

WeMOi: CRITERIO OBJETIVO DE SELECCIÓN DE LA BRISA MARINA EN EL SURESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (ALICANTE)

César AZORÍN MOLINA*; ** y Joan-Albert LÓPEZ-BUSTINS*

**Grupo de Climatología. Universitat de Barcelona*

*** Laboratorio de Climatología. Universidad de Alicante*

cesar.azorin@ua.es

jlopezbustins@ub.edu

RESUMEN

El objetivo de este estudio es presentar el índice diario de la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMOi) como un nuevo filtro automático de selección de la brisa marina. La variabilidad sinóptica a escala diaria es el primer factor que determina el desarrollo de la brisa marina. Escenarios sinópticos con débil gradiente de presión en superficie, fracción de insolación elevada y forzamiento térmico diurno entre tierra y mar, representan factores determinantes para el disparo de esta circulación local de viento. En este trabajo se utiliza este patrón de teleconexión regional para cuantificar la influencia del factor sinóptico y seleccionar de forma objetiva la brisa marina. Se han correlacionado los valores diarios del índice con la base de datos cualitativa y cuantitativa de días de brisa marina construida para Alicante (1999-2000). El intervalo diario del WeMOi [-1, 1] se utiliza como primer criterio objetivo para detectar condiciones sinópticas estables en superficie que potencian el disparo de la brisa marina en el sureste de la Península Ibérica (Alicante).

Palabras clave: Brisa marina, gradiente de presión superficial, WeMOi, filtro objetivo primario, Alicante.

ABSTRACT

The aim of this study is to present the daily Western Mediterranean Oscillation index (WeMOi) as a new automatic filter for selecting the sea breeze. The synoptic variability on a daily resolution is the primary factor that determines the development of the sea breeze. Synoptic patterns with a weak surface pressure gradient, high insolation fraction and diurnal thermal forcing between land and sea are determinant factors for the onset of this mesoscale wind circulation. This work uses this regional teleconnection pattern in order to quantify the synoptic factor influence and to select objectively the sea breeze. It has been correlated the daily values of the index with the qualitative and quantitative database of sea breeze days created for Alicante (1999-2000). The [-1, 1] interval of the daily WeMOi has been selected as the objective primary criterion to detect stable synoptic conditions on surface that favours the sea breeze triggering on the southeastern of the Iberian Peninsula (Alicante).

Key words: Sea breeze, surface pressure gradient, WeMOi, objective primary filter, Alicante.

1. INTRODUCCIÓN

La mayor dificultad en el estudio de la brisa marina se encuentra en la construcción de un método de selección –definición de criterios- y la creación de una base de datos de días de brisa marina. El principal problema es definir un método objetivo que realice una distinción entre los vientos de origen sinóptico y la brisa marina (REDAÑO *et al.*, 1991; SALVADOR y MILLÁN, 2003). En ausencia de un viento general previo, la circulación de aire de mar a tierra como brisa marina pura es fácilmente identificada (GONZÁLEZ MÁRQUEZ *et al.*, 1998). Sin embargo, es muy difícil detectarla cuando se combina con vientos sinópticos que modifican los módulos de dirección y velocidad.

En general, pocos estudios de investigación han intentado mejorar el método de selección de la brisa marina. En realidad, no hay un método de selección general reconocido por la comunidad científica que pueda ser aplicado a cualquier espacio costero del planeta. Además, hasta el momento ha sido imposible diseñar un método objetivo preciso para seleccionar todos los días de brisa marina. La exigencia de los criterios de selección debe ayudar a afinar en el proceso de selección y en la mejora de los resultados, con el objeto de ampliar el conocimiento sobre las características y procesos físicos que controlan este mecanismo de vientos.

El objetivo que se propone con este trabajo es doble: (a) Perfeccionar el método de selección de la brisa marina, y (b) proponer un criterio universal basado en el uso de patrones de teleconexión regional a resolución diaria. El «WeMOi» diario (MARTIN-VIDE y LOPEZ-BUSTINS, 2004) ha sido formulado como el primer criterio objetivo de selección con la finalidad de valorar la influencia del factor sinóptico en la cuenca del Mediterráneo Occidental. La variabilidad sinóptica diaria es el factor que más influye en la ocurrencia o inhibición de la brisa marina y otras circulaciones de viento local.

Utilizando un planteamiento similar al de este trabajo, SAARONI *et al.* (2004) evaluaron el efecto del gradiente de presión diario en la brisa marina a través de la diferencia de la presión atmosférica a nivel de mar entre el noroeste y el sureste de Eilat (Israel).

Las situaciones de fuerte gradiente de presión en el Mediterráneo pueden ser distinguidas de otras por medio del WeMOi.

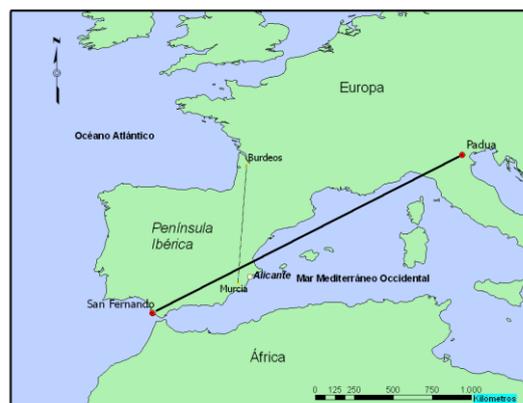


Fig. 1. Localización del área de estudio. Dipolos barométricos: Cádiz-San Fernando (suroeste de España) y Padua (nordeste de Italia), y Murcia (sureste de España) y Bordeaux (suroeste de Francia)

2. DATOS Y METODOLOGÍA

El WeMOi fue propuesto con objeto de dar explicación a la variabilidad pluviométrica en la costa este de la Península Ibérica. La Oscilación del Atlántico Norte (NAO) está débilmente correlacionada con la irregularidad pluviométrica del Mediterráneo (MARTIN-VIDE y LOPEZ-BUSTINS, 2006), teniendo en cuenta la autonomía climática de este mar interior.

Los valores del índice diario de la WeMO son correlacionados con dos bases de datos, cualitativa (método objetivo) y cuantitativa (método manual), creadas para Alicante (AZORÍN MOLINA, 2006). El período experimental comprende un par de años, 1999-2000, debido a la costosa tarea de selección manual de la brisa marina utilizando el método cuantitativo. La intersección entre ambas variables, el índice diario de la WeMO y la ocurrencia de la brisa marina, ha sido utilizada para la identificación del intervalo diario del índice que asegura condiciones estables -débil gradiente horizontal de presión en superficie- que potencian el desarrollo de la brisa marina. La horquilla de valores del índice seleccionada se plantea como el primer criterio del método objetivo para seleccionar los días con débil gradiente de presión en superficie, condición indispensable para que opere la brisa marina.

El área de estudio (*vid.* Fig. 1) corresponde a un punto de observación en Alicante, muy próximo a la línea de costa, el cual debe ser considerado como representativo con el propósito de demostrar la eficiencia de este primer criterio de selección a lo largo del sureste ibérico, con aplicación potencial al resto de la costa este de la Península Ibérica.

El índice diario de la WeMO se define como la diferencia entre las presiones atmosféricas estandarizadas del dipolo barométrico San Fernando (Cádiz, 36°17'N-06°07'W) y Padua (Italia, 45°24'N-11°47'E), (BARRIENDOS *et al.*, 2002; CAMUFFO y JONES, 2002; MARTIN-VIDE y LOPEZ-BUSTINS, 2004). La figura 1 representa este dipolo barométrico como segmento dispuesto de SO a NE.

La fase neutra del índice diario de la WeMO, representado por un débil gradiente sinóptico en superficie y valores del índice en torno a [0], es el principal escenario que determina la puesta en funcionamiento de circulaciones locales de viento sobre la Península Ibérica. En esta fase no se produce advección y el peso corresponde al factor de insolación y, como resultado, al forzamiento térmico que se genera entre dos áreas fronterizas con diferentes niveles de emisión de energía: Tierra y mar (DEFANT, 1951; ATKINSON, 1981; CARNESOLTAS, 2002).

El índice NAO fue también calculado a resolución diaria como diferencia de las presiones atmosféricas estandarizadas entre el dipolo barométrico San Fernando (Cádiz) (36°17'N-06°07'W) y Stykkishólmur (Islandia, 65°00'N-22°48'W). La comparación entre el patrón de teleconexión de la NAO y la WeMO fue utilizado para evaluar la influencia sinóptica regional del área del Mediterráneo Occidental sobre la brisa marina en Alicante (*vid.* 3.1).

Finalmente, con el objeto de mejorar el primer filtro de selección, un segundo transecto (*vid.* Fig. 1) fue trazado perpendicularmente entre Murcia (38°00'N-01°10'W) y Burdeos (Francia, 44°50'N-00°41'W). Este dipolo barométrico fue utilizado para eliminar las dos excepciones que afectaron la fiabilidad de selección del primer criterio: Advecciones del nordeste y del suroeste en la fase neutra del WeMOi (*vid.* 3.4), que inhiben la ocurrencia de la brisa marina.

La base de datos cualitativa fue obtenida aplicando un método de selección objetivo que agrupó días de brisa marina de ciclo diurno completo. Un total de 373 días de brisa marina fueron identificados por el método cualitativo, pero 370 días fueron los utilizados debido a la existencia de 6 lagunas en los datos diarios del WeMOi. Por otro lado, la base de datos cuantitativa fue creada utilizando un método de selección manual, con el fin de valorar el grado de ocurrencia de este fenómeno. Un total de 502 días fueron identificados, pero se utilizaron 498 días de brisa marina debido a dichas lagunas.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. NAOi o WeMOi

El WeMOi explica mejor la ocurrencia de la brisa marina que el NAOi en la costa alicantina. La cuenca occidental del Mediterráneo tiene una dinámica sinóptica regional que es en gran medida independiente de la que ocurre en el Océano Atlántico (DOUGUÉDROIT, 1998; GRBEC *et al.*, 2003; MARTÍN-VIDE, 2003; AZORÍN MOLINA y LÓPEZ-BUSTINS, 2004; SUPIC *et al.*, 2004).

Cuando el WeMOi se sitúa en torno a 0 (fase neutra), con cielo despejado e intensa radiación solar, hay una elevada probabilidad de formación de la brisa marina en Alicante. Como contraste, la influencia de la fase neutra del NAOi sobre las condiciones sinópticas estables en el Mediterráneo es más reducida, por tanto, este segundo patrón no es válido para seleccionar días de brisa marina en el sureste de la Península Ibérica.

La distribución de frecuencias de los días de brisa marina en intervalos del WeMOi utilizando la base de datos cuantitativa es la única que presenta una distribución Gaussiana (Figura 2). La irregular distribución de frecuencias de los días de brisa marina en intervalos del NAOi confirma la independencia entre el forzamiento sinóptico de este patrón de teleconexión y la ocurrencia de la brisa marina en la costa de Alicante (Figura 2). En consecuencia, ha sido justificada la selección de un patrón de teleconexión regional como el WeMOi en lugar de un patrón sinóptico (NAOi) para detectar la influencia del factor sinóptico en la formación de la brisa marina.

3.2. Definición del intervalo del WeMOi como primer criterio objetivo de selección

El umbral máximo y mínimo del intervalo del índice diario de la WeMO fue definido según se muestra en la Tabla 1. La diferencia obtenida entre el incremento relativo de los días de brisa marina ($Rise_{Sb} \sum n_i \%$) y sin brisa marina ($Rise_{NSb} \sum n_i \%$) fue utilizada para ajustar el intervalo del WeMOi que mejor selecciona los días de brisa marina, teniendo en cuenta la siguiente condición: Esta diferencia debe ser positiva, lo que asegura una mayor selección de días de brisa marina frente a los días sin brisa marina. El último intervalo de clase que cumple esta condición es el que mejor sirve para identificar días de brisa marina y el que impide un aumento de la fuente de error a través de la selección de un menor número de días sin brisa marina.

El intervalo $[-1, 1]$ del WeMOi fue seleccionado como el rango más equilibrado para la preselección de situaciones de presión en superficie favorables para generar brisa marina. Este intervalo del índice diario cumple la condición de equilibrio planteada, ya que excede ligeramente el cuarto quintil de los días de brisa marina para ambas bases de datos: 83.8% (cualitativa) y 81.3% (cuantitativa). Asimismo, cruzando las variables WeMOi y días de ocurrencia/no ocurrencia de brisa según este intervalo $[-1, 1]$, la acumulación de días de brisa

para ambas bases es sustancialmente más elevada que la de días sin brisa; 28.9% más según la base cualitativa y 37.3% más según la base cuantitativa (Tabla 2). Fuera del intervalo $[-1, 1]$ ocurren más del 40% de los días sin brisa según la base cualitativa y más del 50% según la base cuantitativa; mientras que, los días de brisa marina excluidos de este intervalo de selección son inferiores al 20%.

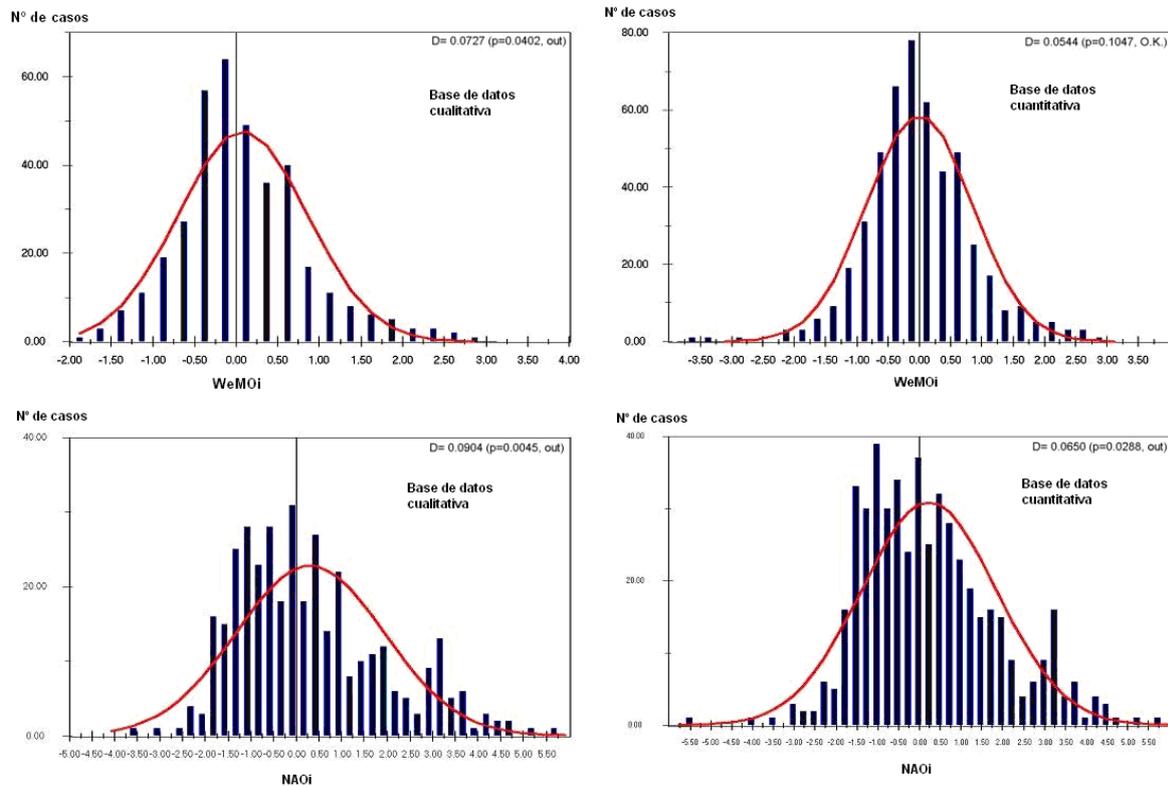


Fig. 2. Distribución de los días de brisa marina en relación a los valores diarios del WeMOi y del NAOi para ambas bases de datos, cualitativa y cuantitativa. Figs. 2a) WeMOi-Cualitativa, 2b) WeMOi-Cuantitativa, 2c) NAOi-Cualitativa, 2d) NAOi-Cuantitativa. (El valor D representa el test de Kolmogorov-Smirnov para una distribución normal). Fuente: Programa AnClim (STEPANEK, 2005)

3.3. Evaluación del criterio de selección, $[-1, 1]$

Del total de 725 días de la serie de estudio (1999-2000), 505 días (69.7%) son agrupados en el intervalo de índice $[-1, 1]$. De entrada, este criterio descarta el 30.3% de los días como días sin brisa marina, una proporción altamente significativa teniendo en cuenta que sólo se ha utilizado un criterio de selección. La figura 3 muestra una distribución muy ajustada entre los valores diarios del WeMOi y los días de brisa marina para ambas bases de datos, agrupadas en torno a los intervalos centrales del índice, aquellos que presentan un leve gradiente horizontal de presión. Se observa una marcada dependencia entre la ocurrencia de la brisa marina y los valores diarios del WeMOi, en los cuales domina la fase neutra. Los días de brisa marina son más frecuentes que los propios casos del índice hasta la clase $[-1, 1]$, dato que ratifica el criterio objetivo de selección formulado.

Clase	Sb $\sum n_i$	NSb $\sum n_i$	Sb $\sum n_i$ (%)	NSb $\sum n_i$ (%)	<i>Rise</i> Sb $\sum n_i$ (%)	<i>Rise</i> NSb $\sum n_i$ (%)	<i>Rise</i> Sb – <i>Rise</i> NSb
1 [-0.25 , 0.25]	141	27	28.31	11.89			
2 [-0.5 , 0.5]	250	50	50.20	22.03	21.89	10.13	11.76
3 [-0.75 , 0.75]	348	77	69.88	33.92	19.68	11.89	7.78
4 [-1 , 1]	405	100	81.33	44.05	11.45	10.13	1.31
5 [-1.25 , 1.25]	440	124	88.35	54.63	7.03	10.57	-3.54
6 [-1.5 , 1.5]	457	140	91.77	61.67	3.41	7.05	-3.63
7 [-1.75 , 1.75]	472	157	94.78	69.16	3.01	7.49	-4.48
8 [-2 , 2]	480	176	96.39	77.53	1.61	8.37	-6.76

Tabla 1. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ABSOLUTAS ($\sum n_i$) Y RELATIVAS ($\sum n_i$, %) ACUMULADAS DE LOS DÍAS DE BRISA MARINA (Sb) Y SIN BRISA MARINA (NSb), AGRUPADOS POR INTERVALOS DE CLASE DE RANGO DE UMBRAL CRECIENTE. INCREMENTO RELATIVO DE LOS DÍAS DE BRISA MARINA (*Rise* Sb) Y SIN BRISA MARINA (*Rise* NSb) ENTRE EL INTERVALO DE CLASE MAYOR (2) E INFERIOR (1). LA ÚLTIMA COLUMNA OFRECE LA DIFERENCIA EN EL INCREMENTO RELATIVO ENTRE LOS DÍAS DE BRISA Y SIN BRISA MARINA EN ALICANTE (1999-2000). BASE DE DATOS CUANTITATIVA

WeMOi	$(-\infty, -1)$	$(-1, 1)$	$(1, \infty)$	Total
Días de brisa (Cualitativa)	5.9%	83.8%	10.3%	100.0%
Días de brisa (Cuantitativa)	8.6%	81.3%	10.1%	100.0%
Días de no brisa (Cualitativa)	20.3%	54.9%	24.8%	100.0%
Días de no brisa (Cuantitativa)	22.5%	44.0%	33.5%	100.0%

Tabla 2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EN % DEL NÚMERO DE DÍAS DE BRISA Y DE DÍAS SIN BRISA SEGÚN LOS INTERVALOS $(-\infty, -1)$, $(-1, 1)$ Y $(1, \infty)$ DEL WeMOi PARA AMBAS BASES DE DATOS: CUALITATIVA Y CUANTITATIVA

Aplicando este filtro, más de un 80% de los días de brisa marina clasificada por ambos métodos de selección –cualitativo y cuantitativo- han sido seleccionados. Tan sólo un 16.2% del total de días de brisa marina –base de datos cualitativa- y un 18.7% -base de datos cuantitativa-, se excluyeron tras usar este primer criterio de selección. En cambio, correctamente el criterio descartó un 45.1% -base de datos cualitativa- y un 56.0% -base de datos cuantitativa- de días sin brisa marina. Teniendo en cuenta el total de días de la serie que se agrupan en el intervalo $[-1, 1]$, el porcentaje de días de brisa marina –método cualitativo- desciende a un 61.4%, mientras que es del 80.2% para la base cuantitativa (Tabla 3). Es decir, cualitativamente en un 38.6% de los días agrupados entre $[-1, 1]$ no sopla la brisa marina, mientras que cuantitativamente este porcentaje se reduce a tan sólo un 19.8%. La discrepancia entre los porcentajes de ambas bases de datos se justifica por la distinta exigencia entre los métodos de selección utilizados.

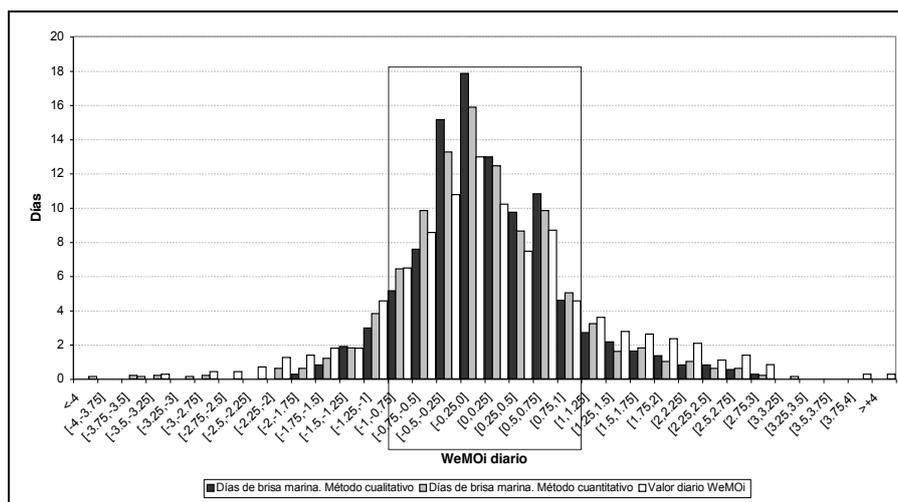


Fig. 3. Distribución de los valores del índice diario de la WeMO y de los días de brisa marina (bases de datos cualitativa y cuantitativa), agrupados por intervalos de clase del WeMOi

De entrada, aplicando un sólo filtro, se selecciona un porcentaje elevadísimo de casos de brisa marina. Aquellos que se seleccionan y no son, tendrán que ser eliminados aplicando otros filtros. Sin embargo, el pequeño porcentaje de días de brisa marina que queda fuera del intervalo $[-1, 1]$, no se ha considerado. Este porcentaje de error depende de la exigencia del método de selección aplicado.

	n_i	Método cualitativo		Método cuantitativo	
	$[-1, 1]$	n_i	%	n_i	%
		Brisa marina		Brisa marina	
WeMOi	505	310	61.4	405	80.2
NAOi	335	180	53.7	237	70.8

Tabla 3. PROBABILIDADES DE DÍAS DE BRISA MARINA SELECCIONADOS POR EL MÉTODO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO EN ALICANTE (1999-2000) EN RELACIÓN AL NÚMERO ABSOLUTO DE CASOS (n_i) CON ÍNDICE DE LA NAO Y LA WeMO COMPRENDIDO ENTRE $[-1, 1]$

3.4. Situaciones de excepción y perfección del primer filtro objetivo $[-1, 1]$

Los tres escenarios de excepción se corresponden a cada una de las fases del WeMOi, y son los siguientes:

a) *Fase neutra, $[-1, 1]$, sin disparo de la brisa marina*: Teóricamente, con índice diario neutro y débil gradiente horizontal de presión, se favorece el soplo de circulaciones locales del aire (LÓPEZ-BUSTINS y AZORÍN MOLINA, 2004).

No obstante, el desarrollo de la brisa marina no siempre está asegurado, por efecto del papel de inhibición que juegan otros factores: Insolación, nubosidad (bancos de St y Sc), perfil de temperatura (estratificación térmica estable), procesos convectivos (tormentas), etc.

En otros casos, situaciones de fuerte gradiente horizontal de presión se ajustan a la fase neutra del WeMOi. Dos tipos sinópticos corresponden a esta situación de excepción: (1) Advección del Nordeste (*vid.* Fig. 4a), y (2) Advección del Suroeste (*vid.* Fig. 4b). Estas situaciones ocurren a favor de configuraciones sinópticas definidas por una perfecta conexión, bajo una misma o un par de isobaras, de los extremos de este dipolo barométrico, San Fernando y Padua (LÓPEZ-BUSTINS y AZORÍN MOLINA, 2004). Con objeto de eliminar esta situación de excepción, fue definido un segundo dipolo barométrico formado por el eje Murcia/Burdeos (*vid.* Fig. 1), que cruza perpendicularmente el transecto San Fernando/Padua. Éste ayuda a detectar las situaciones de fuerte gradiente latitudinal de presión entre el norte y sur de la Península Ibérica.

b) *Fase positiva, >1, con disparo de la brisa marina*: La fase positiva del índice de la WeMO se corresponde con una situación advectiva de vientos del N, NO, ONO y O sobre la Península Ibérica, lo que inhibe el soplo de la brisa marina. En cambio, se han detectado situaciones de índice positivo y ocurrencia de la brisa marina, que generalmente corresponden al siguiente patrón sinóptico (*vid.* Fig. 4c): Dorsal anticiclónica sobre el Atlántico Oriental, abrazando a toda la Península Ibérica, y depresión sobre Europa Central, Oriental y Mediterráneo Central. Normalmente, el gradiente barométrico que separa ambos centros de acción no se traduce en advección sobre la península, ya que las altas presiones garantizan la estabilidad atmosférica

c) *Fase negativa, <-1, con disparo de la brisa marina*: Al igual que la fase positiva, la advección del ENE, E, ESE y SE sobre la fachada oriental de la Península Ibérica interrumpe el desarrollo de la brisa marina. Sin embargo, la brisa marina consigue soplar bajo el siguiente escenario sinóptico (*vid.* Fig. 4d): Anticiclón centroeuropeo o con ápice sobre el Mediterráneo Central, proyectando una cuña anticiclónica sobre el E de la Península Ibérica, y vaguada acompañada de bajas presiones en superficie sobre el Atlántico Oriental y O de la Península Ibérica.

4. CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha utilizado un patrón de teleconexión regional, el WeMOi, como primer filtro objetivo de selección de la brisa marina en el sureste de la Península Ibérica (Alicante). La novedad del presente estudio ha correspondido a la utilización de este patrón de teleconexión regional como herramienta para cuantificar la influencia de la variabilidad sinóptica diaria sobre el desarrollo de la brisa marina. Otros trabajos de investigación han alcanzado resultados similares utilizando el gradiente local de presión (SAARONI *et al.*, 2004).

La bondad de ajuste de los resultados, una vez cruzado el WeMOi diario con las bases de datos cualitativa y cuantitativa de días de brisa marina creadas para Alicante, confirma la sencillez y eficacia del nuevo criterio general formulado. Este nuevo filtro objetivo sustituye la tarea de revisión manual del Boletín Meteorológico Diario del INM, que ha sido desarrollada en otros estudios para eliminar las situaciones de fuerte gradiente de presión en superficie. El intervalo del WeMOi [-1, 1] ha sido definido como primer filtro objetivo para

seleccionar jornadas potencialmente proclives para el desarrollo de la brisa marina: Circulación atmosférica anticiclónica con débil gradiente de presión en superficie.

Esta investigación ha confirmado la utilidad de la aplicación de patrones de teleconexión regionales a resolución diaria para encontrar situaciones sinópticas favorables para el disparo de la brisa marina. Este planteamiento metodológico puede ser aplicado al resto de la costa este de la Península Ibérica, e incluso, extrapolado a otras áreas de estudio. La aplicación de este criterio objetivo como primer filtro de selección, y las posibilidades de implementación con otros criterios secundarios (radiación, insolación, nubosidad, viento geostrófico, etc.), puede ayudar en futuras investigaciones a la construcción de un esquema metodológico objetivo, de mayor precisión, para encontrar días de brisa marina. Esto último beneficiaría en el avance del conocimiento de las características y procesos físicos asociados a esta circulación local de vientos.

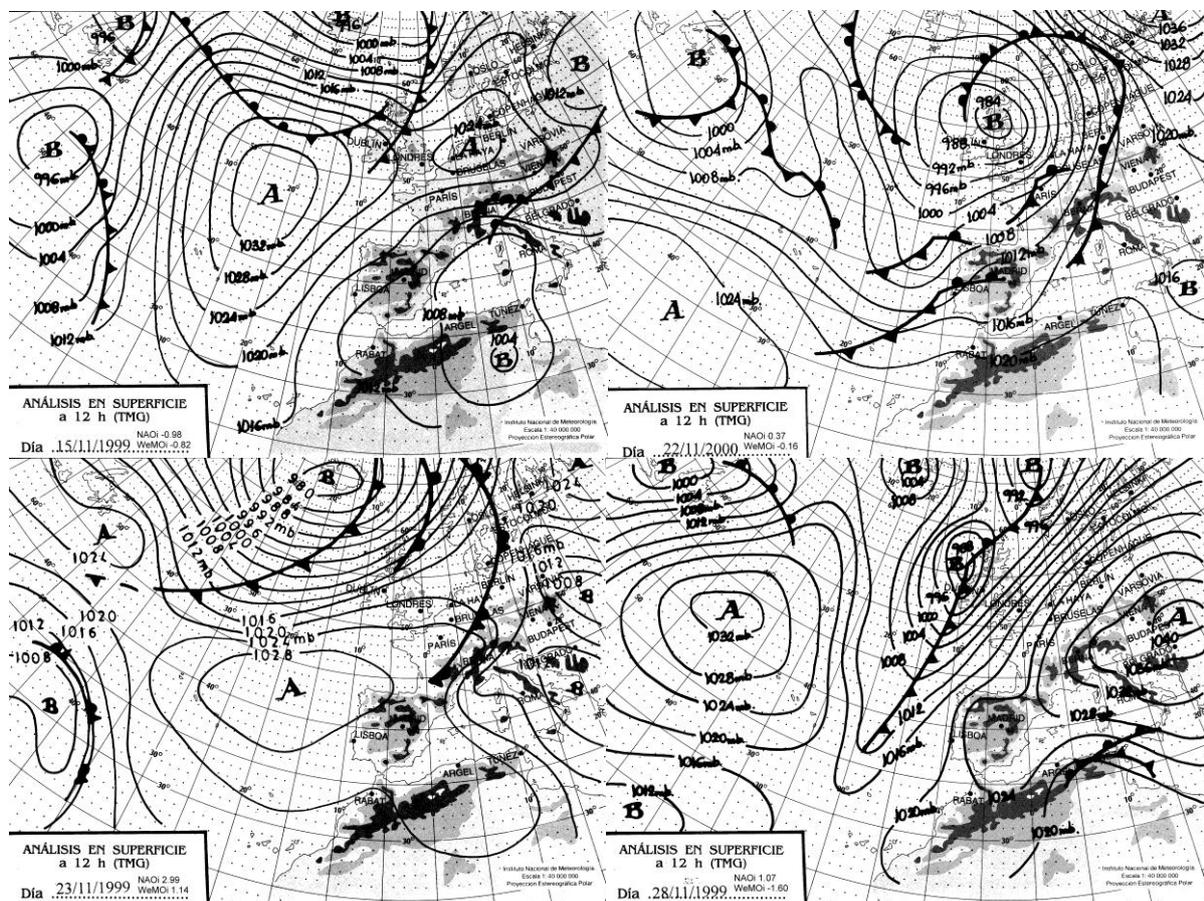


Fig. 4. Situaciones sinópticas de excepción en las fases del índice diario del WeMOi. Figs. 4a) Fase neutra del WeMOi y advección del NE, 15/11/1999, 4b) Fase neutra del WeMOi y advección del SO, 22/11/2000, 4c) Fase positiva del WeMOi y soplo de la brisa marina, 23/11/1999, 4d) Fase negativa del WeMOi y soplo de la brisa marina, 28/11/1999

5. AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha realizado en el marco de las estructuras de investigación del *Grup de Climatologia* de la Universitat de Barcelona (2005SGR-01034) y del Proyecto IPIBEX

(CGL2005-07664-C02-01/CLI). Los autores disfrutaron de una beca predoctoral FPU del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). Los investigadores agradecen al Dr. Javier Martín-Vide el trabajo desinteresado de revisión de los resultados presentados en esta comunicación, y a Arturo Sánchez Lorenzo por la ayuda técnica prestada.

6. REFERENCIAS

- AZORÍN MOLINA, C. y LÓPEZ-BUSTINS, J. A. (2004). “Catálogo sinóptico manual y causas atmosféricas de la precipitación en la provincia de Alicante”. *Boletín de la AGE*, 38, pp. 279-310.
- AZORÍN MOLINA, C. (2006). *Estudio climatológico sobre las características y procesos físicos de la brisa marina en Alicante (España)*. *Frentes de brisa marina en la costa este de la Península Ibérica*. (Proyecto de Tesis Doctoral en curso).
- ATKINSON, B.W. (1981). *Meso-scale Atmospheric Circulations*. Academic press, London, 495 pp.
- BARRIENDOS, M. *et al* (2002). “Daily meteorological observations in Cádiz-San Fernando. Analysis of the Documentary Sources and the Instrumental Data Content (1786-1996)”. *Clim Chang*, 53, pp. 151-170.
- CAMUFFO, D. y JONES, P. (2002). “Improved understanding of past climatic variability from early daily european instrumental sources”. *Clim Chang*, 53, pp. 1-4.
- CARNESOLTAS CALVO, M. (2002). “La circulación local de brisa de mar y tierra. Conceptos fundamentales”. *Revista Cubana de Meteorología*, 9, pp. 39-60.
- DEFANT, F. (1951). *Local winds. Compendium of meteorology*. American Meteorological Society.
- DOUGUÉDROIT, A. (1998). “Que peut-on dire d’une oscillation Méditerranéenne?”. En *Climate and Environmental Change*, Alcoforado MJ (ed.), Evora, pp. 135-136.
- GONZÁLEZ MÁRQUEZ, J., GUIJARRO PASTOR, JA. y JANSÁ CLAR, A. (1998). “Caracterización de la brisa en Mallorca”. En 1ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. 9ª Asamblea española de Geodesia y Geofísica, Aguadulce (Almería), 9-13 febrero 1998.
- GRBEC, B., MOROVIC, M. y ZORE-ARMANDA, M. (2003). “Mediterranean Oscillation and its relationship with salinity fluctuation in the Adriatic Sea”. *Acta Adriat*, 44, pp. 61-76.
- LÓPEZ-BUSTINS, J.A. y AZORÍN MOLINA, C. (2004). “Aplicación del índice diario de la oscilación del Mediterráneo Occidental al estudio de la tipología pluviométrica en Alicante”. En García Codrón *et al.* (eds) *El Clima, entre el Mar y la Montaña*. AEC, Serie A, 4, Santander, pp. 333-345.
- MARTÍN-VIDE, J. (2003). *El tiempo y el clima*. Rubes, Barcelona, 127 pp.
- MARTÍN-VIDE, J. y LOPEZ-BUSTINS, J. A. (2004). “The Western Mediterranean Oscillation (WeMO) and its influence in the Eastern Spanish rainfall. A methodological approach”. En 4th EMS Annual Meeting Abstracts, vol. 1, 00166.
- MARTÍN-VIDE, J. y LOPEZ-BUSTINS, J. A. (2006). “The Western Mediterranean Oscillation and Rainfall in the Iberian Peninsula”. *Int J Climatol* (en prensa).
- REDAÑO, A., CRUZ, J. y LORENTE, J. (1991). “Main features of the sea-breeze in Barcelona”. *Meteorol Atmos Phys*, 46, pp. 175-179.
- SAARONI, H., MAZA, E. y ZIV, B. (2004). “Summer sea breeze, under suppressive synoptic forcing, in a hyper-arid city: Eilat, Israel”. *Clim Res*, 26, pp. 213-220.
- SALVADOR, R. y MILLÁN, M. (2003). “Análisis histórico de las brisas en Castellón”. *Tethys*, pp. 37-51.

SUPIC, N., GRBEC, B., VILIBIC, I. y IVANCIC, I. (2004). "Long term changes in hydrographic conditions in northern Adriatic and its relationship to hydrological and atmospheric processes". *Ann Geophys*, 22, pp. 733-745.

STEPANEK, P. (2005). AnClim –software para el análisis de series temporales (para Windows)-. Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias Naturales, MU, Brno. 1.47 MB.