

EL FACTOR ENFRIAMIENTO EN SIERRA NEVADA (GRANADA)

María José ARIZA RUBIO*

María Jesús CON MARTIN*

ABSTRACT

The chilling factor of the wind has been determined in Sierra Nevada using Paul A. Siple's chart, which takes into account the temperature and wind velocity (in Km/h.) parameters. The mean values obtained are between 900 and 1.030 for the lowest part of the area considered and 1.270 and 1.410 for the highest one.

RESUME

Dans ce travail on étudie le facteur de refroidissement dans la partie la plus haute de Sierra Nevada. En utilisant la Table de Paul A. Siple que considère les paramètres: température et vitesse du vent on obtient des valeurs moyennes de dit facteur de refroidissement qu'oscilent entre 900 et 1.030 pour la zone la plus basse étudiée, et entre 1.270 et 1.410 pour la zone supérieure.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el factor enfriamiento en la parte alta de Sierra Nevada utilizando la tabla de Paul A. Siple que tiene en cuenta los parámetros de temperatura y velocidad del viento en Km/h., lo que nos da un factor de enfriamiento medio que oscila entre 900 y 1.030 en la zona más baja estudiada y entre 1.270 y 1.410 en la superior.

*.- Licenciadas en Geografía.

1. Introducción.

El factor enfriamiento que al viento se debe es un elemento primordial del clima por las directas incidencias humanas que conlleva y sin embargo casi ningún estudio climático de los que se realizan en España lo tiene en cuenta.

Se puede definir el factor enfriamiento como "el número de calorías perdidas por un ser humano expuesto a una cierta temperatura y con una determinada velocidad del viento durante una hora y por metro cuadrado de superficie a la temperatura de 33 grados centígrados que es la de la piel en circunstancias normales" (Sesiano, 1972).

De todos es conocido que cuando hay bajas temperaturas la sensación de frío es mucho mayor cuando hace viento que cuando no lo hay, lo que nos demuestra que la temperatura sola no da una indicación precisa del confort relativo que sentiría una persona expuesta al exterior.

Podemos observar que son dos los elementos fundamentales en el factor enfriamiento: la velocidad del viento y las temperaturas. Otro dato a tener en cuenta, si bien más secundario, es el sol que hace, si luce, que el factor baje en unas doscientas unidades.

El objetivo de nuestro trabajo será, pues, estudiar el factor enfriamiento en la parte alta de Sierra Nevada.

Para ello el primer problema al que nos enfrentamos es la casi total carencia de datos meteorológicos en esta zona. Los únicos de que hemos podido disponer son los cedidos por la estación de esquí de Sierra Nevada (antes Solynieve) de temperaturas y velocidad del viento tomados a dos diferentes alturas y entre las 7,30 y las 8,30 horas solares y de los meses de Diciembre a Mayo de las temporadas 78-79 a la 82-83.

Los dos puntos de observación se encuentran situados en la cara norte de Sierra Nevada (Granada), uno ubicado en la zona del Veleta a 3.458 m. de altitud y otro en "Los Borreguiles de Monachil" a 2.637 m.

Estos datos son los únicos que actualmente existen de la parte alta de Sierra Nevada y el hecho de que no hayan sido medidos por una estación meteorológica homologada no es un obstáculo para que nos sirvan para una evaluación meramente orientativa.

Desde aquí queremos aprovechar para hacer un llamamiento con el fin de que se empiecen a tomar datos meteorológicos de esta parte de Sierra Nevada para que deje de existir la gran laguna de datos científicos en todos los estudios climáticos que de ella se hacen.

EL FACTOR ENFRIAMIENTO EN SIERRA NEVADA (GRANADA)

Finalizando esta introducción debemos decir que para el estudio del factor enfriamiento aplicaremos la tabla elaborada por Paul A. Siple, tomada de Sesiano, 1972 (Fig. 1).

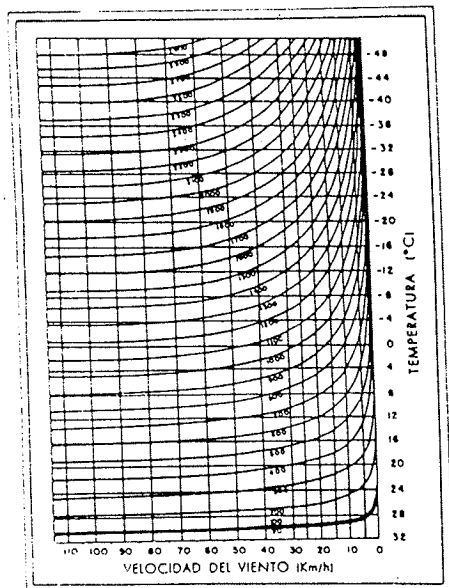


Fig. 1 (Paul A. Siple)
INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL
VIENTO EN EL ENFRIAMIENTO

2. Las temperaturas

Como los datos de que disponemos están tomados a una hora del día y no reflejan las temperaturas medias no podemos hacer con ellos una valoración del régimen general de éstas, por lo que nos basaremos en otros estudios ya realizados para dar una visión de conjunto.

La gran diferencia altitudinal de la zona a estudiar influye decisivamente en las temperaturas que disminuyen a medida que se asciende (Con Martín, 1980; Ariza Rubio, 1984).

Pulido Bosch (1980) establece que la relación temperatura media anual ($T^{\circ}\text{C}$) altitud (hm) para esta área viene dada por la relación $T = 19,5 - 0,0055 h$, con un coeficiente de correlación de 0,91. Arrojando un gradiente térmico de $-0,55.^{\circ}$

C/100 m. Dicho valor viene a ser una media del obtenido por otros autores en este sector o en áreas cercanas: Messerli (1965), Fernández Rubio (1975), Cruz San Julián (1976), Morel (1976), Rodríguez Martínez y Frontana (en Pulido Bosch et. al., 1984).

Los mínimos térmicos se dan en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, siendo el mes que registra una temperatura media más baja el de Febrero para el período 1973-1977 (Ariza Rubio, 1984).

Es de resaltar la suavidad general de las temperaturas medias en las diferentes épocas del año, lo que se debe a la baja latitud a que se encuentra Sierra Nevada. Las estaciones intermedias están poco diferenciadas y el verano tampoco contempla unas temperaturas medias elevadas como correspondería a dicha estación debido a la oscilación térmica diaria tan acusada (Con Martín, 1980).

Los datos con los que trabajaremos son los siguientes:

CUADRO N.º 1

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS MENSUALES EN LA ZONA DEL VELETA (3.458 m.)

	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	Medias 78-83
Diciembre	-9	-12	-11,5	-10	-10	-10,5
Enero	-10	-12	-11	-7	-6	-9,2
Febrero	-10	-9	-11	-14	-13	-11,4
Marzo	-13	-10	-7	-9	-8,5	-9,5
Abril	-9,6	-8	-6,5	-8	-8,5	-8,12
Mayo	-4,5	-8	-3	-5	-6	-5,3

CUADRO N.º 2
TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS MENSUALES
EN BORREGUILES (2.637 m.)

	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	Medias 78-83
Diciembre	-1	-4	-5	-5	-5	-4
Enero	-3	-5	-5	-3	-3,5	-3,9
Febrero	-4	-2	-5	-8	-7	-5,2
Marzo	-4,5	-3	-1	-3	-2,5	-2,8
Abril	-3	-2	-4	-3	-2,5	-2,9
Mayo	-3,7	0	-1,4	1	-1	-1,02

Aunque estos datos estaban tomados entre las 7,30 y las 8,30 horas solares podemos ver cómo se ajustan a la tónica general de las temperaturas.

3. Los vientos

Los vientos del W (en general) son los que se dan con mayor frecuencia en Sierra Nevada, sobre todo los del WSW (18,5%) y los del W en sentido estricto (12%) (Martín-Vivaldi, 1980; Con Martín, 1980; Ariza Rubio, 1984).

Las velocidades más altas coinciden con los vientos del sur, aunque estos últimos son poco frecuentes.

Los datos de velocidad del viento, tomados en los mismos puntos y hora que los de temperaturas son los siguientes:

CUADRO N.º 3
VELOCIDAD KM/H. DEL VIENTO EN LA ZONA DEL VELETA (3.458 m.)

	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	Medias 78-83
Diciembre	51	30	38	40	35	42,8
Enero	43	23	38	30	26	32
Febrero	35	24	41	35	33	33,6
Marzo	48	36	42	45	41	42,4
Abril	52	18	42	40	50	40,4
Mayo	37	43	49	50	50	45,8

CUADRO N.º 4

VELOCIDAD KM/H. DEL VIENTO EN LA ZONA DE BORREGUILES (2.637 m.)

	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	Medias 78-83
Diciembre	23	8	25	20	19	19
Enero	24	15	23	15	12	17,8
Febrero	25	14	24	20	8	18,2
Marzo	20	19	23	27	17	21,2
Abril	16	8	22	20	24	18
Mayo	12	13	25	30	20	20

4. El factor enfriamiento

Como se puede deducir de lo anteriormente expuesto el factor enfriamiento que estudiaremos es para una hora dada (entre las 7,30 las 8,30) ante la imposibilidad de hacerlo para todo el día.

4.1. Factor enfriamiento por temporadas y meses.

Aplicando los datos de temperaturas y velocidad del viento (Cuadros 1, 2, 3 y 4) a la tabla de Siple (Fig. 1) hemos obtenido los siguientes factores:

CUADRO N.º 5

FACTOR ENFRIAMIENTO EN LA TEMPORADA 1978-1979

	VELETA	BORREGUILES
Diciembre	1.400	1.000
Enero	1.400	1.100
Febrero	1.350	1.100
Marzo	1.550	1.050
Abril	1.500	1.000
Mayo	1.200	750

EL FACTOR ENFRIAMIENTO EN SIERRA NEVADA (GRANADA)

CUADRO N.º 6

FACTOR ENFRIAMIENTO EN LA TEMPORADA 1979-1980

	VELETA	BORREGUILES
Diciembre	1.400	800
Enero	1.300	1.000
Febrero	1.200	900
Marzo	1.400	1.000
Abril	1.150	800
Mayo	1.350	850

CUADRO N.º 7

FACTOR ENFRIAMIENTO EN LA TEMPORADA 1980-1981

	VELETA	BORREGUILES
Diciembre	1.400	1.150
Enero	1.400	1.100
Febrero	1.450	1.100
Marzo	1.350	1.000
Abril	1.300	1.100
Mayo	1.200	950

CUADRO N.º 8

FACTOR ENFRIAMIENTO EN LA TEMPORADA 1981-1982

	VELETA	BORREGUILES
Diciembre	1.450	1.100
Enero	1.250	950
Febrero	1.500	1.150
Marzo	1.400	1.100
Abril	1.350	1.000
Mayo	1.300	1.000

CUADRO N.º 9

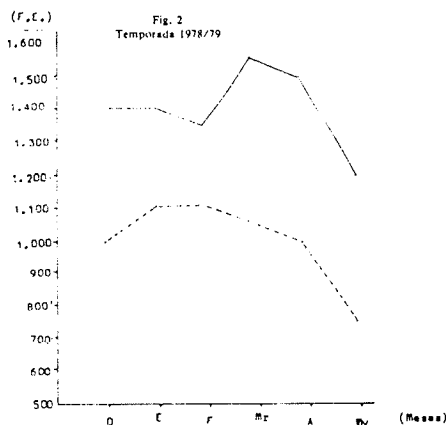
FACTOR ENFRIAMIENTO EN LA TEMPORADA 1982-1983

	VELETA	BORREGUILES
Diciembre	1.400	1.050
Enero	1.200	900
Febrero	1.350	900
Marzo	1.350	950
Abril	1.400	1.000
Mayo	1.300	950

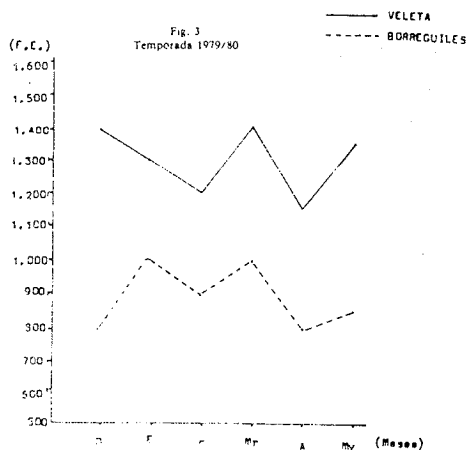
Estos cuadros están representados gráficamente en las figuras 2, 3, 4, 5 y 6.

En la zona del Veleta la temporada que ha registrado un enfriamiento mayor ha sido la 78-79 (Fig. 2), en el mes de Marzo y con un factor de 1.550. En Borreguiles son las temporadas 80-81 y 81-82 con un factor de 1.150 en los meses de Diciembre y Febrero respectivamente (Figs. 4 y 5).

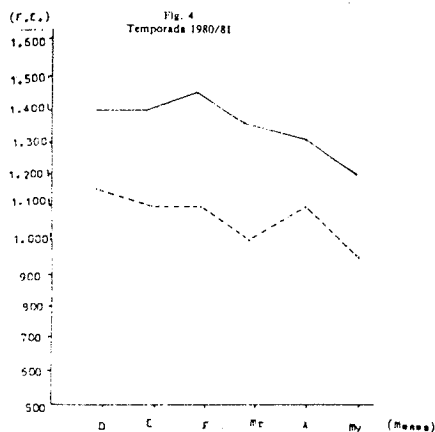
Podemos observar cómo los máximos factores de enfriamiento no oscilan, como ocurre con las temperaturas, entre los mismos meses en todas las temporadas. Esto se debe a la gran influencia que en él tiene la velocidad del viento que es muy variable.



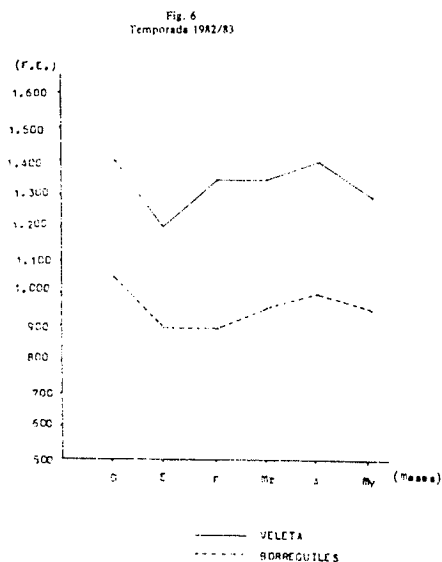
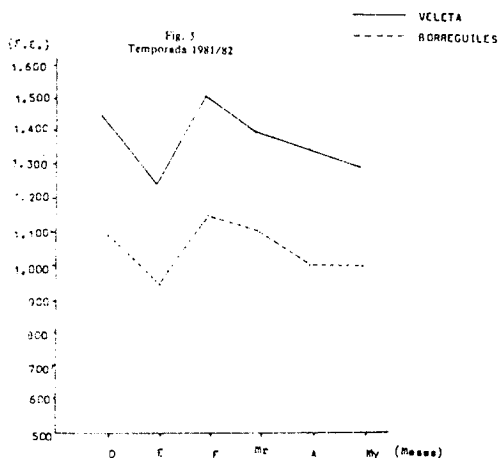
EL FACTOR ENFRIAMIENTO EN SIERRA NEVADA (GRANADA)



En cuanto a las amplitudes de enfriamiento podemos ver que en la temporada 78-79 (Fig. 2) en la zona del Veleta es de 350 entre los meses de Marzo y Mayo, en Borreguiles es igual pero entre los meses de Febrero y Mayo. En la temporada 79-80 (Fig. 3) en el Veleta es de 250 entre Diciembre-Marzo y Abril, y en Borreguiles de 200 entre Enero-Marzo y Diciembre-Abril. En la 80-81 (Fig. 4) la amplitud es en el Veleta de 250 entre Febrero y Mayo y en Borreguiles de 200 entre Diciembre y Mayo. En la 81-82 las amplitudes son iguales pero oscilando entre los meses de



Febrero y Enero en los dos puntos (Fig. 5). En la 82-83 (Fig. 6) en el Veleta es de 200 entre Abril y Enero y en Borreguiles de 150 entre Diciembre y Enero-Febrero. Podemos decir, pues, que la amplitud de factor de enfriamiento no varía prácticamente de una temporada a otra y mucho menos con la altitud.



4.2. El Factor de Enfriamiento Medio

En los cuadros que siguen a continuación se exponen los factores de enfriamiento medios por meses de las temporadas 78-79 a la 82-83, junto con las temperaturas y velocidades del viento medias (siempre a la misma hora).

CUADRO N.º 10

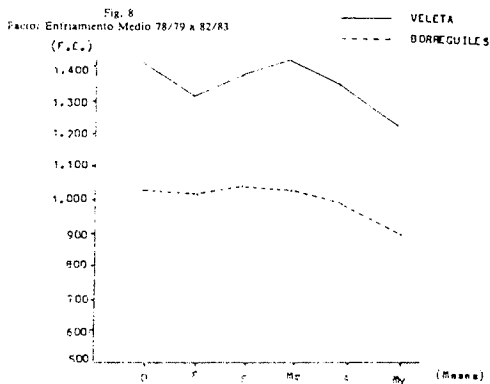
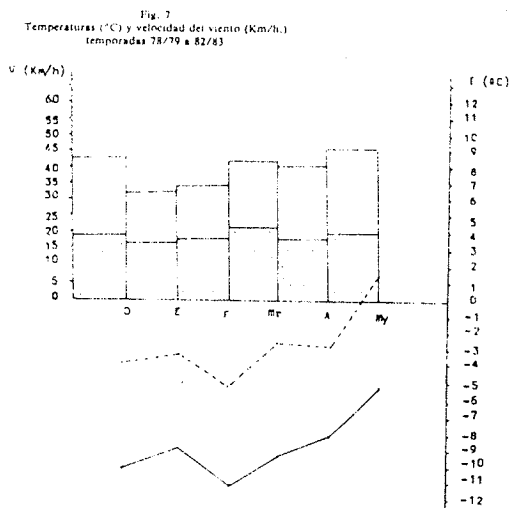
MEDIAS EN LA ZONA DEL VELETA EN LAS TEMPORADAS
78-79 a 82-83

	Factor de Enfriamiento	Temperaturas (°C)	Velocidad Viento
	Medio	Medias	(Km/h.) Media
Diciembre	1.410	-10,5	42,8
Enero	1.310	- 9,2	32
Febrero	1.370	-11,4	33,6
Marzo	1.410	- 9,5	42,4
Abril	1.340	- 8,12	40,4
Mayo	1.270	- 5,3	45,8

CUADRO N.º 11

MEDIAS EN BORREGUILES EN LAS TEMPORADAS
78-79 a 82-83

	Factor de Enfriamiento	Temperaturas (°C)	Velocidad Viento
	Medio	Medias	(Km/h.) Media
Diciembre	1.020	-4	19
Enero	1.010	-3,9	17,8
Febrero	1.030	-5,2	18,2
Marzo	1.020	-2,8	21,2
Abril	980	-2,9	18
Mayo	900	1,02	20



EL FACTOR ENFRIAMIENTO EN SIERRA NEVADA (GRANADA)

Estos cuadros se pueden representar gráficamente en las figuras 7 y 8.

Si comparamos las temperaturas y la velocidad del viento (Fig. 7) en las dos zonas vemos que tanto el diagrama de barras que representa la velocidad como las líneas de las temperaturas siguen los mismos trazados en iguales meses en cada uno de los puntos de estudio, si bien reflejando las diferencias altitudinales. Esto se traducirá (Fig. 8) en que los factores de enfriamiento medios tendrán una trayectoria muy similar a lo largo de los meses que se estudian, lo que no quiere decir que los máximos factores coincidan con los meses de temperaturas más bajas ni con los de velocidades del viento más altas, sino que resultan de la combinación de ambos elementos.

El factor de enfriamiento (Fig. 8) aumenta con la altura. En la zona del Veleta van desde un máximo de 1.410 en Diciembre-Marzo hasta un mínimo de 1.270 en Mayo, en Borreguiles oscila desde 1.030 en el mes de Febrero a 900 en el de Mayo (Fig. 8).

Aplicando estos factores a la escala de Sesiano (1972) (Cuadro n.º 12) obtendremos las condiciones exteriores que se presentan en ambas zonas.

CUADRO N.º 12

FACTOR DE ENFRIAMIENTO Y CONDICIONES EXTERIORES SEGUN SESIANO

F.E.	Condiciones exteriores
90	Calor
200	Agradable
400	Frescas
600	Muy frescas
800	Frías
1.000	Muy frías
1.200	Extremadamente frías
1.400	La piel no cubierta puede helar
2.000	La piel expuesta hiela en un minuto
2.300	La piel expuesta hiela en 30 segundos

Así en el Veleta las condiciones exteriores se presentan desde extremadamente frías hasta aquellas en la que la piel no cubierta puede helar; incluso los desplazamientos y vida en abrigos débiles (tienda) son peligrosos. No hay que olvidar que estos factores son para una hora determinada (entre las 7,30 y 8,30 de la mañana) y que a horas más avanzadas, en caso de que haya sol, el factor disminuye en 200 unidades lo que haría que las condiciones fuesen menos rigurosas. En Borreguiles oscilarían desde frías a muy frías.

5. Conclusiones

De lo anteriormente estudiado podemos deducir que el factor de enfriamiento es un elemento a tener muy en cuenta en la parte alta de Sierra Nevada pues observamos que, si bien las temperaturas mínimas medias a una hora ($-11,4$ en el Veleta y $-5,2$ en Borreguiles) no son muy rigurosas, la sensación de frío que una persona siente no se adecua en absoluto a ellas debido a la notable influencia de la velocidad del viento, que hará que las condiciones exteriores en estas zonas oscilen desde muy frías en la zona de Borreguiles hasta aquellas en las que la piel no cubierta puede helar, lo cual es de tener en consideración por las personas que por necesidad u ocio accedan a estos lugares. Hay que puntualizar que la dirección del viento incide directamente en las temperaturas que bajarán o subirán según sea ésta, mientras que la velocidad del viento incide en el factor enfriamiento pero no modifica las temperaturas.

Para terminar decir que aunque hubiese sido deseable haber dispuesto de datos durante los meses de verano para poder estudiar el factor enfriamiento por años en lugar de por temporadas, creemos que los meses analizados son los suficientemente representativos ya que el enfriamiento tiene más influencia cuanto menores sean las temperaturas.

BIBLIOGRAFIA

ARIZA RUBIO, M.J. (1984). El turismo de invierno en la Estación de Esquí Solynieve (Monachil-Sierra Nevada). Memoria de Licenciatura Universidad de Granada. Granada. Diputación Provincial de Granada y Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Granada.

CON MARTIN, M.J. (1980). Características Físicas y Morfológicas del Valle del río Dilar (Sierra Nevada). Memoria de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Granada. (Inédita).

CRUZ-SANJULIAN, J. (1976). Sobre la temperatura límite del termalismo. *Tecniterrae*, n.º 12, pp. 45-54.

FERNANDEZ RUBIO, R. (1975). Identificación del hidrotermalismo y aplicación a la zona meridional de la provincia de Granada. *Tecniterrae*, n.º 7, pp. 38-50.

MARTIN-VIVALDI CABALLERO (1980). El paisaje físico y la morfología del Valle del río Monachil. Memoria de licenciatura, Universidad de Granada. (Inédita).

MESSERLI, B. (1965). *Berträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien)*. Zurich.

PULIDO BOSCH, A. (1980). Datos hidrogeológicos sobre el borde occidental de Sierra Nevada. Madrid. Fundación Juan March, Serie Universitaria, n.º 123.

PULIDO BOSCH, A., PULIDO BOSCH, M. y RODRIGUEZ MARTINEZ, F. (1984). Consideraciones climatológicas sobre el borde occidental de Sierra Nevada (Granada). Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada, n.º 12, pp. 2-25.

RODRIGUEZ MARTINEZ, F. et al. (1981). Evolución y estado actual de los estudios climáticos sobre Sierra Nevada. VIII Coloquio de Geografía. Pamplona.

SESIANO, J. (1972). Nociones del Frío. *Revista Cimas*. Año I, n.º 6. Septiembre, 1972.