

EL VIENTO EN BARCELONA DURANTE EL VERANO. ALGUNAS APROXIMACIONES PARA SU PREDICCIÓN

Enric Terradellas Jubanteny

(Sección de Climatología, Centro Meteorológico de Cataluña; -INM-)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consiste en lograr una ayuda de carácter estadístico para conseguir una predicción precisa del viento en Barcelona durante los meses de verano. Para ello, además de calcular los valores medios del viento, se identifican los tres regímenes que se observan con mayor frecuencia en verano. A continuación se establece una correlación entre la probabilidad de que se observe cada uno de los tres tipos de viento y los valores de la temperatura y la presión a las 0 horas del día.

1. Introducción.

La necesidad de una predicción más precisa del viento en la zona de Barcelona surgió con motivo del apoyo a las pruebas de vela de los Juegos Olímpicos.

La gran dificultad consiste en que situaciones muy similares dan lugar a regímenes de viento distintos. Por ello, se pensó en una predicción de tipo estadístico que, si bien no fuera determinante a la hora de tomar las decisiones, sirviera al menos de base a la hora de afrontar un análisis mesoescalar más profundo.

2. Situación geográfica.



Figura 1.- Área de Barcelona

Barcelona está situada entre la sierra de Collserola, perteneciente a la Serralada Litoral, y el Mediterráneo. Al Sur se encuentra el delta del Llobregat, donde está ubicado el Aeropuerto, a unos 10 km de la ciudad.

A la hora de afrontar un estudio del régimen de vientos en la zona, se ha optado por partir de los datos del Aeropuerto, a fin de disponer de un emplazamiento aproximadamente llano y alejado del influjo urbano.

3. Valores medios.

A partir de las observaciones sinópticas de 10 años (1975-84) se han calculado los valores medios del viento cada tres horas, de las 0 a las 21 horas UTC.

Tabla I:
Velocidad media del viento en el Aeropuerto de Barcelona durante los meses de verano (en nudos)

	00	03	06	09	12	15	18	21
Junio	1,5	2,2	3,9	6,4	10,4	10,6	7,6	2,9
Julio	1,6	1,7	3,6	6,0	10,0	10,6	7,9	2,7
Agosto	1,7	2,6	4,2	5,2	9,1	9,8	6,6	2,6

Para evaluar la dirección predominante, se calcula el viento vectorial medio, es decir, la suma vectorial de los vientos dividida por el número de observaciones.

A partir de estos valores se calcula el índice k, que es el cociente entre el módulo del viento vectorial medio y la velocidad media. Este índice da una idea de la constancia de la dirección del viento. Varía entre 0 -caso de que no exista una dirección predominante- y 1 -caso de que el viento sople siempre en la misma dirección.

Sus valores pueden verse en las tablas II y III.

Tabla II:
Dirección del viento vectorial medio en el Aeropuerto de Barcelona (en grados)

	00	03	06	09	12	15	18	21
Junio	22	3	355	111	163	171	176	172
Julio	48	7	356	126	164	178	180	129
Agosto	22	360	359	39	165	180	179	85

Tabla III:
Valor del índice k (cociente entre el módulo del viento vectorial medio y la velocidad media)

	00	03	06	09	12	15	18	21
Junio	0,39	0,64	0,83	0,25	0,58	0,63	0,51	0,17
Julio	0,40	0,71	0,85	0,24	0,65	0,69	0,55	0,24
Agosto	0,48	0,81	0,89	0,35	0,63	0,67	0,50	0,20

Como se puede comprobar, existe un importante giro del viento a lo largo del día, con un predominio de vientos del Norte durante la noche y del Sur durante las horas centrales del día. Ello se debe a que durante estos meses la brisa tiene una importancia primordial.

4. Distintos regímenes.

En el período estival se pueden distinguir básicamente tres regímenes de viento, que son los que dan lugar a los valores medios señalados. Estos tres regímenes son los que denominaremos brisa, sudeste y levante.

Para evaluar el porcentaje de días en que se observa cada uno de estos tipos, se han considerado las observaciones semihorarias del período comprendido entre el 16 de julio y el 15 de agosto entre los años 1979 y 1989.

Tipo 1: BRISA. Se caracteriza porque entre las 11 y las 17 horas UTC el viento sopla del sector comprendido entre 180 y 220 grados al menos en un 50% de las observaciones. Se registra un 47% de los días.

Tipo 2: SUDESTE. Es un régimen intermedio entre la brisa y el levante. Viene caracterizado por vientos que, en el mismo período de tiempo, soplan entre 140 y 170 grados al menos en un 50% de las observaciones. Se registra un 14% de los días.

Tipo 3: LEVANTE. Se caracteriza por vientos entre 60 y 130 grados al menos en un 70% de las observaciones del período considerado. Se registra un 21% de los días.

Puede apreciarse, pues, que los tres regímenes de viento citados describen el 82% de los días. Queda tan sólo un 18% de días en los que el viento no puede encuadrarse en ninguno de los tres tipos descritos. Los valores medios del viento para cada régimen pueden verse en la tabla IV.

Tabla IV:
Valores medios para los tres principales regímenes de viento

HORA UTC	TIPO 1			TIPO 2			TIPO 3		
	vel. Kt	vect. vel	medio dir	vel. Kt	vect. vel	medio dir	vel. Kt	vect. vel	medio dir
0	1,4	0,5	333	0,8	0,3	032	2,3	1,7	044
3	1,5	1,2	352	2,2	1,7	359	3,1	2,6	023
6	3,5	3,0	347	4,1	3,8	353	5,0	4,0	017
9	5,4	3,2	203	5,0	1,9	115	8,1	6,9	072
12	9,6	8,9	200	7,6	7,2	163	9,9	9,4	091
15	10,6	10,0	204	8,0	7,6	168	9,2	8,3	095
18	7,2	6,0	210	4,4	3,7	169	6,2	5,4	080
21	2,0	1,4	213	1,0	0,5	141	3,6	3,0	061

5. Variables meteorológicas correlacionadas con el régimen de viento.

Las variables meteorológicas con las que se cuenta como posibles predictores son las que aparecen en los partes *métar*. Tras los análisis correspondientes, se ha llegado a la conclusión de que la temperatura y la presión (QNH) pueden ser las más eficaces. Por razón de operatividad, se han considerado los valores a las 0 horas, con lo cual se dispone de un margen de tiempo suficiente para realizar las predicciones matinales.

6. Resultados estadísticos.

En la tabla V aparecen reflejados, para cada intervalo de presiones (QNH) y temperaturas, el número de casos en que se presentan los distintos tipos de viento descritos. No se consideran los días en que el viento registrado no se ajusta a ninguno de los tres tipos.

En las tablas VI y VII y en las Figuras 2 y 3, se muestran separadamente las dependencias de la temperatura y la presión, de modo que la influencia de estas variables en la frecuencia con que se observan los distintos regímenes de viento se aprecia más intuitivamente.

Parece evidente que existe una dependencia muy acusada de la presión con el hecho de que se registre o no el régimen de brisas. Para discernir entre los regímenes de viento del sudeste y de levante parece, en cambio, más apropiada la temperatura.

Tabla V:

Número de casos en que se observan vientos del tipo I (línea superior), del tipo II (línea intermedia) y del tipo III (línea inferior), para cada intervalo de presión y temperatura

P\T	≤19	20-21	22-23	≥24	TOTAL
11010	0	0	2	1	3
	0	0	1	0	1
	0	3	2	2	7
1011 a	0	3	1	1	5
	1	3	3	0	7
	0	1	5	2	8
1013 a	2	6	7	3	18
	5	3	2	3	13
	0	3	6	2	11
1015 a	6	13	16	2	37
	2	5	4	0	11
	3	11	9	4	27
1017 a	7	18	14	5	44
	3	5	2	1	11
	0	3	4	4	11
1019 a	6	20	8	3	37
	0	2	1	0	3
	2	1	0	1	4
≥1021	6	5	4	0	15
	1	0	1	0	2
	1	1	0	0	2
TOTAL	27	65	52	15	
	12	18	14	4	
	6	23	26	15	

Tabla VI:
Frecuencia con que se registra cada tipo de viento en función de la temperatura a las 0 horas

T(°C)	frecuencia en %			núm. total de casos
	tipo I	tipo II	tipo III	
≤19	60	27	13	45
20-21	61	17	22	106
22-23	57	15	28	92
≥24	44	12	44	34

Tabla VII:
Frecuencia con que se registra cada tipo de viento en función del intervalo de presiones

P(hPa)	frecuencia en %			dúm. total de casos
	tipo I	tipo II	tipo III	
≤1010	27	9	64	11
1011-1012	25	35	40	20
1013-1014	43	31	26	42
1015-1016	49	15	36	75
1017-1018	67	17	17	66
1019-1020	84	7	9	44
≥1021	78	11	11	19

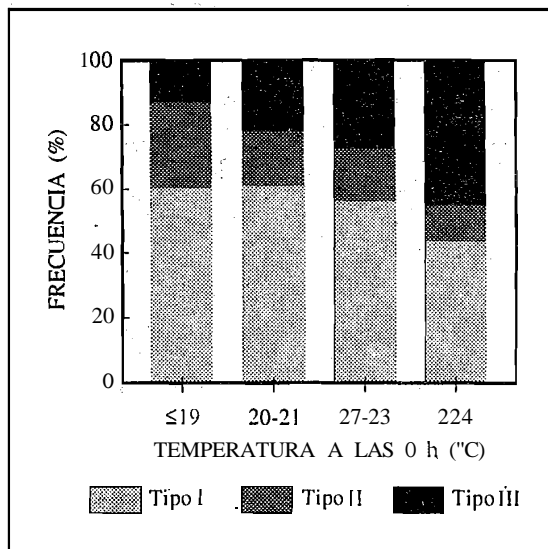


Figura 2.- Frecuencia relativa con que se registra cada tipo de viento en función del intervalo de temperatura a las 0 horas

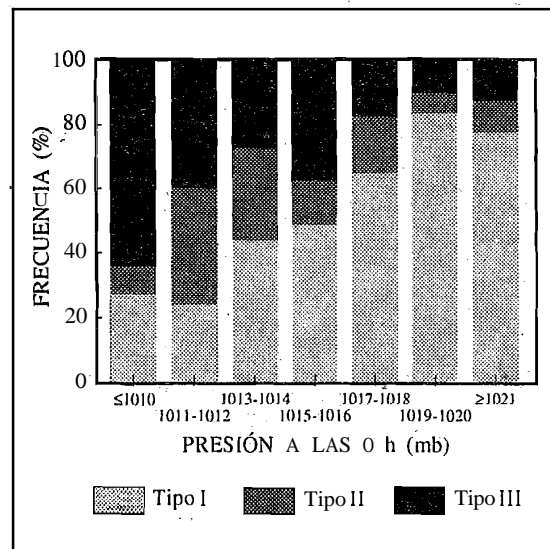


Figura 3.- Frecuencia con que se registra cada tipo de viento en función de la presión a las 0 horas

7. Aplicación a la predicción.

Realizando una correlación lineal entre el QNH y la Probabilidad de que se registre un viento del tipo I (no se consideran los QNH menores o iguales a 1.010 y mayores o iguales a 1.021, y al resto se les asigna marca de clase, de modo que al intervalo 1.011-1.012 le corresponde la marca 1011,5), se obtiene la recta de regresión expresada en la ecuación [1].

Este resultado puede observarse igualmente en la Figura 4, donde se comprueba la bondad del ajuste. El coeficiente de correlación es 0,99.

$$\text{Prob.}(\text{tipo I}) = 7,2 \cdot (\text{QNH} - 1.000) - 57,8 \quad [1]$$

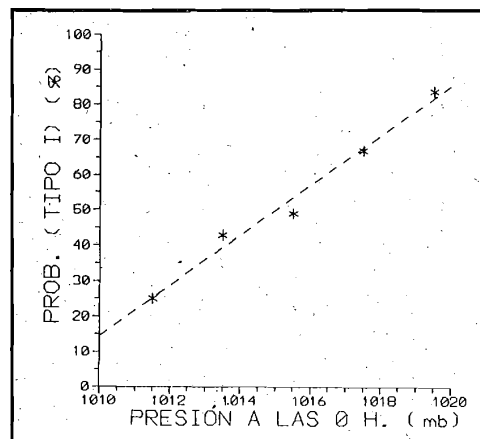


Figura 4.- Recta de ajuste de la probabilidad de que se produzca un viento del tipo I en función de lo presión a las 0 horas

A partir de esta recta de regresión se obtiene la probabilidad de que se produzca un viento del tipo I para cada valor del QNH. Los resultados pueden verse en la tabla VIII.

Tabla VIII:

Probabilidad de que se produzca un viento del tipo I en función de la presión a las 0 horas

QNH	Prob. (tipo I) (%)
1011	21
1012	29
1013	36
1014	43
1015	50
1016	57
1017	65
1018	72
1019	79
1020	86

En los casos en que se descarta el tipo I, para discernir entre los regímenes tipo II y III hay que acudir a la temperatura. Las probabilidades respectivas pueden verse en la tabla IX.

Tabla IX:

Discriminación entre vientos de los tipos II y III según la temperatura

T(°C)	Prob. (tipo II) (%)	Prob. (tipo III) (%)
≤19	67	33
20-21	44	56
22-23	35	65
≥24	21	79

De este modo puede obtenerse la probabilidad de que se observe cada uno de los tipos de viento en función de la presión y la temperatura. Los resultados son los que se muestran en la tabla X.

Ello nos conduce al cuadro resumen mostrado en la tabla XI en el que se incluye, para cada valor de presión y temperatura, el régimen de vientos más probable.

Tabla X:

Probabilidad de que se observen vientos del tipo I (línea superior de cada casilla), del tipo II (línea intermedia) y del tipo III (línea inferior), en función de la temperatura y el QNH a las 0 horas

QNH/T	≤19	20-21	22-23	≥24
1011	21	21	21	21
	53	35	28	17
	26	44	51	62
1012	29	29	29	29
	48	31	25	15
	23	40	46	56
1013	36	36	36	36
	43	28	22	13
	21	36	42	51
1014	43	43	43	43
	38	25	20	12
	19	32	37	45
1015	50	50	50	50
	33	22	17	11
	17	28	33	39
1016	57	57	57	57
	29	19	15	9
	14	24	28	34
1017	65	65	65	65
	23	15	12	7
	12	20	23	28
1018	72	72	72	72
	19	12	10	6
	9	16	18	22
1019	79	79	79	79
	14	9	7	4
	7	12	14	17
1020	86	86	86	86
	9	6	5	3
	5	8	9	11

Tabla XI:

Régimen de viento más probable en función de la presión y la temperatura a las 0 horas

PVT	≤19	20-21	22-23	≥24
≤1012	II	III	III	III
1013	II	I/III	III	III
1014	I	I	I	III
≥1015	I	I	I	I

Conclusiones.

Parece claro que existe una fuerte dependencia entre los valores de temperatura y presión y el régimen de vientos observado. No obstante, en el momento de afrontar la predicción, los resultados que se ofrecen en el presente trabajo no deben considerarse más que a título orientativo. Una mayor utilidad práctica se tendrá lógi-

camente en el momento en que se establezcan los mecanismos causales que llevan a todas estas relaciones estadísticas.

Actualmente se está trabajando en la línea de identificar todos estos mecanismos, pero no se pueden establecer todavía resultados definitivos.