

EVALUACIÓN DE CLASIFICACIONES DE TIPOS DE CIRCULACIÓN MEDIANTE LOS MODOS DE VARIABILIDAD EURO-ATLÁNTICOS

María Asunción Pastor Saavedra ⁽¹⁾, María Jesús Casado Calle ⁽²⁾

(1) AEMET, c) Leonardo Prieto Castro, 8. 28040 Madrid, mpastors@aemet.es

(2) AEMET, c) Leonardo Prieto Castro, 8. 28040 Madrid, mcasadoc@aemet.es

El principal objetivo de este estudio es evaluar las clasificaciones de tipos de circulación generadas en el desarrollo del Proyecto Europeo Acción COST 733 'The harmonisation and applications of weather types classifications for European regions' (2005-2010), desde la óptica de la discriminación de las fases positiva y negativa de los principales modos de variabilidad euro-atlánticos: la Oscilación del Atlántico Norte (NAO, de sus siglas en inglés), la Oscilación del Atlántico Oriental (EA), el modo escandinavo (SCAND) y el Atlántico Oriental /Rusia Occidental (EA/WR). Como medida de evaluación se ha utilizado un estadístico, adaptación del conocido Brier Skill Score (BSS) que ha sido empleado recientemente para el campo de precipitación por Schiemann y Frei (2010).

El interés del trabajo estriba en la utilización conjunta de dos métodos empleados en el diagnóstico de la circulación general como son: los modos de variabilidad y los tipos de circulación; analizando la respuesta de las clasificaciones de tipos de circulación a las fases de los modos.

Los modos de variabilidad son conceptos clave para la comprensión de las relaciones tan complejas existentes entre la circulación a escala planetaria y el clima a escala regional. Se caracterizan por una estructura espacial cuasi fija de escala bastante grande (típicamente la cuenca oceánica) y una serie temporal que caracteriza la evolución de esta estructura, su amplitud y su fase (Wallace y Gutzler, 1981; Barnston y Livezey, 1987), definiéndose habitualmente con ayuda del Análisis en Componentes Principales (ACP).

Los modos NAO y EA reflejan la circulación zonal en diferentes latitudes mientras que los modos SCAND y EA/WR describen circulaciones meridionales. Brevemente, la NAO está asociada a una oscilación de la masa atmosférica entre Groenlandia y el Atlántico tropical, estando su fase positiva ligada a aumentos de la temperatura superficial y de la precipitación en la Europa septentrional encontrándose los efectos opuestos en la fase negativa. El modo EA es un dipolo N/S de anomalías en el Atlántico Norte, similar a la NAO, siendo a menudo interpretado como un patrón NAO desplazado hacia el sur, que modula la precipitación en el SO de Inglaterra y en la Península Ibérica influyendo en la posición de la trayectoria de tormentas y en la corriente en chorro. El modo SCAND está caracterizado por dos importantes centros de anomalías, uno sobre Escandinavia y otro, más débil y de signo opuesto, sobre Europa Occidental. La fase positiva está asociada frecuentemente con anticiclones de bloqueo sobre Escandinavia

y la parte occidental de Rusia mientras que la fase negativa se encuentra asociada con anomalías de presión negativas en dichas regiones (Jaagus 2009). Por último, el modo EA/WR, está caracterizado por dos centros principales de anomalías de signo opuesto localizadas sobre el Mar Caspio y Europa Occidental, respectivamente. La fase positiva está asociada a condiciones secas sobre Europa y el Mediterráneo y condiciones húmedas en el Medio Oriente, mientras para la fase negativa se obtienen resultados opuestos (Jaagus, 2009).

Los modos de variabilidad se han calculado aplicando un ACP en modo S seguido por una rotación ortogonal VARIMAX aplicado al campo diario invernal de altura del geopotencial de 500 hPa del reanálisis ERA40 ($2.5^\circ \times 2.5^\circ$) siguiendo el mismo procedimiento y notación descrita en Casado et al. (2008). Los índices de los modos (componentes principales) que definen la evolución temporal de la intensidad de los fenómenos se han normalizado y definido las fases positivas cuando los valores son superiores a 1.0 y fases negativas cuando los valores son inferiores a -1.0.

Las clasificaciones de los tipos de circulación buscan, por su parte, la identificación de patrones dinámicos recurrentes (por ejemplo, en la presión a nivel del mar) para una región específica en los que el conjunto derivado de tipos de circulación (TC) proporciona un marco de referencia conceptual sencillo donde idealmente, la situación de tiempo específica de una día cualquiera pueda asignarse a alguno de esos TC. En consecuencia, en este enfoque se dispone de una serie temporal, en el que cada día es asignado a un tipo de circulación (TC) dado, siendo el patrón espacial de cada TC el campo promedio de los días pertenecientes a dicho TC.

Los catálogos de circulación seleccionados pertenecen a la versión 2.0 de la base de datos del COST733 (Philipp et al. 2010) y corresponden a aquellas clasificaciones disponibles en tres sub-catálogos de aproximadamente 9, 18 y 27 TC. En síntesis, los catálogos de clasificaciones se agrupan en cinco grandes familias de algoritmos: a) algoritmo dominante (LDR, de sus siglas en inglés), b) selección de umbrales (THR), c) métodos de Optimización (OPT), d) análisis en componentes principales en sus variantes modo S y T (PCA) y e) el algoritmo aleatorio óptimo (RAC).

El análisis se ha centrado en el invierno extendido (diciembre-marzo) de 1957 a 2002 ya que durante esta estación, desde el punto de vista dinámico, la atmósfera está más activa y las perturbaciones crecen hasta alcanzar sus máximas amplitudes, mostrando, por tanto, en las regiones extratropicales del hemisferio norte la mayor variabilidad. El dominio espacial coincide con el dominio global definido en la Acción COST733, que cubre todo el Atlántico y Europa.

El estadístico empleado es el BSS según la fórmula propuesta por Schiemann y Frei (2010), donde se consideran las clasificaciones de tipos de circulación como un marco de referencia que proporciona una predicción probabilista. Sucintamente:

Para cada fase (positiva y negativa) de los modos de variabilidad y para cada catálogo de clasificación seleccionado se ha calculado la siguiente expresión:

$$BSS = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^I N_i (p_i - \bar{p})^2}{\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (1)$$

Siendo: I el número de tipos de circulación (TC) en una clasificación, p_i la probabilidad de fase positiva/negativa del modo durante un tipo de circulación TC_i dado; N_i es el número de días del TC_i , \bar{p} representa la frecuencia climatológica de la fase positiva/negativa del modo de variabilidad en el conjunto total de días N de la clasificación. El estadístico BSS varía entre 0 y 1 y tiene una orientación positiva, es decir, cuánto mayores sean los valores mejor será la discriminación de las fases por los TC.

El análisis de los resultados ha permitido concluir:

a) Incremento generalizado del estadístico BSS, es decir, mayor capacidad discriminatoria al aumentar el n° de tipos, característica que se percibe más claramente al pasar de 9 a 18 tipos. Esta característica se ha referenciado en el trabajo de Schiemann y Frei (2010).

b) Existencia de un reducido número de clasificaciones que tienen mayor capacidad discriminatoria para ambas fases de los modos de variabilidad y para los tres subcatálogos considerados. Estas clasificaciones pertenecen a las familias de algoritmos OPT y PCA mientras que dos de los métodos englobados en LDR suelen presentar los valores más bajos.

c) Los resultados son dependientes del modo de variabilidad estudiado, siendo digno de destacar el buen comportamiento del método RAC para la fase negativa de la NAO.

REFERENCIAS

- Barnston AG, Livezey RE. 1987. Classification, Seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon Weather Rev* 115:1083-1126
- Casado MJ, Pastor MA, Doblas-Reyes FJ. 2008. Euro-Atlantic circulation types and modes of variability in winter. *Theor Appl Climatol* 96:17-29. doi:10.1007/s00704-008-0036-2
- Jaagus J, 2009. Regionalisation of the precipitation pattern in the Baltic Sea drainage basin and its dependence on large scale atmospheric circulation. *Boreal Environmental Research* 14:31-44.
- Philipp A, Bartholy J, Beck C, Erpicum M, Esteban P, Fettweis X, Huth R, James P, Jourdain S, Kreienkamp F, Krennert, T, Lykoudis S, Michalides SC, Pianko-Kluczynska K, Post, Alvarez DR, Schiemann R, Spekat A, Tymvios FS. 2010. Cost733cat - a database of weather and circulation type classifications. *Phys Chem Earth (Special Issue)* 35:360-373.
- Schiemann R, Frei C. 2010. How to quantify the resolution of surface climate by circulation types: An example for Alpine precipitation. *Phys Chem Earth (Special Issue)* 35:403-410.
- Wallace JM, Gutzler DS. 1981. Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere Winter. *Mon Weather Rev* 109:784-812.