

Climatología del Balneario Cervantes

FRANCISCO JAVIER MANTERO SÁENZ
Y YOLANDA GALVÁN RAMÍREZ
*Servicio de Desarrollos Medioambientales.
Instituto Nacional de Meteorología*

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio bioclimático de la zona donde está ubicado el Balneario Cervantes. El análisis climatológico se efectúa a través de estudios tanto termométricos como pluviométricos, utilizando datos obtenidos en la estación climatológica de Santa Cruz de Mudela, próxima al Balneario. El estudio bioclimático comprende el cálculo de los índices y la sensación de confort a través de la temperatura efectiva, extrayéndose de los mismos una clasificación bioclimática.

Palabras clave: Bioclimatología.- Temperatura efectiva.- Confort.

ABSTRACT

Climatology of Cervantes Spa

A bioclimatic study of the Cervantes Spa is described in this paper. The thermometric and pluviometric data corresponding to climatological station of the Santa Cruz de Mudela, next to the Spa. It has been calculated the effective temperature and through this the temperature – humidity index and the comfort behaviour number. From these data a bioclimatic classification has been proposed.

Key words: Bioclimatology.- Effective temperature.- Comfort.

INTRODUCCIÓN

El Balneario Cervantes se encuentra situado a 38° 38' de latitud, a 3° 28' W de longitud, y a unos 720 metros de altitud, en la Cuenca del Jabalón, a unos 15 km de Valdepeñas, y a unos 60 de Ciudad Real. Los datos de temperatura y precipitación corresponden a la

estación climatológica de Santa Cruz de Mudela, durante el periodo de 1965 a 1984. Los datos horarios de temperatura, humedad relativa y viento utilizados en el estudio bioclimático corresponden al Observatorio Meteorológico de Valdepeñas.

1. ESTUDIO TERMOMÉTRICO

a) **Temperatura media mensual y anual, temperaturas medias máximas y mínimas mensuales y anuales, y temperaturas máximas y mínimas absolutas**

En el Cuadro I se muestran las temperaturas medias mensuales y anuales, así como las medias de las temperaturas máximas y mínimas registradas en el Balneario, y las temperaturas máximas y mínimas absolutas tanto mensuales como anuales.

Desde el punto de vista termométrico, la temperatura máxima absoluta de todo el periodo estudiado fue de 46 °C los días 5 y 6 de agosto de 1965, y la temperatura mínima absoluta registrada fue de -13 °C el día 13 de febrero de 1983, siendo de destacar la existencia de un largo periodo anual en el que se producen valores mínimos absolutos por debajo de cero grados, o muy próximos a este valor, excepto durante los meses de verano, en los que el aumento de temperatura es muy acusado.

Los valores medios mensuales superan los 10 °C a lo largo de siete meses, de abril a octubre; superando los 20 °C en los meses de junio a septiembre.

La media de las temperaturas máximas registradas en el Balneario durante el periodo de estudio tiene un valor anual de 22,1 °C, siendo los valores medios más altos durante los meses de julio y agosto con unos índices de 36,2 °C y 35,7 °C respectivamente.

Asimismo, la media anual de las temperaturas mínimas registradas es de 7,8 °C, siendo los meses de enero y diciembre los que tienen valores medios de las temperaturas mínimas inferiores, correspondiendo el valor medio alcanzado a 0,7 °C, y el mes de agosto el que presenta valores medios de las mínimas más alto con un valor de 17,3 °C.

CUADRO I

	<i>Temperatura Máxima Absoluta</i>	<i>Temperatura Máxima Media</i>	<i>Temperatura Mínima Absoluta</i>	<i>Temperatura Mínima Media</i>	<i>Temperatura Media</i>
Enero	21,0	11,7	-10,0	0,7	6,2
Febrero	28,0	12,7	-13,0	1,4	7,0
Marzo	31,0	16,0	-7,0	2,9	9,5
Abril	32,0	19,1	-5,0	5,3	12,2
Mayo	40,0	23,7	1,0	8,3	16,0
Junio	43,0	30,4	5,0	13,4	21,9
Julio	44,5	36,2	9,0	17,2	26,7
Agosto	46,0	35,7	7,0	17,3	26,5
Septiembre	43,0	30,4	4,0	13,4	21,9
Octubre	38,0	22,2	-2,0	8,8	15,5
Noviembre	27,0	15,7	-6,0	3,9	9,8
Diciembre	21,0	11,9	-10,0	0,7	6,3
Anual	46,0	22,1	-13,0	7,8	15,0

En la Figura 1 se representa gráficamente la evolución anual de la temperatura media, máxima y mínima absoluta, así como las temperaturas medias de la máximas y de las mínimas. La diferencia

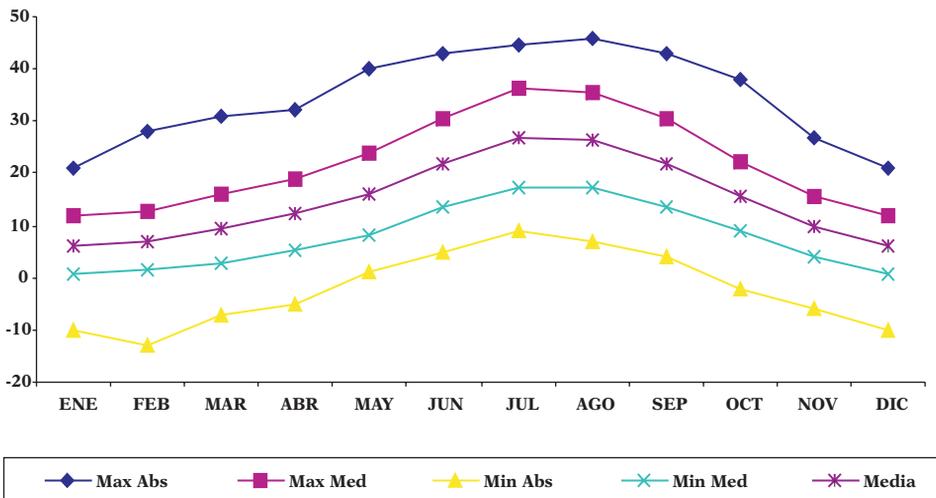


FIGURA 1. Diagrama Termométrico.

entre la temperatura media del mes más cálido (26,7 °C), y la del mes más frío (6,2 °C), es de 20,5 °C. La oscilación media diurna es mayor en verano que en invierno, alcanzando su máximo en el mes de julio en el que la diferencia entre la media de las máximas y la media de las mínimas es de 19 °C. El valor mínimo corresponde a enero con un valor de 11 °C de oscilación media.

b) Numero de días de helada, bochorno, días con T máxima > 25 °, >30 ° y días de T mínima < 5°C

Se considera día de helada, aquel en que la temperatura mínima es igual o inferior a los 0 °C. El Cuadro II muestra que los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo presentan un considerable número de días con heladas. Durante los meses de abril y octubre se registraron muy pocos días de helada, no registrándose ninguno en los meses de mayo a septiembre, siendo el total anual de 55,9.

CUADRO II

	<i>Días de Tmax >25°C</i>	<i>Días de Tmax >30°C</i>	<i>Días de helada</i>	<i>Días de bochorno</i>	<i>Días de Tmin <-5°C</i>
Enero	0,0	0,0	15,8	0,0	2,5
Febrero	0,3	0,0	10,0	0,0	1,5
Marzo	1,8	0,1	6,1	0,0	0,7
Abril	5,8	0,3	2,1	0,0	0,1
Mayo	13,5	5,2	0,0	0,0	0,0
Junio	24,8	18,6	0,0	1,2	0,0
Julio	30,5	29,0	0,0	7,8	0,0
Agosto	30,6	28,3	0,0	8,7	0,0
Septiembre	25,6	18,3	0,0	1,1	0,0
Octubre	11,4	3,2	0,5	0,0	0,0
Noviembre	1,2	0,0	5,5	0,0	0,3
Diciembre	0,0	0,0	15,9	0,0	2,3
Anual	145,5	103,0	55,9	18,8	7,4

Es de destacar de igual manera que los días de bochorno (días con temperatura mínima mayor de 20 °C), registrados para el perio-

do de estudio, son muy escasos, estando distribuidos entre los meses de junio y septiembre, pero en una proporción que hemos de considerar muy baja dadas las características continentales del clima de la región en general.

Los días de temperatura máxima igual o superior a 25 °C, o de verano, ocupan una banda que se extiende desde el mes de marzo al mes de octubre, con un máximo de días con estas características registrado en los meses de julio y agosto en los que prácticamente ningún día la temperatura máxima fue inferior a 25 °C.

Los días calurosos, con temperaturas máximas que alcanzan o superan los 30 °C, se dan desde mayo a octubre, y prácticamente todo el mes de julio y agosto.

Atendiendo a la temperatura media diaria, se tiene que el n° anual de días suaves, con $t > 10^{\circ}\text{C}$, es de 250. El de días de bienestar, con $t > 15^{\circ}\text{C}$, es de 158. El de días tropicales, con $t > 20^{\circ}\text{C}$, es de 111.

En la Figura 2, se muestran gráficamente el número de días de helada, días con temperatura máxima $> 25^{\circ}\text{C}$, $> 30^{\circ}\text{C}$, así como los de temperatura mínima $< -5^{\circ}\text{C}$.

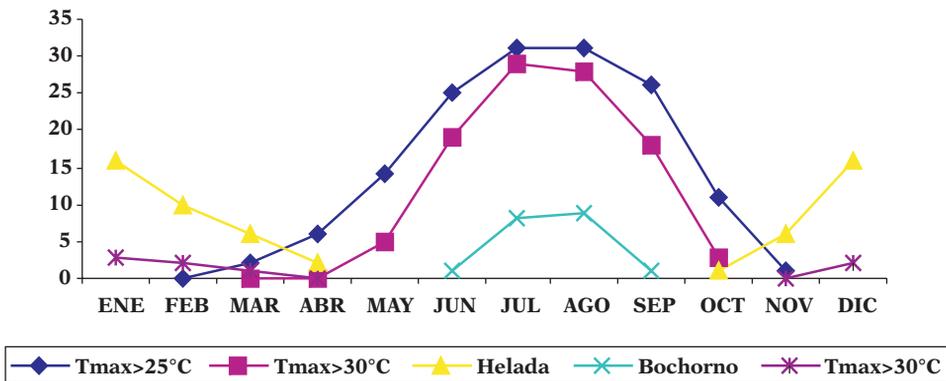


FIGURA 2.

c) Oscilaciones extremas

La oscilación es la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias alcanzadas en Santa Cruz de Mudela. Dicha evolu-

ción, mostrada en la Figura 3, nos muestra un comportamiento de la oscilación media diurna bastante uniforme a lo largo del año con un máximo no muy acusado en los meses de verano. Todos sus valores están comprendidos entre los 11 °C en enero a los 19 °C en julio.

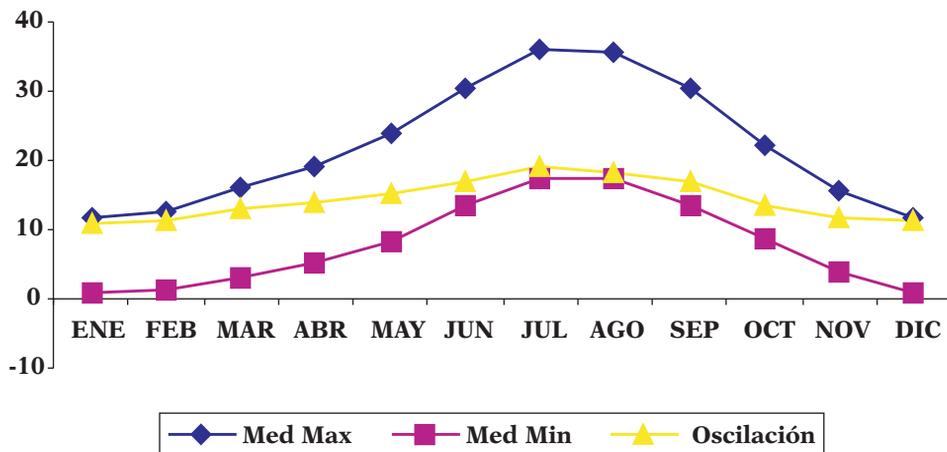


FIGURA 3. Oscilación de temperatura.

d) Estaciones térmicas

Las cuatro estaciones del año, establecidas astronómicamente, difieren de las establecidas según criterios meteorológicos.

Las temperaturas medias nos indican el comienzo y la duración real de cada estación, que según los valores térmicos se establecen de la siguiente manera:

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Temperatura Media	10 °C a 17 °C	> 17 °C	17 °C a 10 °C	< 10 °C

De acuerdo con este criterio, se ha obtenido el Cuadro III donde se refleja el comienzo y duración de cada una de las estaciones del año en Santa Cruz de Mudela y alrededores.

CUADRO III.

<i>Estación</i>	<i>Comienzo</i>	<i>Final</i>	<i>Porcentaje</i>
Primavera	20 de marzo	21 de mayo	17,3
Verano	22 de mayo	8 de octubre	38,4
Otoño	9 de octubre	14 de noviembre	10,1
Invierno	15 de noviembre	19 de marzo	34,2

Del cuadro anterior podemos deducir la existencia de dos estaciones predominantes que son el verano y el invierno, y la poca duración que tienen la primavera y el otoño, lo que da idea de que generalmente el cambio de las estaciones extremas se hace de una manera brusca sin que apenas tengan desarrollo estas estaciones que tienen un papel moderador del clima.

2. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

El término precipitación engloba todas las formas de agua líquida o sólida que caen de las nubes, tales como lluvia, nieve, granizo, etc.

La mayor parte de las precipitaciones en Santa Cruz de Mudela son en forma de lluvia, teniendo cierta relevancia las nevadas desde noviembre a abril, que no llegan a cubrir el suelo, y las tormentas de primavera y verano.

Pluviométricamente, se observa que la precipitación media anual alcanza el valor de 377,8 mm, con un mínimo en verano, y distribuida uniformemente a lo largo del resto del año. El valor medio más bajo se produce en el mes de agosto con un valor de 5,2 mm (Cuadro IV). Los períodos estivales de sequía son relativamente frecuentes, destacando el año 1985, en el que, a lo largo de cinco meses, de junio a octubre, no se registró ninguna precipitación.

La precipitación máxima en un día tuvo lugar el 19 de enero de 1967, con 130 mm., seguida de la del 18 de octubre de 1973 con 84 mm. Es de destacar el mes de julio de 1976 en el que en 8 días de tormentas se recogieron 51 mm.

CUADRO IV.

	<i>Precipitación Total</i>	<i>Precipitación Máxima en 24 horas</i>
Enero	41,3	130,0
Febrero	44,6	56,0
Marzo	41,6	28,0
Abril	43,9	42,5
Mayo	37,8	36,5
Junio	26,1	32,0
Julio	7,2	17,0
Agosto	5,2	12,0
Septiembre	13,3	22,5
Octubre	38,5	84,0
Noviembre	40,4	46,0
Diciembre	37,9	35,0
Anual	377,8	130,0

El número medio anual de días de lluvia es de 54,7, estando regularmente repartido a lo largo de todo el año, excepto en verano, en que disminuye significativamente.

El promedio anual de días de nieve es de 2, de noviembre a abril. El granizo es aún más escaso, siendo algo más frecuente en junio.

El promedio anual de días de precipitación igual o superior a 1 mm es de 54,2. Como nos indica el Cuadro V, las menores frecuencias se observan en los meses de verano, mientras que en el resto del año es relativamente uniforme.

En cuanto al número de días en los que la precipitación media ha sido igual o superior a 10 mm asciende a 11,8 días, con parecida frecuencia mensual, excepto en verano.

Los datos de precipitación se representan gráficamente en la Figura 4, que nos permite observar la evolución anual de las precipitaciones medias en la zona de estudio, en la que es de destacar el mínimo veraniego.

CUADRO V.

	<i>Días de Lluvia</i>	<i>Días de Nieve</i>	<i>Días de Granizo</i>	<i>Días de Tormenta</i>	<i>Días de Niebla</i>	<i>Días $\geq 0,1$</i>	<i>con $\geq 1,0$</i>	<i>Precip. $\geq 10,0$</i>	<i>$\geq 30,0$</i>
Enero	4,9	0,4	0,1	0,0	0,2	5,4	5,1	1,3	0,1
Febrero	6,5	0,4	0,1	0,0	0,0	6,8	6,7	1,5	0,1
Marzo	6,4	0,4	0,0	0,1	0,1	6,7	6,4	1,2	0,0
Abril	6,9	0,2	0,1	0,4	0,1	7,0	7,0	1,3	0,2
Mayo	6,0	0,0	0,0	0,9	0,0	5,9	5,9	1,2	0,1
Junio	3,6	0,0	0,2	1,8	0,0	3,6	3,5	0,9	0,1
Julio	1,1	0,0	0,0	0,9	0,0	1,1	1,0	0,2	0,0
Agosto	1,1	0,0	0,0	0,8	0,0	1,0	0,9	0,1	0,0
Septiembre	2,6	0,0	0,1	0,7	0,0	2,6	2,4	0,4	0,0
Octubre	4,9	0,0	0,0	0,2	0,0	4,8	4,7	1,2	0,1
Noviembre	5,2	0,1	0,0	0,1	0,3	5,2	5,0	1,3	0,2
Diciembre	5,5	0,4	0,1	0,1	1,7	5,8	5,6	1,2	0,1
Anual	54,7	1,9	0,7	6,0	1,4	55,9	54,2	11,8	1,0

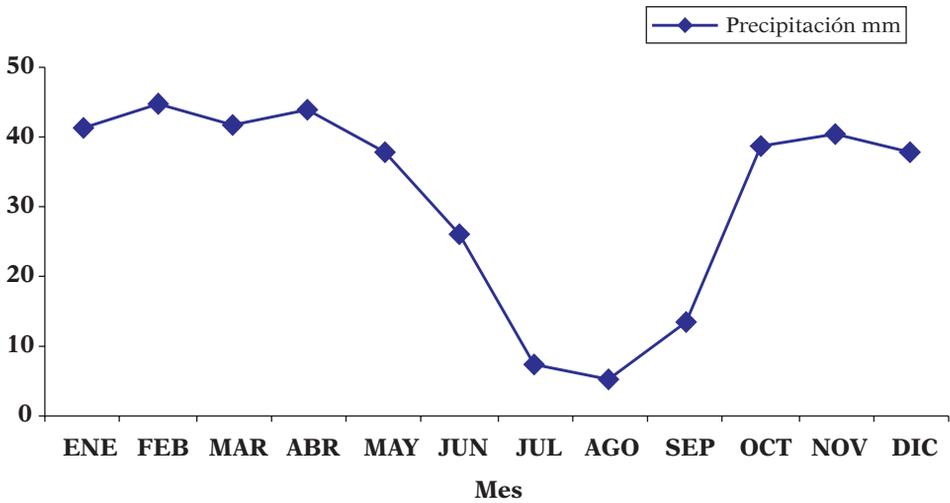


FIGURA 4. Precipitación mensual.

3. DIAGRAMA OMBROMÉTRICO DE GAUSSEN

En el diagrama ombrométrico de GausSEN (Figura 5) se observa la existencia de meses en los cuales la temperatura es superior a la precipitación, desde mediados de mayo a mediados de octubre, ocurriendo lo contrario en el resto de los meses.

Cuando la temperatura es superior a la precipitación, supone un déficit de humedad en el suelo, ya que existe mucha evapotranspiración; en cambio, cuando la precipitación es superior a la temperatura, existe un superávit de humedad en el suelo.

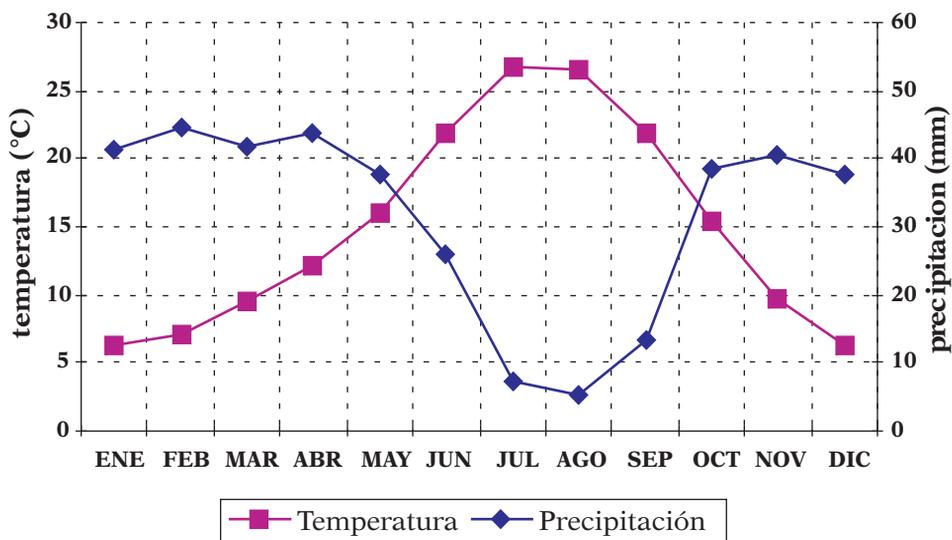


FIGURA 5. Diagrama Ombrométrico.

4. VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS

En el Cuadro VI se indican los valores del índice de continentalidad de Johansson (K), el índice de aridez de Lang (L), el índice de aridez de Martonne (M), así como el índice termopluviométrico de DANTIN y REVENGA (I).

Estos índices se definen de la siguiente manera:

$$\mathbf{K} = 1,6 (\mathbf{A} / \text{sen } \mathbf{J}) - 14$$

$$\mathbf{L} = \mathbf{R} / \mathbf{T}$$

$$\mathbf{M} = \mathbf{R} / (\mathbf{T}+10)$$

$$\mathbf{I} = 100 \mathbf{T} / \mathbf{R}$$

Donde **R** es la precipitación media anual, **T** es la temperatura media anual, **A** es la temperatura media del mes más cálido menos la temperatura media del mes más frío y **J** es la latitud geográfica.

CUADRO VI.

<i>Índice de Johansson</i>	<i>Índice de Lang</i>	<i>Índice de Martonne</i>	<i>Índice de Dantin-Revenga</i>
28,2	32,0	17,8	3,1
Continental	Árido	Semiárido	Semiárido/árido

Del cálculo de los índices anteriores podemos concluir que nos encontramos ante un clima notablemente continental de carácter semiárido/árido.

5. CLIMOGRAMA

Dentro del estudio realizado para el Balneario Cervantes, nos parece interesante incluir los climogramas y el estudio bioclimatológico de la zona, representada por los datos de Valdepeñas, muy próximo a la zona de estudio, y que presenta parecidas características bioclimáticas.

La serie de datos utilizada ha sido obtenida de la información registrada por la estación meteorológica automática de Valdepeñas. Las medidas han sido horarias, de viento, temperatura y humedad, para el período 1992 a 2003 aunque, debido a múltiples fallos, el número de horas válido ha sido equivalente a unos cinco años.

El climograma temperatura-humedad asocia estas dos variables a las sensaciones climáticas que percibimos en cada instante. En la Figura 6 se representan los valores mensuales del par temperatura-

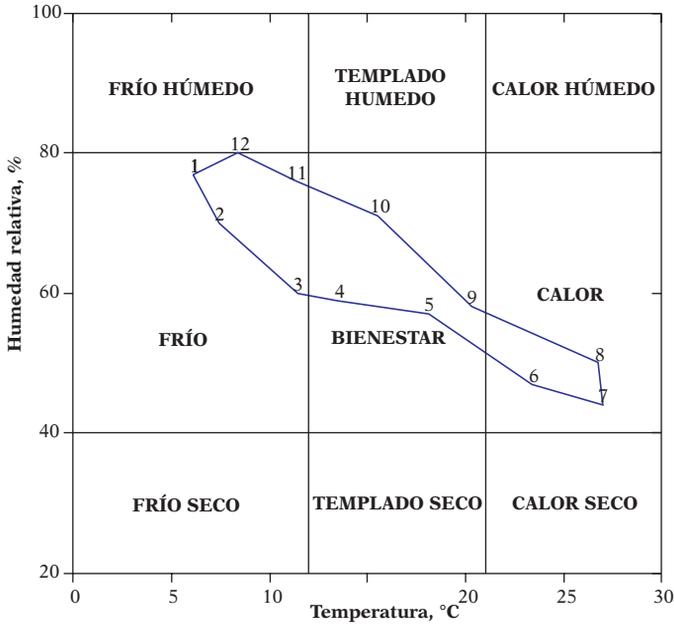


FIGURA 6. *Climograma Temperatura - Humedad.*

humedad relativa, representándose igualmente las zonas de sensaciones climáticas.

El hombre esta afectado por el tiempo y el clima de muchas maneras que influyen en las sensaciones de bienestar o de incomodidad que percibe y que, además, tienen una consecuencia tanto física como mental, reflejándose en su conducta. Para calcular estos efectos se utilizan indicadores de sensación. Estos indicadores se derivan de estudios de sensaciones de calor y frío en humanos, con medidas simultáneas de parámetros climáticos efectivos, suministrando una relación directa con el medio ambiente térmico.

El indicador utilizado para el estudio bioclimático de Valdepeñas ha sido la Temperatura Efectiva TE, definida por Missenard, en la que se incluyen la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento.

Numerosos estudios biológicos sugieren que la TE de 24 °C suministra un límite de carga crítica de calor, por encima de esta temperatura existe un límite máximo de confort humano que ronda los 30 °C.

El bienestar térmico depende de las condiciones fisiológicas de cada persona (producción de calor, difusión de calor por la piel, secreción de sudor, ventilación pulmonar, etc), de su vestimenta y de su nivel de actividad que influye en las anteriores, y de las condiciones ambientales.

La clasificación climática de acuerdo con el criterio de Missenard es la siguiente:

> 30 °C	Muy caluroso
24,1 °C a 30 °C	Calor moderado
18,1 °C a 24 °C	Calor agradable
12,1 °C a 18 °C	Suave
6,1 °C a 12 °C	Fresco
0,1 °C a 6 °C	Muy fresco
- 11,9 °C a 0 °C	Frío
<-12 °C	Muy frío

En el Cuadro VII figuran las distribuciones mensuales de frecuencias de las temperaturas efectivas TE de Missenard, así como su valor medio, calculadas para Valdepeñas, teniendo en cuenta la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento.

La distribución anual de las sensaciones climáticas se representa, en porcentaje, en el diagrama circular de la Figura 7.

A fin de apreciar la importancia tanto de la humedad relativa como del viento, en el Cuadro VIII figuran los valores medios mensuales y anual de la temperatura, del índice de Missenard teniendo en cuenta únicamente la temperatura y la humedad relativa, y de la temperatura efectiva de Missenard, teniendo en cuenta la temperatura, la humedad y la velocidad del viento.

El efecto del viento es más acusado a bajas temperaturas. La máxima temperatura efectiva registrada en el período de medidas fue de 35,5 °C el día 24 de julio de 1995 a las 16 horas, correspondiendo a una temperatura de 43,2 °C, una humedad del 29 %, y una velocidad del viento de 3 m/s, La mínima temperatura efectiva se registró el día 22 de febrero de 1992 a las 3 horas, siendo de -16,0 °C, correspondiendo a una temperatura del aire de -1,4 °C, una humedad del 93 %, y una velocidad del viento de 4 m/s. La máxima diferencia entre la temperatura real y la efectiva de sensación fue de

CUADRO VII. *Distribución de frecuencias de las TE de Missenard T-H-V.*

	<-12	-12-0	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	>30	MEDIA
Enero	0,63	44,26	42,90	11,81	0,40	0,00	0,00	0,00	0,5
Febrero	0,77	35,33	38,93	21,73	3,25	0,00	0,00	0,00	2,1
Marzo	0,29	18,11	32,04	30,13	18,63	0,80	0,00	0,00	6,0
Abril	0,00	9,84	29,60	33,49	22,07	5,00	0,00	0,00	7,9
Mayo	0,00	1,45	14,02	32,73	33,09	17,16	1,55	0,00	12,4
Junio	0,00	0,00	1,49	12,92	36,34	36,81	12,23	0,21	17,8
Julio	0,00	0,00	0,00	3,47	20,50	42,22	29,60	4,21	21,7
Agosto	0,00	0,00	0,00	2,83	20,43	43,35	29,30	4,10	21,7
Septiembre	0,00	0,00	1,69	19,70	46,04	28,24	4,33	0,00	15,9
Octubre	0,00	1,41	20,64	38,80	29,73	9,23	0,20	0,00	10,6
Noviembre	0,00	8,72	38,49	36,74	15,57	0,48	0,00	0,00	6,7
Diciembre	0,22	25,60	53,33	19,33	1,53	0,00	0,00	0,00	2,7
Anual	0,19	13,88	24,35	22,07	19,36	13,65	5,84	0,66	9,8

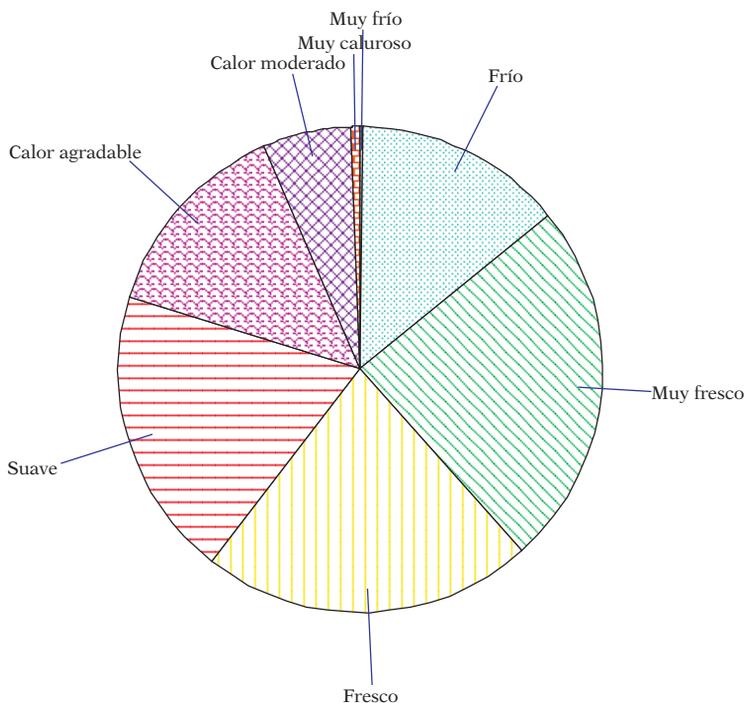


FIGURA 7. *Distribución anual de sensaciones térmicas.*

CUADRO VIII. *Temperaturas medias, Sensación térmica de Missenard y Sensación térmica de Missenard con viento.*

	<i>T. media</i>	<i>T-H</i>	<i>T-H-V</i>
Enero	6,1	6,3	0,5
Febrero	7,3	7,4	2,1
Marzo	11,3	10,8	6,0
Abril	13,5	12,6	7,9
Mayo	18,1	16,4	12,4
Junio	23,3	20,3	17,8
Julio	27,0	23,0	21,7
Agosto	26,8	23,3	21,7
Septiembre	20,3	18,4	15,9
Octubre	15,5	14,6	10,6
Noviembre	11,3	11,0	6,7
Diciembre	8,4	8,4	2,7
Anual	15,0	13,8	9,8

16,7 °C el 19 de febrero de 1992 a las 8 horas, correspondiendo a una temperatura real de 3,5 °C, con un 100 % de humedad y un viento de 7 m/s, siendo la temperatura efectiva de -13,2 °C.

6. VIENTO

En el Cuadro IX figura la rosa de vientos de Valdepeñas para el período 1992 a 2003 citado, en la forma de frecuencias de simultaneidad de la dirección y la velocidad del viento, expresadas en tantos por ciento.

Porcentaje de vientos en calma: 14,91

El número de observaciones horarias que se han tenido en cuenta en este estudio es de 48833.

En la Figura 8 se representan gráficamente las frecuencias en que el viento ha soplado de cada dirección. Destaca el predominio de los vientos procedentes del cuadrante Nordeste y del cuadrante Suroeste, siendo éste último más acusado en los meses de verano.

CUADRO IX. *Rosa de vientos.*

	<i>Velocidades, m/s</i>							<i>TOTAL</i>
	<i>0-1</i>	<i>1-3</i>	<i>3-5</i>	<i>5-7</i>	<i>7-9</i>	<i>9-11</i>	<i>11-13</i>	
N	1,85	2,81	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	4,69
NNE	2,30	4,37	0,60	0,03	0,00	0,00	0,00	7,31
NE	4,62	2,10	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	6,91
ENE	4,32	4,60	0,96	0,08	0,00	0,00	0,00	9,97
E	1,73	2,63	1,81	0,31	0,06	0,00	0,00	6,54
ESE	0,98	1,16	0,55	0,21	0,06	0,01	0,00	2,96
SE	1,36	1,11	0,26	0,05	0,00	0,00	0,00	2,79
SSE	2,16	2,02	0,69	0,11	0,00	0,00	0,00	4,99
S	3,33	4,07	0,96	0,13	0,01	0,00	0,00	8,50
SSW	3,73	5,45	1,70	0,38	0,07	0,01	0,00	11,34
SW	2,53	4,41	2,70	1,05	0,20	0,02	0,01	10,93
WSW	1,60	3,18	1,61	0,36	0,06	0,01	0,00	6,82
W	1,73	3,57	1,96	0,36	0,09	0,00	0,00	7,71
WNW	1,46	2,33	0,48	0,04	0,00	0,00	0,00	4,30
NW	1,15	0,81	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	2,05
NNW	1,13	1,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21
TOTAL	35,98	45,66	14,60	3,13	0,56	0,05	0,01	100,00

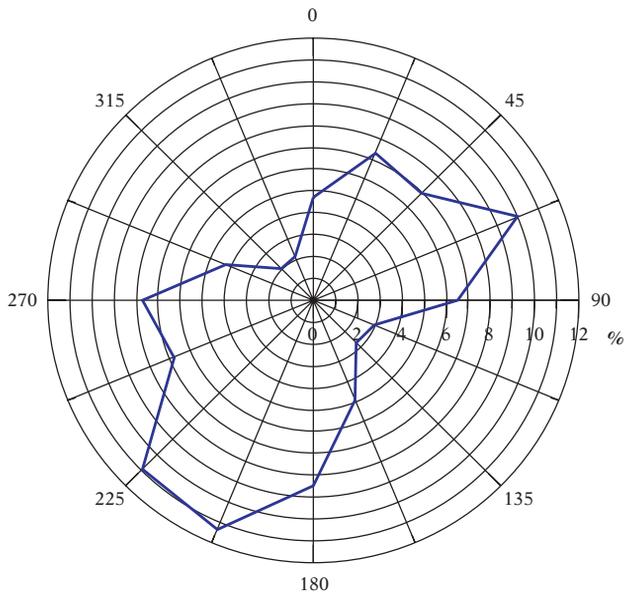


FIGURA 8. *Rosa de vientos.*