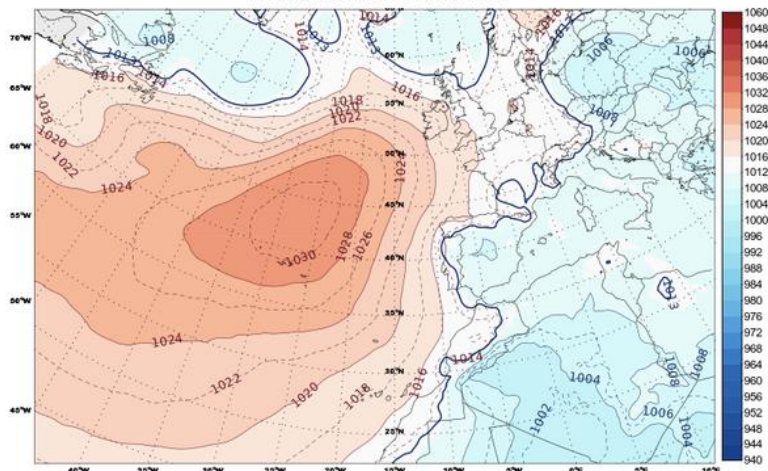


ERA-5 (0.25°) 19771128 a 00 UTC. H+000. Validez: lunes, 28 de noviembre de 1977, a 00 UTC.  
Temperatura (sombreado). Unidades: °C.  
Altura geopotencial (isochipsas en negro). Unidades: mgp. Nivel 500 hPa.

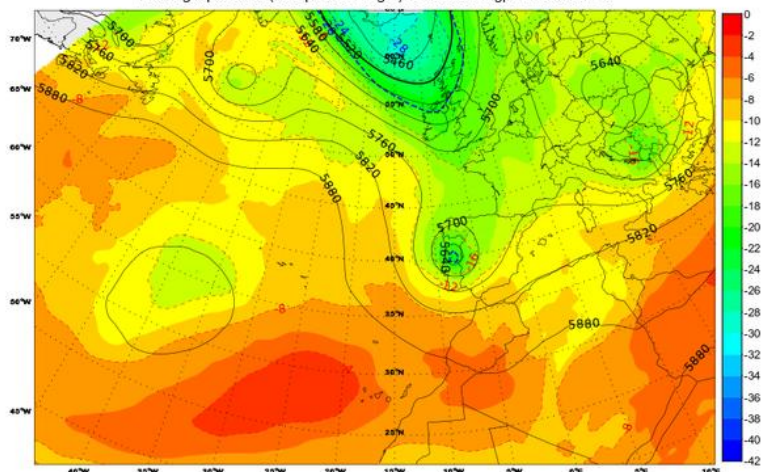


## Tipo 8-A. atlántico y dep. térmica peninsular

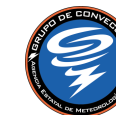
ERA-5 (0.25°) 19770803 a 00 UTC. H+000. Validez: miércoles, 3 de agosto de 1977, a 00 UTC.  
Presión al nivel del mar. Unidades: hPa.



ERA-5 (0.25°) 19770803 a 00 UTC. H+000. Validez: miércoles, 3 de agosto de 1977, a 00 UTC.  
Temperatura (sombreado). Unidades: °C.  
Altura geopotencial (isochipsas en negro). Unidades: mgp. Nivel 500 hPa.



# EXTRA. Comparativa SP-SCM: tipos de Font (2020-2024)



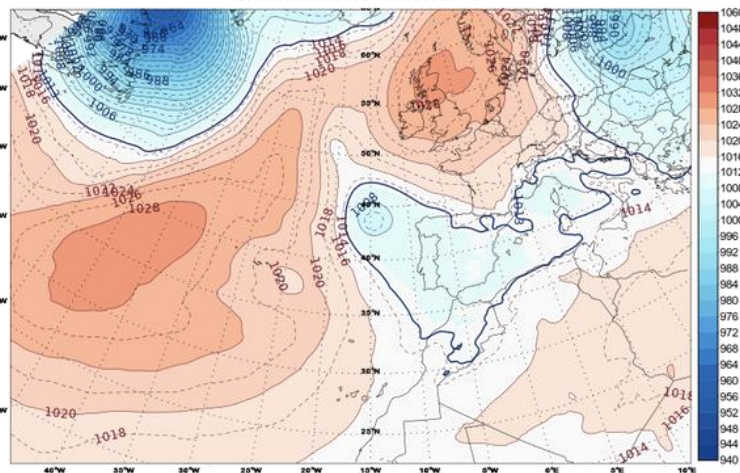
## SCM

### Tipo 12-Depresión atlántico-ibérica

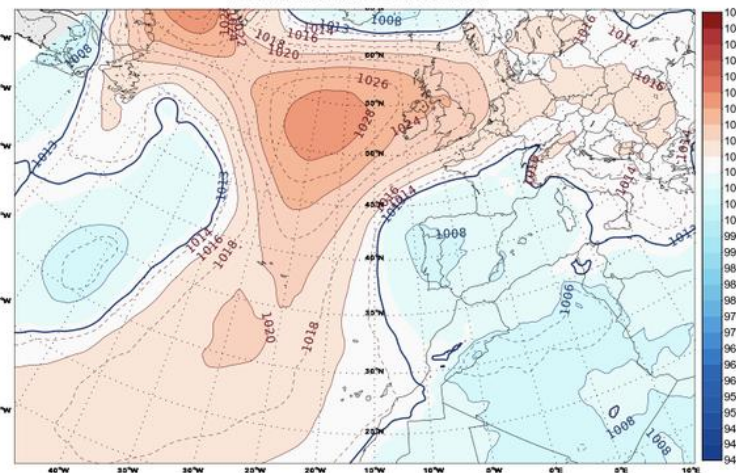
### Tipo 20-Depresión fría peninsular de verano

### Tipo 8-A. atlántico y dep. térmica peninsular

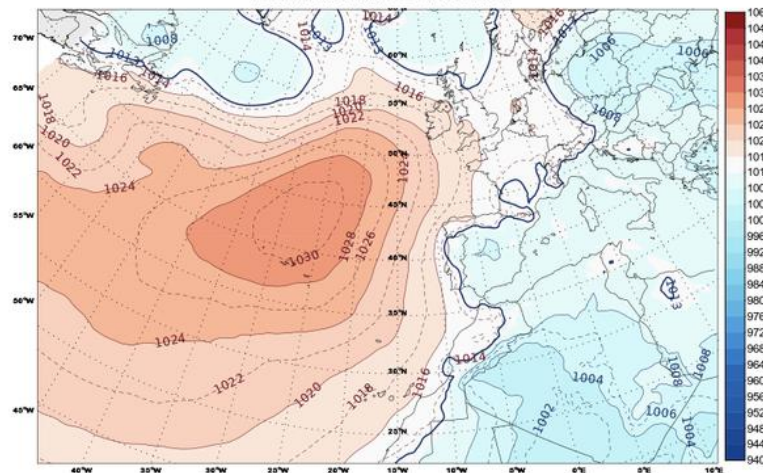
ERA-5 (0.25°) 19771128 a 00 UTC. H+000. Validez: lunes, 28 de noviembre de 1977, a 00 UTC.  
Presión al nivel del mar. Unidades: hPa.



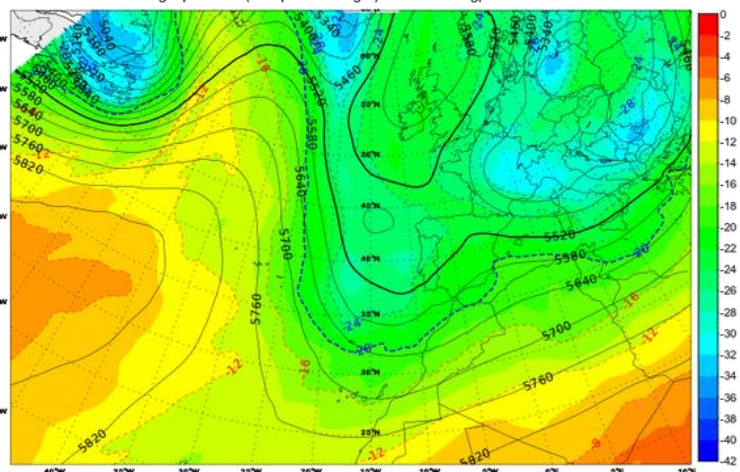
ERA-5 (0.25°) 19720905 a 00 UTC. H+000. Validez: martes, 5 de septiembre de 1972, a 00 UTC.  
Presión al nivel del mar. Unidades: hPa.



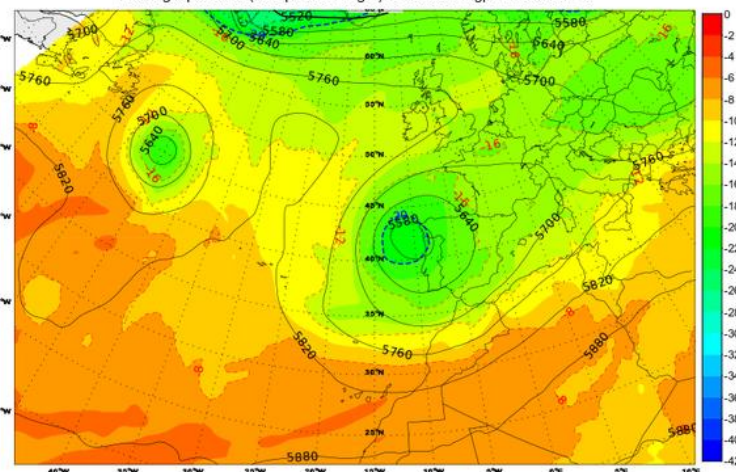
ERA-5 (0.25°) 19770803 a 00 UTC. H+000. Validez: miércoles, 3 de agosto de 1977, a 00 UTC.  
Presión al nivel del mar. Unidades: hPa.



ERA-5 (0.25°) 19771128 a 00 UTC. H+000. Validez: lunes, 28 de noviembre de 1977, a 00 UTC.  
Temperatura (sombreado). Unidades: °C.  
Altura geopotencial (isochipsas en negro). Unidades: mgp. Nivel 500 hPa.



ERA-5 (0.25°) 19720905 a 00 UTC. H+000. Validez: martes, 5 de septiembre de 1972, a 00 UTC.  
Temperatura (sombreado). Unidades: °C.  
Altura geopotencial (isochipsas en negro). Unidades: mgp. Nivel 500 hPa.



ERA-5 (0.25°) 19770803 a 00 UTC. H+000. Validez: miércoles, 3 de agosto de 1977, a 00 UTC.  
Temperatura (sombreado). Unidades: °C.  
Altura geopotencial (isochipsas en negro). Unidades: mgp. Nivel 500 hPa.

