

***Ciclo diario de la
precipitación en las Islas
Baleares***

José A. Guijarro

Agencia Estatal de Meteorología,
Delegación Territorial en Illes
Balears
jaguijarro@inm.es

CICLO DIARIO DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS ISLAS BALEARES

José A. Guijarro

RESUMEN: Se han recopilado los datos de precipitación horaria de 9 estaciones meteorológicas automáticas de las Islas Baleares que abarcan entre 14 y 19 años de observación. Con esta información se ha estudiado cómo varía el ciclo diario de la precipitación a lo largo del año, encontrando una gran regularidad en noviembre y diciembre, que luego da paso a un aumento de las precipitaciones durante la madrugada y, sobre todo en la mitad cálida del año, en las horas centrales del día. En conjunto, el mínimo de precipitación tiene lugar hacia el final de la tarde.

PALABRAS CLAVE: precipitación, distribución horaria, Islas Baleares.

ABSTRACT: Hourly precipitation data spanning 14 to 19 years of observation were compiled from nine automatic weather stations in the Balearic Islands. This information was used to study the annual variations in the daily precipitation distribution. This diurnal cycle displays a great regularity in November and December, then leads to increased rainfall during the late night, especially during the central hours of the day during the warm half of the year. The overall minimum precipitation takes place in late afternoon.

KEYWORDS: precipitation, hourly distribution, Balearic Islands.

1. Introducción

La precipitación suele estudiarse, desde un punto de vista climatológico, como aportación primaria a los recursos hídricos de una región, y más en el caso de las Islas Baleares, en que no cabe el aprovechamiento de aportes de otras zonas a través de redes fluviales. En este contexto, las variaciones temporales más estudiadas son la distribución estacional y la variabilidad interanual.

Sin embargo, cuando se mira la predicción del tiempo, se atiende a la precipitación como elemento perturbador de la mayoría de actividades humanas al aire libre, sean éstas lúdicas, domésticas (tender la ropa), o laborales, incluyendo su incidencia en el tráfico. Y como estas actividades tienen lugar en ciclos diarios bien definidos, la influencia de la precipitación será muy diferente según la hora en que tenga lugar.

Esta breve nota trata de estudiar cómo se reparte la precipitación a lo largo del día, y si presenta variaciones de unos meses a otros y entre distintas zonas del archipiélago Balear. Esto puede servir no sólo para valorar la incidencia de este elemento meteorológico en las actividades humanas a lo largo del año, sino también para reflejar los posibles patrones temporales de las situaciones meteorológicas productoras de precipitación.

2. Métodos

Para abordar el estudio del ciclo diario de la precipitación se ha recurrido a la información de las estaciones meteorológicas automáticas de la red de la Agencia Estatal de Meteorología. Esta red ha visto incrementada su densidad recientemente, pero el estudio se ha restringido a las nueve estaciones con registros más largos, instaladas entre 1989 y 1994 (Cuadro I y Fig. 1). Como quiera que los datos de las

Cuadro I. Estaciones meteorológicas automáticas utilizadas en el estudio, con sus coordenadas, año de inicio, años con datos, y precipitación anual media homogeneizada al periodo 1989-2008 (20 años).

N	Indic.	Nombre	X (km)	Y (km)	Z (m)	Inicio	Años funcionamiento	Precipitación anual (mm, 1989-2008)
1	B013	Lluc	490,2	4.408,3	490	1993	15,4	1.164,6
2	B228	Palma Portopí	467,9	4.378,5	3	1989	19,0	369,7
3	B248	Serra d'Alfàbia	475,5	4.398,6	1030	1994	13,7	637,1
4	B346A	Porreres Poliesportiu	502,0	4.374,5	120	1989	18,8	416,6
5	B434	Far de Portocolom	523,4	4.362,9	17	1993	15,3	434,6
6	B569	Far de Capdepera	541,0	4.396,5	60	1989	17,6	384,0
7	B780	Port de Pollença A. M.	508,6	4.417,9	2	1989	19,1	590,5
8	B893	Menorca Aeroport	604,9	4.413,8	85	1993	15,1	514,0
9	B954	Eivissa Aeroport	358,6	4.304,5	11	1994	15,1	422,3

estaciones meteorológicas automáticas suelen presentar frecuentes lagunas temporales por averías de distinta duración, se incluyen en el cuadro 1 los años efectivos de funcionamiento, calculados a partir del número de horas con datos válidos.

La precipitación de estas estaciones presenta grandes variaciones espacio-temporales, con precipitaciones medias anuales comprendidas entre los 425 mm del faro de Capdepera y 428 mm del aeropuerto

de Ibiza, hasta los 1.255 mm de Lluc, en pleno macizo montañoso de la sierra de Tramuntana de Mallorca. Pero todas ellas presentan el acusado mínimo estival propio del clima mediterráneo, como se puede observar en el Cuadro 2, en el que se dan las precipitaciones medias mensuales y anuales del mismo periodo 1989-2008, pero procedentes de las medidas convencionales realizadas con pluviómetros tipo Hellman en las mismas ubicaciones de las estaciones

automáticas (excepto en la sierra de Alfàbia, dotada únicamente con instrumentación de lectura automática), que deben considerarse más fiables que las de los pluviómetros automáticos. Las medias anuales de estos últimos son siempre inferiores, desde un insignificante 1% en el aeropuerto de Ibiza hasta un 19% en Palma Portopí. Aunque generalmente se atribuye este déficit de medida a pérdidas proporcionales a la intensidad de la precipitación, en un estudio

no se encontró que esta dependencia fuera estadísticamente significativa (Gujarro, 2002), por lo que estas diferencias pueden deberse a defectos de calibración, pero también a la pérdida de precipitación durante cortos periodos de falta de funcionamiento de la estación (inferiores a tres horas, límite máximo de tolerancia para calcular los datos diarios, paso previo a su vez para el cálculo de los totales mensuales).

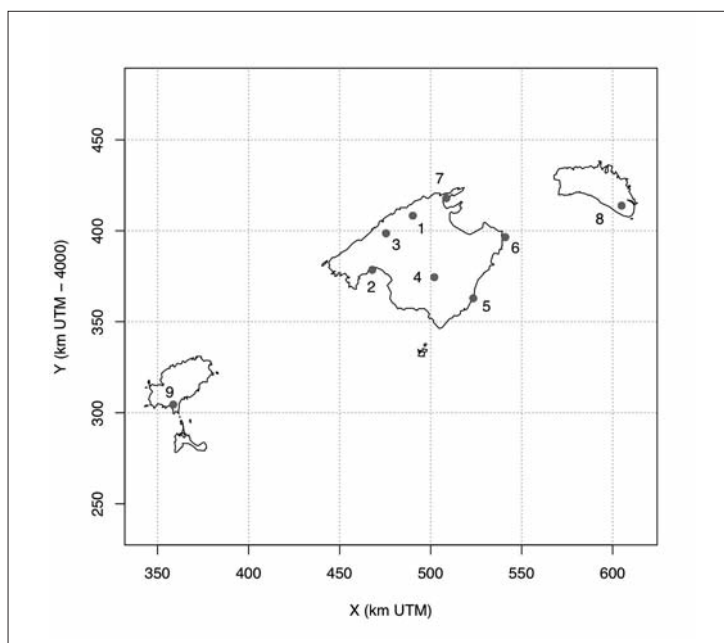


Fig. 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas estudiadas.

Como el periodo de estudio contiene datos de entre 14 y 19 años según las estaciones, las frecuencias obtenidas no pueden considerarse suficientemente estables, de modo que este estudio tiene un carácter preliminar, hasta que en el futuro pueda contarse con registros de mayor dura-

ción. Una de las consecuencias de no contar con series suficientemente largas es que las frecuencias obtenidas presentan un aspecto «ruidoso», observándose a simple vista la ocurrencia de valores singularmente elevados (sobre todo en los meses más secos), producto sin duda de algún episodio

Cuadro II. Precipitaciones medias mensuales y anuales durante el periodo 1989-2008 (en mm) en las ubicaciones de las estaciones meteorológicas automáticas. (Medidas con pluviómetro Hellmann, excepto en B248).

Indic.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
B013	128,0	93,0	70,9	103,2	80,1	26,5	18,7	45,6	104,8	183,9	206,2	194,3	1.255,2
B228	38,8	33,6	24,5	39,2	33,7	12,4	6,4	27,2	50,0	73,7	64,5	50,5	454,5
B248	63,8	50,7	35,4	61,3	54,7	16,8	6,6	28,4	52,2	82,8	95,8	88,6	637,1
B346A	43,7	38,4	26,4	38,9	46,1	12,9	9,7	23,8	55,9	72,5	75,5	63,4	507,2
B434	39,6	35,8	20,2	31,4	32,4	13,0	2,4	14,7	47,8	76,1	82,1	57,6	453,1
B569	27,1	31,9	19,1	32,3	25,7	13,8	3,5	20,3	54,5	64,6	81,4	50,6	424,8
B780	52,8	50,5	36,2	52,5	41,1	15,6	10,7	31,5	69,6	107,6	118,6	98,8	685,5
B893	47,9	44,1	33,3	45,7	34,0	15,9	4,4	21,7	58,0	82,2	97,4	63,8	548,4
B954	42,4	32,2	23,8	29,1	28,1	12,3	5,2	17,2	63,0	58,6	55,7	60,3	427,9

de precipitación inusualmente intenso. Para minimizar este efecto, se ha optado por reducir la resolución del ciclo diario, pasándola de horaria a bihoraria, con lo que además las tablas equilibran la resolución de los ciclos diario y anual, al contar con 12 clases en ambas dimensiones temporales.

Para estudiar la evolución anual del ciclo diario de la precipitación independientemente de la cantidad de la misma, se ha optado por eliminar su estacionalidad, para lo que las frecuencias de precipitación bihoraria se han calculado como porcentajes de la precipitación de cada uno de los meses, al igual que hicieron Oki y Musiaki (1994). Los fallos de funcionamiento por averías pueden considerarse lo suficientemente aleatorios como para no influir en los resultados.

Con las tablas de porcentajes de precipitación de cada estación se han calculado tanto las medias bihorarias anuales de cada estación como una tabla promedio para estudiar el comportamiento general del ciclo de la precipitación en las Islas Baleares. Las horas están expresadas en horario universal coordinado (UTC) y, dada la proximidad de las Islas Baleares al meridiano cero, se aproximan bastante a la hora solar, con un retardo de alrededor de 20 minutos, según la

longitud E de cada estación meteorológica y la época del año.

Las tablas de datos porcentuales se han obtenido con programas propios a partir de los datos obrantes en los archivos de la Agencia Estatal de Meteorología, y para su posterior análisis estadístico se ha usado el paquete R (R Development Core Team, 2008).

3. Resultados y discusión

La Fig. 2 presenta, en forma de diagramas de caja, la distribución de los valores medios anuales de las reparticiones horarias porcentuales calculadas para cada estación. Se observa que, en el conjunto de las nueve estaciones estudiadas, el ciclo diario medio anual presenta un máximo inmediatamente después del mediodía, para decrecer rápidamente hasta alcanzar el mínimo hacia el final de la tarde, en el intervalo de 18 a 20 horas UTC. Después, la precipitación vuelve a aumentar hasta medianoche, se mantiene estacionaria durante las primeras horas de la madrugada, y luego inicia un aumento progresivo hasta el mediodía. Este patrón es bastante concordante con el de actividad tormentosa observado en un estudio de climatología de descargas eléctricas en Baleares (Gujjarro y Heredia, 2005).

Las variaciones estacionales de este ciclo se pueden contemplar en el Cuadro 3, que presenta el porcentaje de precipitación medio de las nueve estaciones estudiadas. (Los datos están redondeados a números enteros para una mejor interpretación visual de la tabla). En enero se observa un máximo de precipitación durante la mañana, que en

meses sucesivos se amplía y abarca también las primeras horas de la tarde, al tiempo que aparecen máximos secundarios durante la madrugada o incluso al final del día (como en septiembre y junio). El año finaliza con una gran regularidad horaria de la precipitación en los dos últimos meses.

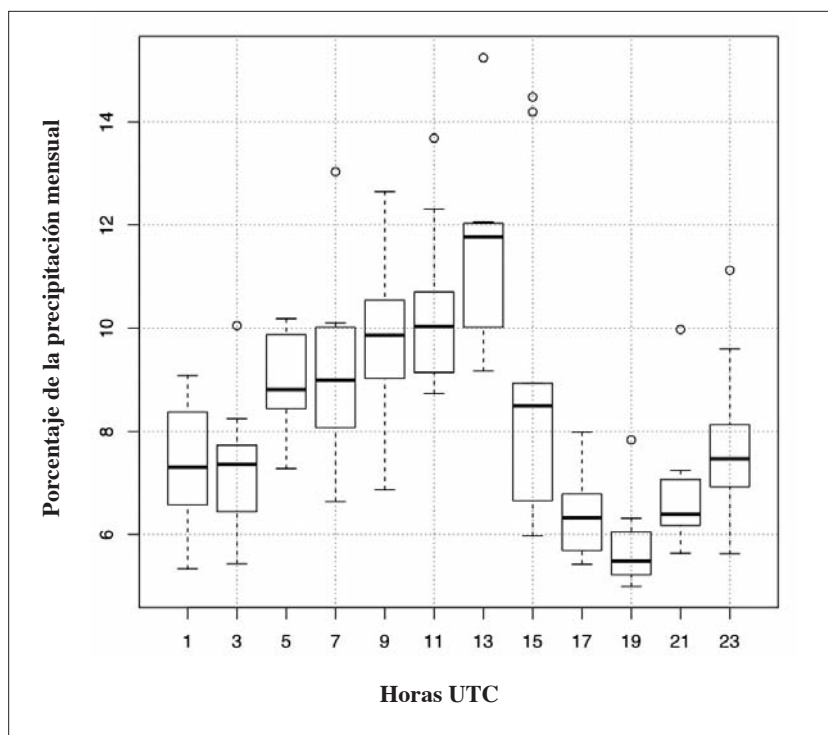


Fig. 2. Ciclo diario medio anual de la precipitación en las nueve estaciones estudiadas.

Los dos principales mecanismos productores de precipitación son el paso de frentes nubosos, que puede considerarse bastante independiente del ciclo diario, y el de procesos convectivos, muy ligados a la marcha del sol y los cambios térmicos asociados. La menor irradiación solar de la época invernal explica así la falta de un ciclo diario claro en los meses de noviembre y

diciembre, aunque en enero, todavía en pleno invierno, la menor temperatura del agua del mar circundante ya permite un contraste suficiente con la tierra calentada por el sol durante la mañana como para empezar a originar fenómenos convectivos.

Pero la incidencia de los procesos de convección es distinta en las zonas marítimas que en las continentales, pues en éstas

Cuadro III. Porcentaje medio de precipitación de las nueve estaciones estudiadas. (Horas UTC).

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	7	8	8	8	7	9	3	5	8	10	8	8
02-04	9	6	7	8	10	6	5	5	10	8	7	8
04-06	8	7	10	9	7	12	10	10	8	9	9	8
06-08	12	9	8	8	10	7	9	12	10	9	9	8
08-10	11	10	10	7	9	12	10	11	7	10	9	9
10-12	11	9	10	7	10	16	16	14	8	8	8	8
12-14	8	11	10	10	12	10	21	15	12	11	9	8
14-16	7	9	9	11	11	5	14	8	10	10	8	7
16-18	6	9	7	7	5	3	8	2	4	8	8	8
18-20	7	8	5	7	6	3	5	3	4	5	8	8
20-22	7	7	7	9	6	8	1	8	5	6	9	10
22-24	7	6	7	9	7	10	1	9	13	7	8	9

da lugar a máximos de precipitación en las horas centrales del día, mientras que en las zonas marítimas la mayor inestabilidad se alcanza durante la noche, al enfriarse radiativamente las capas superiores de la atmósfera mientras que las capas inferiores conservan la temperatura alimentadas por el calor acumulado en el mar (Granger, 2005). Estas diferencias se observan tanto a gran escala, ejemplificada en los distintos ciclos diurnos de precipitación de la parte oriental y occidental de Estados Unidos, como a escalas más pequeñas, como ponen de manifiesto Okí y Musiake (1994) al señalar las diferencias existentes en Japón entre las estaciones costeras y las del interior. También en Colombia, en pleno cinturón tropical donde son frecuentes intensas precipitaciones cenitales, encontramos ciclos diurnos con lluvias más abundantes tras la puesta de sol en áreas de la vertiente Pacífica (Murillo *et al.*, 2005).

El archipiélago Balear puede considerarse como un territorio de ambiente puramente marítimo, y las tablas de frecuencias bihorarias de la precipitación de cada estación individual (ver anexo) son muy ruidosas y no permiten una agrupación

clara de las estaciones por su mayor o menor similitud. No obstante, sí se puede apreciar una mayor precipitación en Porreres en las horas centrales del día durante la mitad cálida del año, lo que se explica por la ya conocida mayor actividad convectiva que se da en el centro de Mallorca por efecto de la convergencia de las brisas de las bahías de Palma y Alcudia principalmente (Jansà y Jaume, 1946).

4. Conclusiones

El ciclo diario de la precipitación en el archipiélago Balear está sometido a variaciones estacionales, que van desde la regularidad de los meses de noviembre y diciembre hasta un notable contraste entre la precipitación convectiva de las horas centrales del día y un acusado mínimo al caer la tarde en los meses más cálidos del año, sobre todo en el interior de Mallorca.

En el conjunto del año es importante también la aportación de precipitaciones convectivas durante la madrugada, generadas en el mar circundante cuando está relativamente cálido.

Bibliografía

GRANGER, O. E. (2005): «Precipitation distribution». En John E. Oliver (Ed.) *Encyclopedia of World Climatology*, Springer, 854 pp.

GUIJARRO, J. A. (2002): «Influencia de la intensidad de la precipitación en las medidas de los pluviómetros de balancín en las Islas Baleares». *Rev. climatol.* n° 2, pp.15-20.

GUIJARRO, J. A. y HEREDIA, M. A. (2005): «Climatología de descargas eléctricas nube-tierra en las Islas Baleares». *Rev. climatol.* n° 4, pp. 9-19.

JANSÀ, J. M. y JAUME, E. (1946): «El

régimen de brisas en la isla de Mallorca». *Rev. de Geof.* n° 5, pp. 304-328.

MURILLO W., PALOMINO, R.; CÓRDOBA, S., ARAGÓN, G. y BANGUERO, E. (2005): «El régimen diario de la precipitación en el municipio de Quibdó (Colombia)». *Rev. climatol.* n° 5, pp. 1-7.

R Development Core Team (2008): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

OKI, T. y MUSIAKE, K. (1994): «Seasonal Change of the Diurnal Cycle of Precipitation over Japan and Malaysia». *J. of Appl. Meteor.* n° 33, pp.1445-1463.

Anexo

Tablas de porcentaje de precipitación (en base mensual) de las nueve estaciones estudiadas
B013 Lluc.

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	8	6	5	9	5	14	1	1	18	15	10	8
02-04	8	5	7	7	17	7	4	8	7	11	6	7
04-06	6	10	9	7	4	20	12	17	8	11	11	6
06-08	10	8	10	10	13	4	2	7	23	9	10	6
08-10	14	12	13	9	9	8	21	10	5	8	9	9
10-12	10	9	9	8	10	12	17	11	11	11	9	8
12-14	7	10	9	7	9	6	20	15	8	11	8	9
14-16	8	8	10	10	7	5	20	5	7	5	9	8
16-18	7	13	6	12	6	1	2	0	2	5	6	8
18-20	5	8	6	8	6	3	2	4	2	4	5	10
20-22	9	5	10	4	6	8	0	12	2	4	10	10
22-24	8	6	6	7	7	11	0	10	8	6	8	11

B248 Serra d'Alfàbia

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	8	10	3	8	5	9	1	1	3	6	8	11
02-04	8	4	3	9	7	7	4	4	20	8	7	8
04-06	9	4	8	7	7	11	22	18	6	9	5	7
06-08	11	7	7	9	8	16	2	15	8	10	8	7
08-10	12	22	8	7	9	21	24	6	13	13	12	6
10-12	8	10	14	7	12	10	9	7	4	6	7	11
12-14	7	12	11	9	18	3	29	17	10	11	8	10
14-16	4	12	16	13	7	5	6	7	4	11	13	6
16-18	4	6	5	8	9	0	1	0	7	11	5	8
18-20	9	7	9	6	11	3	3	6	3	4	7	8
20-22	8	5	10	8	3	13	0	4	1	4	10	10
22-24	12	3	5	7	6	4	0	16	19	6	10	10

B346A Porreres Poliesportiu

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	8	6	8	7	4	5	2	0	4	16	8	11
02-04	8	7	6	8	7	10	2	2	5	8	6	8
04-06	14	8	11	7	4	20	2	10	5	5	8	8
06-08	10	7	11	9	4	2	4	7	7	5	6	8
08-10	12	8	7	7	4	6	0	4	3	9	12	10
10-12	9	8	10	5	4	25	24	14	8	6	9	8
12-14	5	10	7	19	24	7	20	13	5	14	12	8
14-16	6	8	12	10	29	4	18	29	27	16	7	6
16-18	4	10	10	7	4	3	27	4	3	10	6	8
18-20	8	15	8	4	7	0	2	2	3	3	7	8
20-22	9	7	5	9	6	11	0	9	7	4	12	8
22-24	7	6	6	9	4	6	1	5	26	5	7	8

B434 Far de Portocolom

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	4	4	12	8	9	2	0	2	3	6	8	6
02-04	6	3	5	5	4	5	1	3	11	6	7	10
04-06	4	6	7	10	3	8	17	2	3	7	9	9
06-08	11	8	10	8	19	2	18	10	3	7	13	11
08-10	7	6	10	9	8	12	3	4	12	21	8	10
10-12	16	16	9	3	12	20	25	39	4	7	8	6
12-14	11	19	17	13	8	21	9	34	26	13	6	7
14-16	13	12	8	12	10	14	3	2	6	11	8	8
16-18	10	11	6	7	8	0	4	1	4	7	13	10
18-20	8	6	3	4	5	0	20	3	3	4	7	6
20-22	7	6	6	10	7	4	0	0	9	4	9	11
22-24	4	3	7	11	5	10	0	0	16	7	5	7

B569 Far de Capdepera

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	8	10	3	8	5	9	1	1	3	6	8	11
02-04	8	4	3	9	7	7	4	4	20	8	7	8
04-06	9	4	8	7	7	11	22	18	6	9	5	7
06-08	11	7	7	9	8	16	2	15	8	10	8	7
08-10	12	22	8	7	9	21	24	6	13	13	12	6
10-12	8	10	14	7	12	10	9	7	4	6	7	11
12-14	7	12	11	9	18	3	29	17	10	11	8	10
14-16	4	12	16	13	7	5	6	7	4	11	13	6
16-18	4	6	5	8	9	0	1	0	7	11	5	8
18-20	9	7	9	6	11	3	3	6	3	4	7	8
20-22	8	5	10	8	3	13	0	4	1	4	10	10
22-24	12	3	5	7	6	4	0	16	19	6	10	10

B780 Port de Pollença A. M.

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	5	8	12	9	4	5	0	17	14	6	7	6
02-04	10	8	9	10	10	6	4	3	17	5	8	7
04-06	7	9	11	6	6	9	15	18	11	11	10	6
06-08	15	12	8	5	7	13	2	15	7	17	11	9
08-10	10	11	13	7	8	22	17	7	4	7	9	12
10-12	11	6	6	7	12	8	10	16	11	7	5	9
12-14	7	8	12	8	15	10	36	3	10	8	10	8
14-16	8	8	7	12	14	1	11	4	4	7	5	6
16-18	7	6	5	7	6	0	1	4	4	11	8	8
18-20	8	7	5	8	6	0	3	4	3	8	14	8
20-22	6	8	4	12	4	14	1	5	6	4	8	12
22-24	6	9	8	9	9	12	0	3	9	8	5	9

B893 Menorca Aeroport

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	7	10	6	6	7	18	16	6	7	8	7	6
02-04	11	12	8	4	12	4	0	4	9	9	7	7
04-06	7	8	8	11	14	4	10	1	6	6	6	13
06-08	12	8	9	9	6	10	4	11	12	8	5	9
08-10	10	8	11	7	17	12	2	14	5	9	2	12
10-12	16	6	7	7	6	11	16	5	18	9	11	9
12-14	8	6	10	13	11	21	32	6	14	9	8	5
14-16	4	5	8	11	7	4	4	3	7	10	9	4
16-18	7	6	6	8	2	0	6	0	9	5	13	9
18-20	2	7	4	9	4	0	8	0	3	5	11	6
20-22	4	12	11	9	8	2	3	35	2	11	11	11
22-24	12	12	11	6	6	15	0	15	9	10	9	10

B954 Eivissa Aeroport

Horas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
00-02	13	8	10	12	12	16	1	10	10	6	4	6
02-04	15	5	7	9	16	6	18	18	11	6	5	7
04-06	9	6	13	7	8	7	0	13	6	17	9	10
06-08	7	9	6	7	10	4	0	23	7	3	13	8
08-10	10	12	17	6	6	2	5	3	6	2	8	9
10-12	8	18	13	10	10	20	28	7	5	10	9	10
12-14	9	12	9	7	6	4	25	8	29	16	10	10
14-16	8	5	3	6	12	5	3	6	3	13	7	9
16-18	4	7	8	4	2	10	18	4	1	7	9	6
18-20	8	7	4	14	5	15	0	3	12	8	9	8
20-22	4	5	4	10	8	6	0	6	0	6	8	11
22-24	6	5	6	7	6	5	4	0	8	7	9	5