

UN MODELO DE SIMULTANEIDAD DE LAS BRISAS MARINAS EN MALLORCA

Gabriel ALOMAR-GARAU¹, Miquel GRIMALT GELABERT¹

¹*Grup de Climatologia, Riscs Naturals i Territori, Universitat de les Illes Balears*

gabriel.alomar@uib.es, miquel.grimalt@uib.es

RESUMEN

Se ha confeccionado un modelo de simultaneidad de las brisas marinas en la isla de Mallorca, de acuerdo con la hipótesis según la cual durante el ciclo diurno hay al menos tres episodios simultáneos de brisa, correspondientes a tres distintas localizaciones o emplazamientos espaciales de la isla, y que corresponden a tres exposiciones costeras posibles (la bahía de Palma al sur, la bahía de Alcúdia al norte, y el Levante de Mallorca). La confección del modelo utiliza datos de viento correspondientes a una serie temporal de 11 años (1993-2003), y se basa en la obtención de las frecuencias de ocurrencia de los episodios de brisa marina –de acuerdo con unos criterios de determinación de la misma establecidos previamente– en cada una de las localizaciones observadas, así como en el análisis de una tabla de contingencia obtenida al efecto. Los resultados permiten inferir el comportamiento espacial de las brisas marinas, de manera que una simultaneidad completa indica un dominio del sistema de brisas en la atmósfera de Mallorca durante la jornada –con interesantes consecuencias de carácter geográfico y meteorológico–, mientras que la falta relativa o absoluta de simultaneidad indica una debilidad del sistema.

Palabras clave: Brisa marina, Régimen de brisas, Mallorca, Simultaneidad de brisas.

ABSTRACT

The study of climatological and geographic circumstances that lead to the establishment of a typical breeze regime, meets in the island of Majorca a wide and extraordinary experimental field. The special configuration and disposition of the island's land coasts (100 km length × 80 km width), as well as its latitudinal subtropical location, favor the recurrence of the phenomenon of sea and land breezes, for which its main aerological and geographical features are known. Since the idea which presumes a theoretical multiplicity of the island breezes –that is a distinctive breeze for every orientation or exposure of its coasts–, based precisely in the physical insularity of the land, a model of simultaneity of the sea-breezes in Majorca has been set, according to the hypothesis which, and ideally, there are during the diurnal cycle at least three simultaneous breeze episodes, corresponding to three coastal exposures (the Palma bay southerly, the Alcúdia bay northerly and the East coast of the island). The production of a simultaneity relies on wind information corresponding to a series of 11 years (1993-2003), and it is based on getting sea-breeze occurrences –according to the criteria for its determination, previously established– in every location observed, as well as in the analysis of a contingency table obtained for that purpose. The model results permit to infer the spatial behaviour of the sea-breezes, so that a complete simultaneity indicates a control of the breeze system in the Majorca atmosphere during the day, with interesting consequences of geographical and

meteorological nature, whereas the absolute or relative lack of simultaneity indicates a weakness in the system..

Key words: Sea breeze, Sea-breeze regime, Majorca, Sea-breeze simultaneity.

1. INTRODUCCIÓN

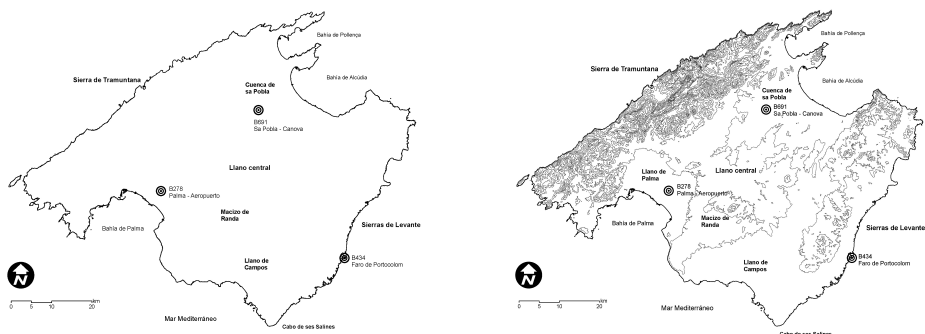
La isla de Mallorca constituye un extraordinario campo experimental para el estudio de las brisas. La condición eviterna de insularidad tiene como consecuencia inmediata una orientación múltiple de la brisa, conservando, en general y teóricamente, la perpendicularidad a las costas y, por tanto, condicionada por la orientación de las mismas. El estudio científico del fenómeno en Mallorca tiene su fundamental precedente en el trabajo *El régimen de brisas en Mallorca*, de los meteorólogos JANSÀ y JAUME (1946), publicación que los estudios posteriores (ALONSO *et al.*, 1983; RAMIS y ALONSO, 1988; RAMIS y ROMERO, 1995; ALOMAR-GARAU y GRIMALT, 2006, entre otros) no han modificado en lo esencial, si bien existen evidentes carencias en la observación y definición de los matices de la brisa marina desde un punto de vista espacial.

La presente comunicación trata del comportamiento espacial diferencial de la brisa marina en Mallorca, a partir del estudio de tres ámbitos geográficos representativos: la bahía del Alcúdia al norte, la bahía de Palma al sur y la costa de Levante. Se han analizado los datos de viento (dirección e intensidad) procedentes de 3 estaciones: B-728 *Palma-Aeropuerto*, B-691 *Sa Pobra-Canova* y B-434 *Faro de Portocolom* (Figs. 1 y 2). Las estaciones dependen de la Agencia Estatal de Meteorología, AEMET (antes INM). Las series de datos son de 11 años (1993-2003), inferior a los 30 recomendados por la WMO. Sin embargo, constituyen los únicos datos instrumentales disponibles generados con fecha posterior a la habilitación de estaciones automáticas con lecturas en intervalos horarios. Se trata de ubicaciones sin influencia urbana o de relieves importantes, y son localizaciones litorales o de vocación marítima. A partir de un análisis estadístico no inferencial de los datos, se ha determinado la ocurrencia de brisa marina en cada una de ellas y durante dicho periodo. La identificación de la presencia de brisa marina *genuina* –es decir la de una circulación atmosférica propia diferenciada del flujo sinóptico dominante– se ha realizado en aplicación de criterios que posteriormente se describen. Finalmente, con la presunción según la cual la brisa marina en Mallorca tiene un comportamiento espacial distinto según las orientaciones de sus costas, se ha modelizado esta multiplicidad direccional. El modelo pretende evaluar la simultaneidad con la que hipotéticamente, y de manera ideal, se comportan espacialmente los episodios de brisa.

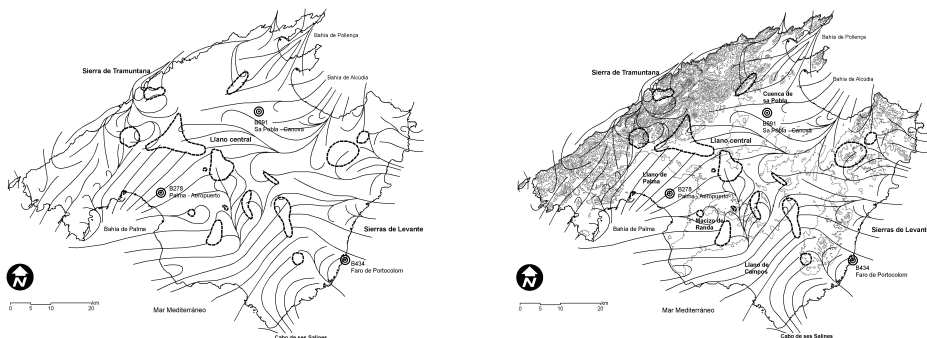
Por su forma (romboidal) y dimensiones (3620 km²), Mallorca constituye un espacio óptimo para el establecimiento de un régimen regular de brisas marinas típico, penetrando éstas hacia el centro de la isla, cuyo punto más continentalizado dista 24,13 km del mar (Figs. 3 y 4).

Considerando una situación ideal de una isla completamente llana y de forma redonda, la brisa marina procedente simultáneamente de las costas, y en general perpendicular a ellas, se dirigiría normalmente al punto más interior de la isla. En Mallorca, el viento de brisa se comporta con una clara tendencia a seguir este modelo, pero la disposición de las áreas montañosas, sobre todo la de la Serra de Tramuntana, parece determinante en la estructura final de la circulación de las brisas (RAMIS y ROMERO, 1995). Si bien las distintas trayectorias

tienden a converger en un punto interior desde sus distintas procedencias litorales, aquellas son impelidas hacia las vertientes orientales de la sierra Norte (Fig. 4).



Figuras 1 y 2. Mallorca. Estaciones meteorológicas estudiadas y orografía (dist. entre curvas de nivel: 100 m).



Figuras 3 y 4. Mallorca. Orografía y líneas de corriente de la brisa marina –según Jansà y Jaume (1946)–. Las áreas marcadas con líneas discontinuas representan zonas de convergencia.

2. DETERMINACIÓN DE LA OCURRENCIA DE BRISAS MARINAS EN MALLORCA

Para determinar los regímenes de brisa en las estaciones estudiadas, se han discriminado los días afectados por brisa *genuina* –es decir con un viento de escala local inducido sólo térmicamente– de aquellos otros en los que la aparición del viento con una dirección que coincide con la dominante de la brisa, responde en realidad al gradiente de presión en la situación sinóptica. Existe una abundante literatura científica sobre el método de selección de las jornadas con brisa, para distinguirlas de aquellas en que no lo son (STEYN y FAULKNER, 1986; FURBERG *et al.*, 2002; SIMPSON, 1995, entre muchos otros; o en un ámbito más

cercano, AZORÍN-MOLINA, 2004 y 2007, entre otros). El criterio primario es la ocurrencia de un cambio o reversión en la dirección del viento de superficie a lo largo del ciclo diurno. La mayoría de autores opta por acompañar el criterio de la reversión diurna por un criterio basado en el gradiente térmico y en la intensidad que alcanza el viento, discriminando y excluyendo así los valores altos de velocidad que sean debidos a la existencia de un viento fuerte de carácter sinóptico. En los casos en los que se ha estudiado la ocurrencia de brisa en áreas del Mediterráneo Occidental, como ha hecho AZORÍN-MOLINA (2004) en Alicante, los criterios son en general similares, aunque simplificados y adaptados a la situación de estudio. El mismo AZORÍN-MOLINA (2007) cita la idea de PREZERAKOS (1986) según la cual la mejor manera de seleccionar jornadas con episodios *genuinos* de brisa marina consiste en un laborioso examen manual de los anemógrafos. En la presente comunicación se ha optado por simplificar los criterios de selección al uso –de todas formas, la estructura de los datos disponibles así lo exige–, que reduce a dos las condiciones: 1) una reversión del viento durante los ciclos diurno y nocturno, y 2) cambios en la velocidad del viento durante los dos ciclos. Los criterios se inspiran, entre otros, en los citados BORNE *et al.*, 1988; FURBERG *et al.*, 2002; y el mismo AZORÍN-MOLINA, 2004.

El procedimiento empleado en el estudio que ahora se presenta es semi-manual –mediante sentencias creadas al efecto con lenguaje SQL en una base de datos informatizada, implementada en el SIG ArcGIS, el paquete estadístico SPSS, la base de datos relacional ACCESS y en la hoja de cálculo EXCEL. Los criterios específicos de identificación de episodios de brisa marina varían de una estación a otra, al estar distintamente orientadas a las costas de la isla. Asimismo, se ha considerado oportuno formular unos criterios de identificación de brisa marina específicos de verano (de junio, julio y agosto), y otros para la época no estival, ya que las horas de sol y la duración de la insolación son factores determinantes de la hora a la que aparece o se desvanece un viento inducido térmicamente, identificado como brisa marina.

El criterio específico de la variable dirección del viento pretende destacar un cambio o reversión diurna de su dirección, acontecido en las horas sucesivas a la salida del Sol (entre las 0700 y las 1300 UTC), acompañado de un periodo de persistencia de la misma dirección en la localización observada (detectada en la variable de las 1800 UTC), y seguido de un cambio direccional posterior, correspondiente al período nocturno (reflejado en la variable de las 0000 UTC), que indica precisamente la reversión nocturna del viento, convertido en terral. La variable velocidad del viento pretende básicamente excluir, a través de un umbral máximo (38 km/h en verano y 29 km/h en las otras estaciones), aquellas jornadas en las que la intensidad de viento se pueda atribuir a un viento de carácter sinóptico. Esto es especialmente válido para el viento nocturno, ya que durante el ciclo nocturno el viento de tierra es necesariamente menos intenso que el viento del ciclo diurno. Asimismo, pretende establecer un umbral mínimo a partir del cual se puede hablar propiamente de brisa, y que en nuestro caso oscila entre los 5 km/h (1,5 m/s) a las 1300 UTC, y los 2 km/h (<1,5 m/s) a las 1800 UTC. A partir de la aplicación informatizada de los criterios mencionados, se ha establecido una comparación entre los días de brisa y los días sin brisa marina, y se han confeccionado las respectivas tablas de frecuencias absolutas y relativas.

De un total de 10734 días válidos examinados (aquellos que excluyen las jornadas sin registro de datos), se han identificado en el conjunto de las tres estaciones de referencia 4286 días de brisa a lo largo del período de estudio de 11 años (1993-2003), y 6448 días sin brisa (Tabla 1).

No obstante, hay 1317 días en los que no ha sido posible la identificación por la existencia de lagunas en las series de datos utilizadas. Así, los días con brisa marina suponen el 39,9%, pero el 35,5% de un total de 12051 días examinados que sí incluyen las jornadas en las que hay lagunas en los datos (Tabla 2). Los días sin brisa marina en ninguna de las localizaciones suponen un 60,1% del total de 10734 días examinados –válidos, como se ha dicho, para la determinación de su ocurrencia–, pero suponen un 53,5% del total de 12051 días examinados. De éstos, los días con lagunas en los datos suponen el 10,9%, y corresponden a aquellas jornadas de las que no se han podido identificar episodios de brisa marina en alguna de las tres localizaciones estudiadas. La distribución anual de las jornadas con brisa marina presenta un máximo característico en verano (centrado en el mes de julio, si bien en este mes la diferencia entre el número de días con brisa y días sin brisa es más alta que en junio y agosto). El mes de marzo representa un punto de inflexión en la aparición de brisas marinas (de un 27,5% de jornadas con brisa en febrero, se pasa al 40,4%), si bien hay una repentina disminución el mes siguiente, abril, que se corrige posteriormente, y que es consecuencia de la elevada variabilidad y inestabilidad atmosférica primaveral.

La distribución de la brisa entre las localizaciones estudiadas presenta ciertas diferencias: Palma–Aeropuerto, Faro de Portocolom y Sa Pobla–Canova tienen un número de jornadas con episodios de brisa marina que representan respectivamente el 45,2% (1426 días), el 38,2% (1489 días) y el 37,2% (1371 días) de las jornadas examinadas (Tabla 1). La estación de Palma–Aeropuerto, se presenta más susceptible a la presencia de episodios con circulaciones locales de viento durante el ciclo diurno. En la bahía de Alcúdia (estación de Sa Pobla–Canova), las jornadas con ausencia de circulaciones locales de brisa son bastante más numerosas. No obstante, las lagunas encontradas en la serie meteorológica correspondiente a la estación de Palma–Aeropuerto (la falta de registros afecta a un 21,6% de los días evaluados de esta localización) pueden haber modificado sus resultados específicos, dada la ajustada diferencia entre jornadas con y sin brisa, en comparación con las dos otras estaciones. Por este motivo, se consideran más fiables los resultados de los casos del Faro de Portocolom y de Sa Pobla–Canova.

3. VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA BRISA MARINA EN MALLORCA. UN MODELO DE SIMULTANEIDAD

La idea de acuerdo con la cual hay en Mallorca una multiplicidad teórica de las direcciones del viento de brisa –es decir, una brisa distintiva para cada orientación de sus costas– ha llevado a la concepción y confección de un modelo de simultaneidad de las brisas marinas, que tiene como base los siguientes fundamentos: Se plantea la hipótesis según la cual, y de manera ideal, durante el ciclo diurno hay al menos tres episodios simultáneos de brisa, correspondientes a tres distintas localizaciones o emplazamientos espaciales en la isla: la bahía de Palma al sur, la bahía de Alcúdia al norte y el Levante de Mallorca. Una simultaneidad completa indica el dominio del sistema de brisas durante la jornada, mientras que la falta –parcial o absoluta– de simultaneidad indica una debilidad del sistema. El modelo de simultaneidad se basa en la obtención de las frecuencias de ocurrencia de brisa marina –de acuerdo con los criterios descritos previamente–, correspondientes a cada una de las localizaciones o estaciones meteorológicas analizadas. A continuación se hace una tabulación cruzada para rellenar las casillas señaladas con los números que van del 1 al 9, de una tabla de contingencia que contiene 9 resultados posibles (Tabla 3):

			Localización (Estación)			Total (días)
			PALMA– AEROPUERTO	FARO DE PORTOCOLOM	SA POBLA– CANOVA	
Ocurrencia de brisa marina	Días con brisa	N	1426	1489	1371	4286
		% de la estación	45,2 %	38,2 %	37,2 %	
	Días sin brisa	N	1725	2408	2315	6448
		% de la estación	54,8 %	61,8 %	62,9 %	
Total (días)		N	3151	3897	3686	10734

Tabla 1. DETERMINACIÓN DE LA OCURRENCIA DE BRISA MARINA EN LAS LOCALIZACIONES SEÑALADAS (1993-2003).

			Localización (Estación)			Total (días)
			PALMA– AEROPUERTO	FARO DE PORTOCOLOM	SA POBLA– CANOVA	
Ocurrencia de brisa marina	Días con brisa	N	1426	1489	1371	4286
		% de la estación	35,5%	37,1%	34,1%	
	Días sin brisa	N	1725	2408	2315	6448
		% de la estación	42,9%	59,9%	57,6%	
	Días sin registro	N	866	120	331	1317
		% de la estación	21,6%	3,0%	8,2%	
Total (días)		N	4017	4017	4017	12051

Tabla 2. OCURRENCIA DE BRISA MARINA EN LAS LOCALIZACIONES SEÑALADAS (1993-2003).

	B278 Palma–Aeropuerto	B434 Faro de Portocolom	B691 Sa Pobra–Canova
Con brisa marina	1	4	7
Sin brisa marina	2	5	8
Sin registro de datos	3	6	9

Tabla 3. TABLA DE CONTINGENCIA

La lectura combinada de los valores de las 9 casillas da como resultado 27 combinaciones posibles (por ejemplo, 1 + 4 + 7 indica una triple ocurrencia de brisa, con un episodio al mismo tiempo en las estaciones de Palma–Aeropuerto, Faro de Portocolom y Sa Pobra–Canova, lo cual expresa una simultaneidad completa).

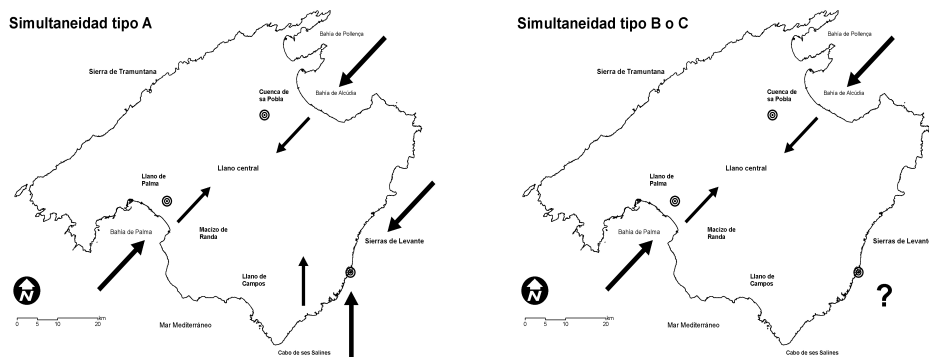
A	Simultaneidad completa (la brisa marina concurre en 3 distintas localizaciones de Mallorca simultáneamente)
B	Simultaneidad parcial–positiva (la brisa marina concurre en 2 distintas localizaciones de Mallorca simultáneamente, y la tercera localización carece de registro de datos –en ella no es posible inferir la ocurrencia o no ocurrencia de brisa–).
C	Simultaneidad parcial–negativa (la brisa marina concurre en 2 distintas localizaciones de Mallorca simultáneamente, y NO concurre en la tercera localización).
D	Sin simultaneidad–positiva (la brisa marina sólo concurre en una localización de Mallorca, y en las otras dos NO lo hace o no tienen registro de datos).
E	Sin simultaneidad–negativa (la brisa marina NO concurre en 2 distintas localizaciones de Mallorca, y la tercera localización carece de registro de datos –en ella no es posible inferir su ocurrencia o no ocurrencia de brisa–, o bien faltan registros de datos de 2 localizaciones, y en la tercera NO hay ocurrencia de brisa, o bien faltan registros de datos en las 3 localizaciones).
F	Sin ocurrencia de brisa (la isla no presenta episodios de brisa marina en ninguna de las distintas localizaciones analizadas).

Tabla 4. TABLA DE REFERENCIA.

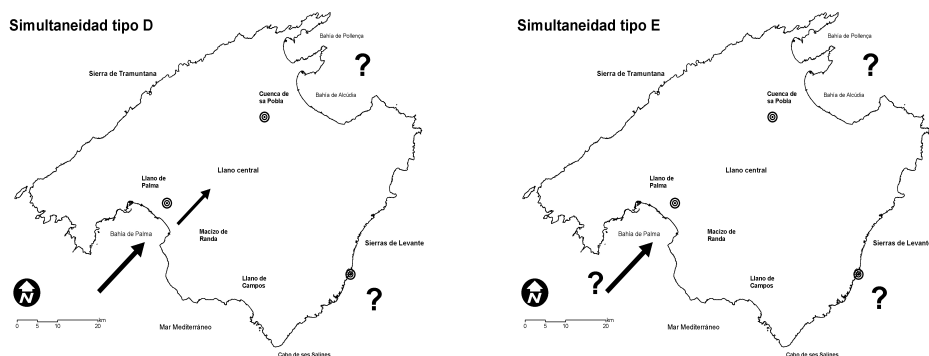
A cada una de las 27 combinaciones de ha asignado un valor (A, B, C, D, E o F) de idealidad o simultaneidad de la brisa marina, que se ha de leer de acuerdo con las especificaciones de la tabla de referencia (Tabla 4), también representadas en los mapas o figuras 5, 6, 7, 8 y 9. Así, como ejemplos, la combinación 1 + 4 + 7 correspondería, como se ha dicho, a una simultaneidad de tipo A; la combinación 1 + 4 + 8 a una simultaneidad tipo C; la combinación 1 + 4 + 9 a una simultaneidad tipo B; la combinación 1 + 5 + 8 a una simultaneidad tipo D; la combinación 2 + 5 + 8 a una simultaneidad tipo F; la combinación 2 + 5 + 9 a una simultaneidad tipo E, y así hasta 27 combinaciones posibles. Los resultados de la tabulación

cruzada se combinan y organizan a partir de la tabla de referencia (Tabla 4) para obtener una tabla (Tabla 5) que contiene las correspondientes frecuencias y porcentajes de los valores obtenidos. En esta misma Tabla 5, los porcentajes entre paréntesis indican frecuencias de aparición de 9 resultados posibles de la tabulación cruzada, respecto del total de días examinados (12051) –aquellos que incluyen los días con lagunas en los datos–.

Los resultados de la determinación de los días con ocurrencia positiva o negativa de episodios de brisa marina en Mallorca se pueden observar en la tabla siguiente (Tabla 5):



Figuras 5 y 6. Mallorca. Modelos de simultaneidad tipos a, b y c. El interrogante y las flechas son aleatorias.



Figuras 7 y 8. Mallorca. Modelos de simultaneidad tipos d y e. Los interrogantes y las flechas son aleatorias.

A partir de los resultados obtenidos de la aplicación del modelo conceptual de simultaneidad a los datos disponibles, la isla de Mallorca presenta una relativamente elevada coexistencia

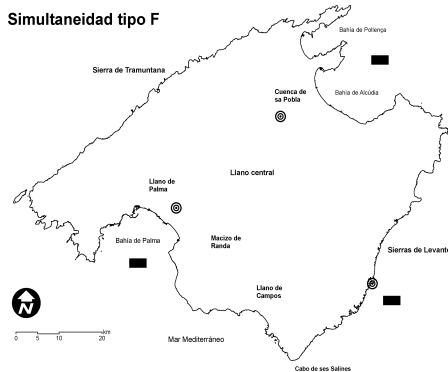


Figura 9. Mallorca. Modelo de simultaneidad tipo f. Las líneas gruesas indican ausencia de brisa marina.

	B278 Palma–Aeropuerto	B434 Faro de Portocolom	B691 Sa Pobla–Canova
Con brisa marina	1426 (35,5%)	1489 (37,1%)	1371 (34,1%)
Sin brisa marina	1725 (42,9%)	2408 (59,9%)	2315 (57,6%)
Sin registro de datos	866 (21,6%)	120 (3,0%)	331 (8,2%)

Tabla 5. TABLA CONTINGENCIA DE LAS FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE APARICIÓN DE 9 RESULTADOS POSIBLES DE LA TABULACIÓN CRUZADA.

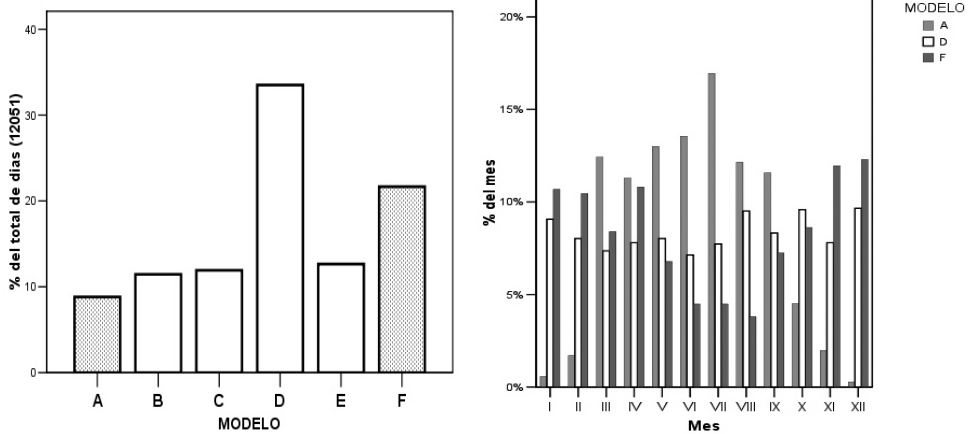
MODELO	N (días)	%	% acumulado
A	1062	8,8	8,8
B	1380	11,5	20,3
C	1437	11,9	32,2
D	4038	33,5	65,7
E	1524	12,6	78,3
F	2610	21,7	100,0
Total (días)	12051	100,0	

Tabla 6. FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE LOS VALORES DE LA TABLA DE REFERENCIA (TABLA 4), DE UNA MUESTRA DE 12051 DIAS.

espacial de episodios de brisa marina cuando concurren geográficamente separados dentro del ámbito insular. Una primera interpretación de los resultados permite inferir que el comportamiento espacial de la brisa marina, desde el punto de vista de la multiplicidad teórica

de su ocurrencia, presenta tres formas características principales: En un tercio (el 32,2%) de los días examinados (*vid.* Tabla 6 y Figura 10), la ocurrencia de brisa de mar se produce simultáneamente repartida en la isla (sigue los patrones A, B y C, es decir los que aseguran el suceso simultáneo de al menos 2 de los 3 episodios de brisa marina posibles). La cifra corresponde a la frecuencia acumulada de los patrones A, B y C, cercana al 34,3% de los casos con patrones E y F –según los cuales los episodios de brisa marina no concurren en ningún lugar de la isla (tipo F), o bien es poco posible que lo hagan, o no se ha podido determinar su ocurrencia (tipo E)–. El último tercio se presenta en forma de brisa marina no simultánea, es decir ceñida a una sola localización costera de la isla (tipo D: “Sin simultaneidad–positiva”). El tipo o modelo D reúne en solitario el 35% de los casos.

Figuras 10 y 11. FRECUENCIAS RELATIVAS DE LOS TIPOS A, B, C, D, E y F,



DEL MODELO DE SIMULTANEIDAD, Y FRECUENCIAS RELATIVAS DE LOS TIPOS A, D y F DEL MODELO DE SIMULTANEIDAD, POR MESES.

El patrón F es frecuente en los meses de invierno en una proporción inversa a su frecuencia en los meses de verano, y tan interesante como importante es destacar el hecho fundamental de que la distribución anual del patrón A –aquél en el cual el sistema de brisas marinas adopta, en las jornadas en las que se presenta, un carácter unitario– sigue la pauta característica del mismo régimen de brisas en Mallorca, es decir que se presenta en los meses centrales del año (Fig. 11). Esto no sólo corrobora la idoneidad climática de los meses centrales del año para acoger un sistema de brisas completamente separado de la circulación sinóptica del aire, sino que pone de manifiesto la existencia de escenarios atmosféricos del todo propicios a la aparición de episodios de precipitación –intensos o no– inducidos por una convergencia absoluta de las corrientes de aire marítimo sobre áreas interiores de la isla.

Por otro lado, los patrones de comportamiento espacial A, B y C presentan un rasgo interesante según el cual muestran una punta en el mes de marzo, precisamente el mes en el que los resultados del tratamiento estadístico previo de las jornadas con brisa, dicen que representa un punto de inflexión a partir del cual aumenta repentinamente el número de días que tienen episodios de brisa marina (Fig. 11). Los tres tipos o modelos A, B y C tienen una distribución

de frecuencias en la que, con la excepción del mes de marzo, los valores más altos están la parte central del año. En cambio, el patrón D muestra una distribución de los casos uniformemente repartida a lo largo del año.

Finalmente, es interesante comprobar la participación de cada una de las combinaciones de la tabla de contingencia del modelo de simultaneidad, en su configuración y forma final. Así, el tipo B está claramente determinado por el gran número de episodios de brisa marina en las localizaciones del Faro de Portocolom y Sa Pobla–Canova. El modelo C tiene en la estación de Palma–Aeropuerto su principal responsable, mientras que en el modelo de comportamiento D, son determinantes las ausencias simultáneas de jornadas con brisa marina del Faro de Portocolom y Sa Pobla–Canova. En la configuración del modelo tipo E, la estación de Palma–Aeropuerto no tiene ninguna corresponsabilidad.

5. AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto IPIBEX CGL2005-07664-C02-02.

6. REFERENCIAS

- ALOMAR-GARAU, G. y GRIMALT GELABERT, M. (2006): “Precipitaciones de verano y régimen de brisas en Mallorca”. En: *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*, J. M. Cuadrats *et al.* (ed.), Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 5, Zaragoza.
- ALOMAR-GARAU, G. (2007): *Contribució al coneixement del comportament espacial de la brisa marina a Mallorca*. Memoria de investigación. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.
- ALONSO, S.; JANSÀ CLAR, A. y RAMIS NOGUERA, C. (1983): “Una simulación numérica de la brisa en la Isla de Mallorca”. En: *VI Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*.
- AZORÍN-MOLINA, C. (2004): “Estimación de la ocurrencia de la brisa marina en Alicante”, En: *El Clima, entre el mar y la montaña*, J.C. García Codron *et al.* (ed.), Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 4, Universidad de Cantabria, Santander.
- AZORÍN-MOLINA, C. y MARTÍN-VIDE, J. (2007): “Methodological approach to the study of the daily persistence of the sea breeze in Alicante (Spain)”. En: *Atmósfera*, 20 (1), 57-81.
- FURBERG, M., STEYN, D.G. y BALDI, M. (2002): “The climatology of sea breezes on Sardinia”. En: *International Journal of Climatology*, 22, 917-932.
- JANSÀ GUARDIOLA, J. M. y JAUME, E. (1946): “El régimen de brisas en la isla de Mallorca”. En: *Revista de Geofísica*, año IV, 19: 304-328. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- PREZERAKOS, N. G. (1986): “Characteristicsof the sea breeze in Attica, Greece”. En: *Boundary-Layer Meteorol.*, 36, 245-266.
- RAMIS, C. y ALONSO, S. (1988): “Sea breeze convergence line in Majorca: A satellite observation.” En: *Weather*, 43: 288-293.

- RAMIS, C. y ROMERO, R. (1995): "A first numerical simulation of the development and structure of the sea breeze on the island of Mallorca". En: *Ann. Geophysicae*, 13, pp. 981-994.
- SIMPSON, J. E. (1994): *Sea Breeze and Local Winds*. Cambridge University Press, Cambridge. 234 pp.