

El estudio del clima de un país, región o comarca es de capital importancia «en cuanto a que a él se deben la distribución de las plantas y en una gran parte la de los animales y aun la del hombre mismo con todas sus actividades y régimen social» (1).

Con el presente trabajo queremos exponer algunas consideraciones acerca del clima de alta montaña mediterránea, concretamente de Sierra Nevada, España, y dentro de él, de uno de sus elementos más importante: la temperatura.

El clima de alta montaña se da, en nuestra latitud subtropical, a partir de los dos mil metros de altitud. En España, cotas de esa índole se alcanzan en una serie de cadenas montañosas como son los Picos de Europa, Penibética, Sistema Central, Montes de León, Sistema Ibérico, y en otros, aunque de forma más aislada: Sierra del Pozo, Mágina, Sagra... De todos ellos, los efectos de este tipo de clima se encuentran sobre todo en los Pirineos y Sierra Nevada, y con menos intensidad en los Montes de León, Sistema Central y Picos de Europa, los restantes, como hemos señalado, son puntos aislados que culminan montañas de tipo medio.

Son constatables las diferencias que existen entre los Pirineos y el Sistema Bético, del cual forma parte Sierra Nevada:

— *Latitudinal*: la primera más septentrional, con todo lo que ello conlleva en cuanto que, entre otras cuestiones, se ve más influenciada por el Frente Polar y las Borrascas que le acompañan, mientras que la segunda, más meridional, se ve afectada con menos intensidad, traduciéndose ésto en unas diferencias pluviométricas y térmicas apreciables.

— *La configuración de ambas cordilleras*: la Pirenaica se presenta como una recia barrera continua entre Vizcaya y el cabo de Creus con una longitud de unos 435 km. con elevaciones de dos mil a tres mil metros en la zona central dando, pues, una sensación compacta e impenetrable; al contrario las Béticas se disponen en una serie de macizos casi aislados o separados por montañas de escasa elevación, por lo que «se pierde casi totalmente la noción de eje directriz por lo menos en sentido morfológico» (2). Sierra Nevada constituye el núcleo principal, es una vasta cúpula de ochenta Km. de longitud y unos cincuenta en el sentido de los paralelos, con diversas cimas que superan los tres mil metros, culminando en el pico

Mulhacén de 3.472 m., máxima elevación peninsular.

— *La estructura* de ambas también es diferente, mientras que el Pirineo se considera una cordillera autóctona, las Béticas están formadas por una serie de pliegues alóctonos — corridos horizontalmente de sur a norte a distancias considerables— formando como los Alpes, mantos de corrimiento.

— *El paisaje* es otro factor a tener en cuenta, si el del Pirineo es típicamente alpino, mostrándose abrupto sobre todo en las zonas formadas por materiales más resistentes como el granito, (Pirineo Axil), Sierra Nevada dista mucho de parecerse en su paisaje al alpino ofreciéndonos un aspecto alomado, a las más altas cumbres se puede ascender por carreteras y senderos, estos últimos, muy transitados antaño, ponían en comunicación la Costa y las Alpujarras con la Vega de Granada, entre donde existía un activo comercio. Esta alta montaña mediterránea dista sólo cuarenta y cinco km. de la costa donde el clima subtropical permite el cultivo de la caña de azúcar, el banano y el aguacate, entre otros productos típicamente del mundo intertropical. La proximidad del mar hace que los cursos fluviales que nacen en ella por su vertiente sur, hayan excavado profundos y estrechos cauces cuya erosión se acentúa debido a la casi inexistente cobertura vegetal, hecho éste que la diferencia también del Pirineo donde la vegetación presenta una relativa importancia.

— *El Glaciarismo*, que ha dejado importantes huellas morfológicas en el Pirineo, encontrándose en las cabeceras de los valles hondos circos de paredes escarpadas y valles en forma de U, además de más de mil lagos que se han aposentado en cubetas embudiformes excavadas por los hielos, no ha sido tan importante en Sierra Nevada, donde su retoque es mínimo, el nivel de las nieves quedó en ella unos 600 m. más arriba que en el Pirineo y la mayoría de los glaciares eran más bien de circo estando desprovistos de lengua, los lagos se reducen a pequeñas lagunas que ocupan hoyas de escasa importancia y a gran altitud.

ALGUNAS CONSIDERACIONES PREVIAS

Queremos dejar constancia de la dificultad que hemos tenido para la realización de este

trabajo debido a la escasez de observatorios existentes en el área que recojan datos de temperatura, sobre todo en cotas elevadas. Este problema se presenta en general para cualquier otra zona de montaña española. Muchas son las llamadas de atención que hacen a este respecto estudiosos de la climatología por esto han de hacerse en muchas ocasiones, extrapolaciones de las condiciones climáticas, desde una zona sobre la que se posean datos de las distintas variables, hacia otras de similares características y que carezcan de ellos. Los resultados y conclusiones a que se llegan, necesariamente quedan siempre sujetos a contener un margen de error por más que se intente depurar los procedimientos para que esto no ocurra.

En nuestro caso, aunque los puntos de observación existentes no son todo lo numerosos que hubiéramos deseado, sí al menos se pueden considerar mínimos para poder levantar una cartografía térmica de la sierra. Para ello hemos elaborado los datos del período 1951-1975, tiempo que consideramos suficiente para alcanzar nuestro objetivo de dar unas anotaciones geográficas sobre el clima de montaña.

Las fuentes que nos han servido como banco de datos han sido:

- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.
- Confederación Hidrográfica del Sur de España.
- Comisaría de Aguas del Sur de España.
- S.M.N. Boletines Mensuales Climatológicos.

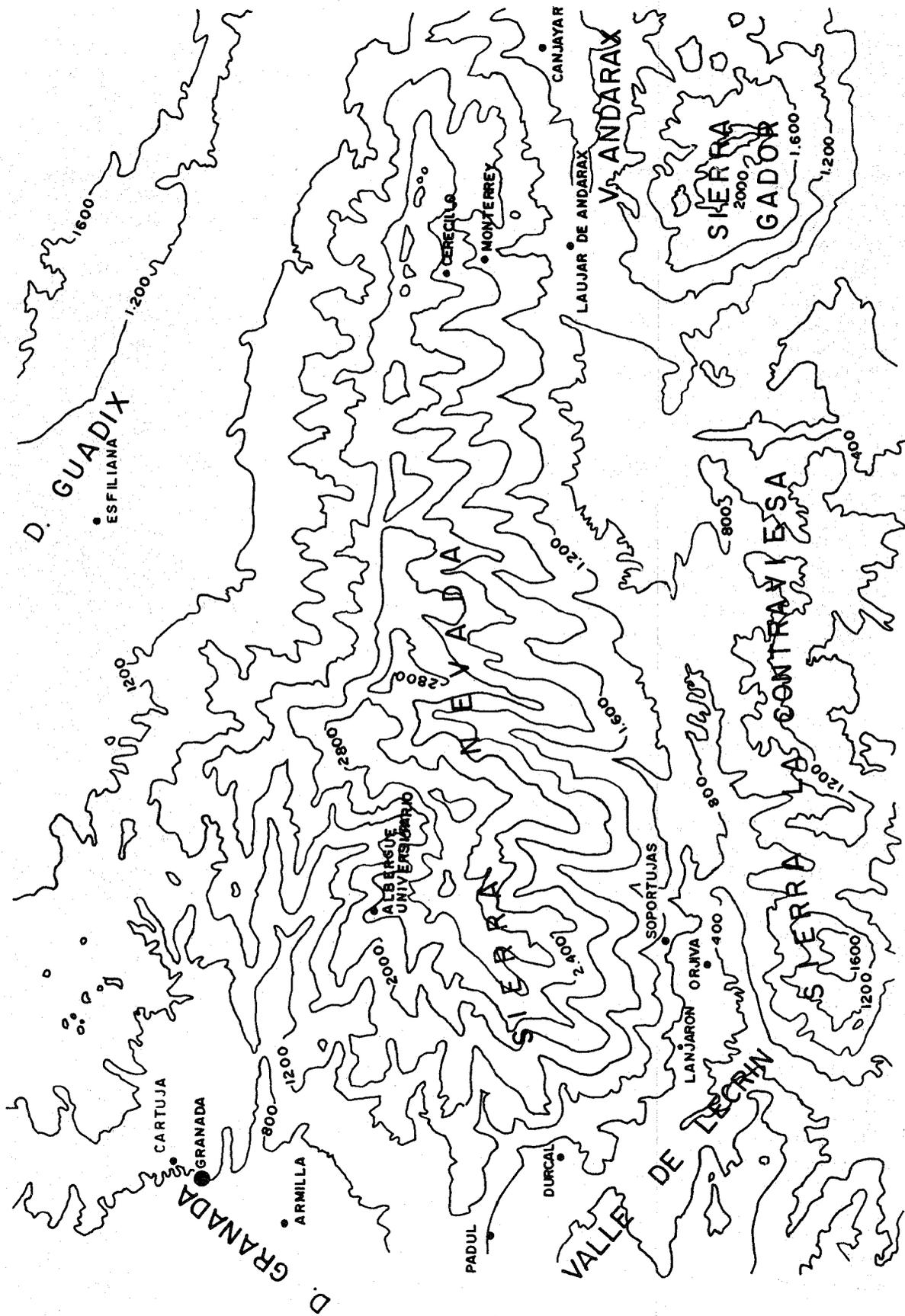
Los observatorios que hemos utilizado han sido:

Vertiente Norte:

- Cartuja, 775 m. sobre el nivel del mar.
- Exfiliana, 993 m. s/m
- Pinos Genil, 774 m. s/m
- S. Nevada Albergue U. 2.500 m. s/m
- Armilla, 664 m. (3) s/m

Vertiente Sur:

- Padul, 753 m. s/m
- Dúrcal, 890 m. s/m
- Lanjarón, 660 m. s/m
- Orgiva, 450 m. s/m
- Soportujar, 1.000 m. s/m
- Laujar, 921 m. s/m



MAPA 1: Isohipsas de relieve y situación de observatorios.

- Monterrey, 1.400 m. s/m
- El Cerecillo, 1.800 m. s/m
- Canjayar, 610 m. s/m

Con los datos correspondientes a estos observatorios y previa elaboración, hemos confeccionado una serie de mapas que sin duda son de gran utilidad para determinar las características térmicas que concurren en Sierra Nevada y establecer su régimen.

Los mapas reflejan:

- Temperatura media anual
- Temperatura media de invierno
- Temperatura media de primavera
- Temperatura media de verano
- Temperatura media de otoño
- Amplitudes medias anuales y extremas absolutas

El número total de observatorios no es muy numeroso pero el trazado de las isotermas, no por esto se ha hecho de forma arbitraria sino que, al contrario, hemos tratado de tener en cuenta factores tales como la morfología del terreno, la altitud en relación a su influencia sobre la temperatura, exposición... todo lo cual, sin duda, habrá servido para que éstas se hayan ajustado lo más posible a la realidad.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TEMPERATURA

Son variados los factores que influyen en la temperatura, unos devienen como consecuencia de la situación de cada observatorio: factores intrínsecos; y otros tienen un origen remoto dependiendo de fenómenos ajenos a cada lugar: factores extrínsecos.

Entre los primeros destacan:

— *La Latitud.* La Latitud es uno de los factores que más influyen sobre la insolación y, por tanto, en la temperatura, porque ella determina la duración del día y también la distancia que los rayos del sol tienen que recorrer a través de la atmósfera. La insolación se ve afectada, además, según el grado de transparencia de ésta que varía en función de la nubosidad, polvo, etc. Por término medio se pierde el 42 por 100 del aporte calorífico solar, siendo esta pérdida mayor cuanto más oblicuamente incide sobre la superficie del suelo, de esta forma en invierno, época en que la obli-

cuidad es más intensa, en las latitudes templadas, la cantidad de calor que recibe es menor, en relación al resto de las estaciones del año.

— *El relieve.* La altitud es por su importancia uno de los factores que más afectan a la temperatura, ésta descende por término medio $0,55^{\circ} \text{C}/100 \text{ m}$. Si bien este gradiente varía según la estación, siendo mayor en verano que en invierno.

— *La exposición.* Es otro hecho a tener en cuenta, e incide sobre todo en las áreas montañosas «de latitudes medias entre los 35° y 70° » (4), como en nuestro caso, así las vertientes orientadas al sur son más cálidas que las que lo están al norte. Esta diferencia calorífica entre ambas vertientes prueba que la temperatura del aire depende en gran parte del calor recibido y transmitido por el suelo.

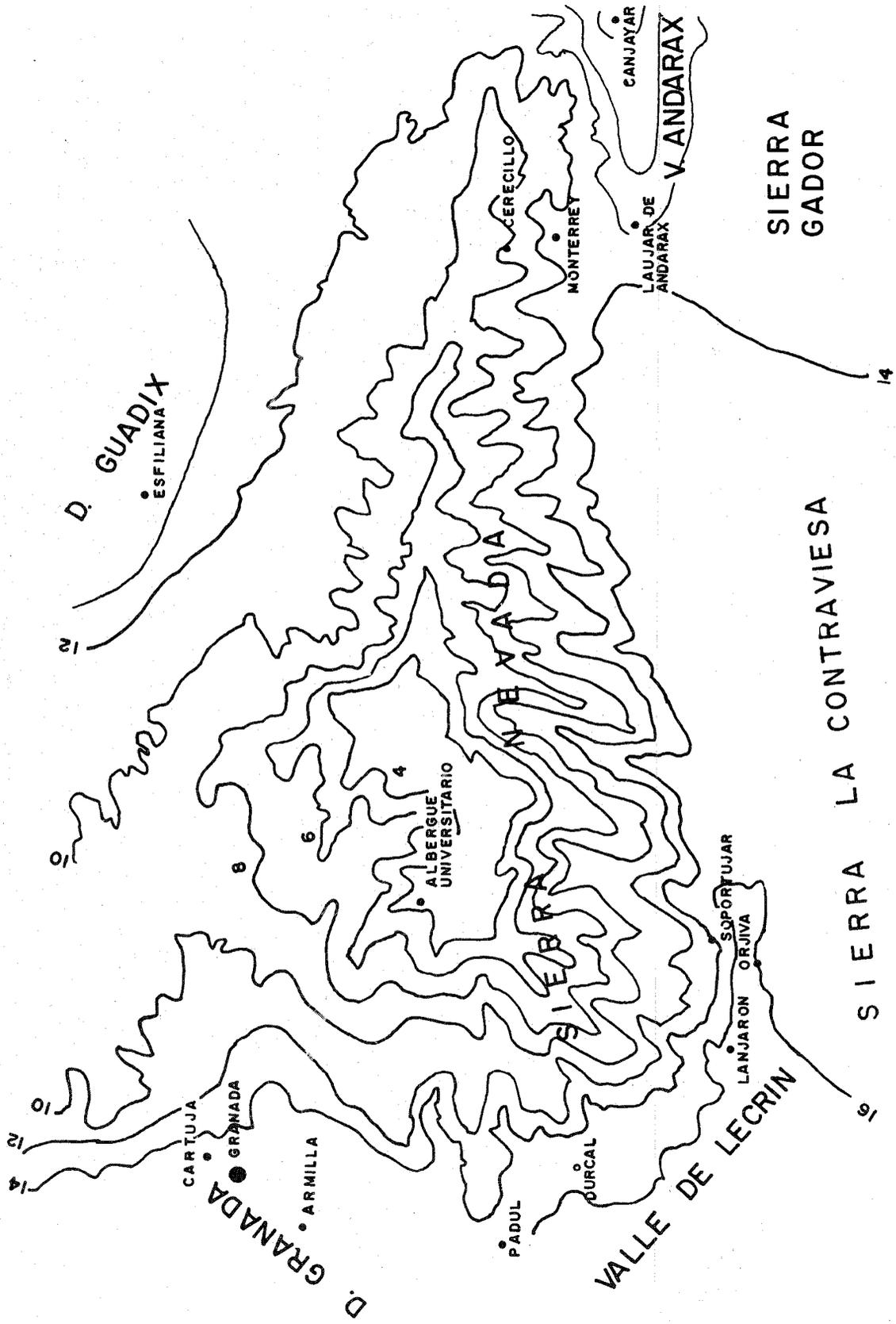
— *El sustrato y los fenómenos de reflexión.* Son también factores que establecen diferencias en la temperatura entre unas zonas y otras. El suelo acumula calor durante el día y lo refleja hacia la atmósfera durante la noche en forma de radiación oscura.

Si existe una capa de nubes, esta radiación permanecerá en la atmósfera calentando las capas bajas del aire o la atravesará perdiéndose en la exosfera, si esta no existe; por eso en las noches despejadas invernales, el frío es más intenso que en aquellas en que existe una espesa capa nubosa.

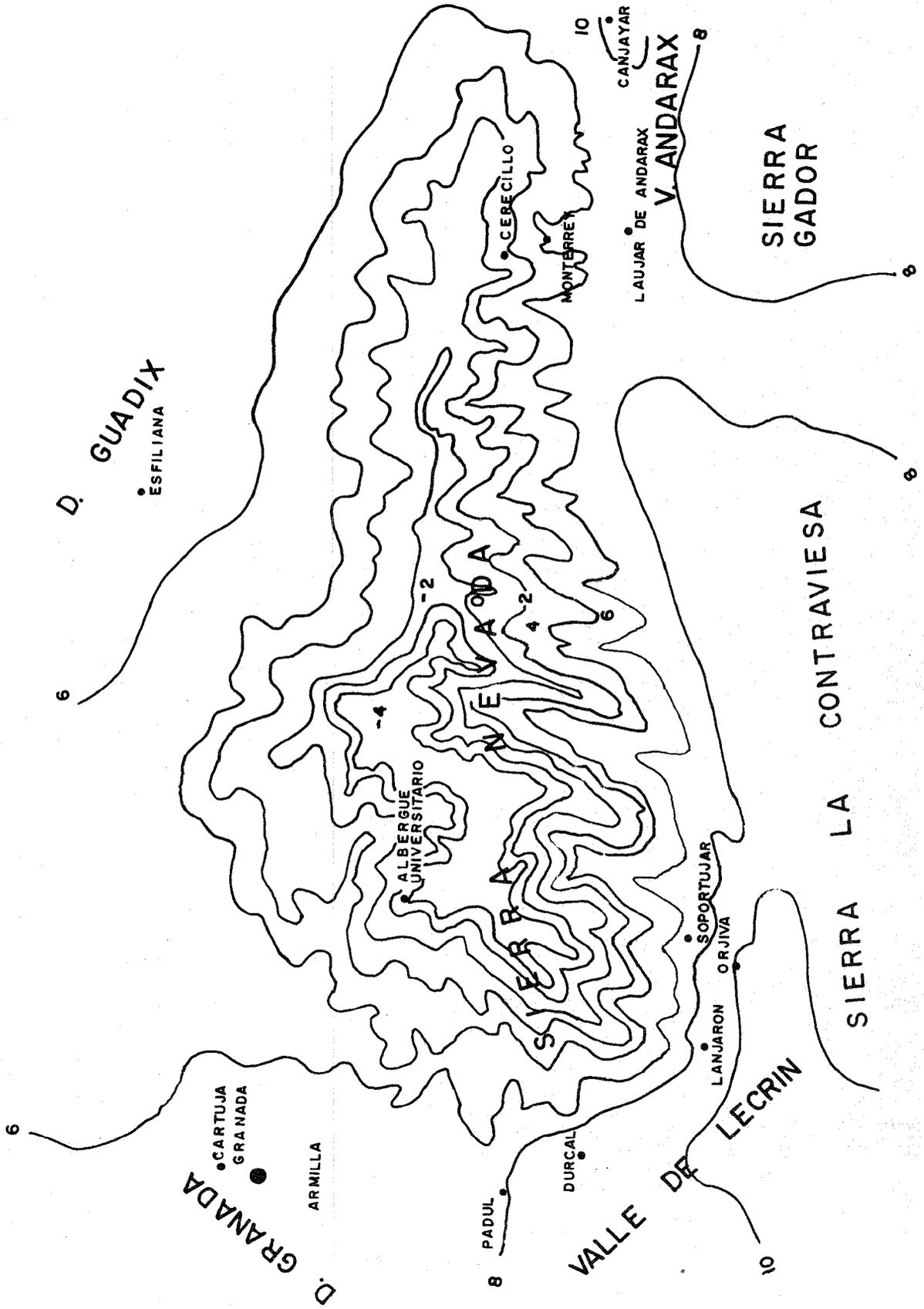
En cuanto a la reflexión, ésta sabemos que varía según el tipo de suelo. El albedo o porcentaje de radiación reflejado difiere según el tipo de superficie. La temperatura de Sierra Nevada se verá así afectada por este fenómeno al permanecer durante el invierno, sobre todo, cubierta por un denso tapiz nivoso, gran parte de su superficie, y sobre todo el sector occidental.

Entre los factores extrínsecos de la temperatura son de especial importancia las masas de aire y la influencia de mares y océanos. Al estar Sierra Nevada integrada en la zona de climas dependientes, la temperatura se verá afectada por las masas de aire que la abordan y que pueden ser cálidas, templadas o frías, y con un grado de humedad determinado según su lugar de origen.

En cuanto a la presencia de masas marítimas, éstas al conservar más el calor que las continentales, dulcifican el régimen térmico de



MAPA 2. Isotermas y temperatura media anual. Período 1951-75.



MAPA 3: Isotermas y temperatura media de invierno.

las áreas cercanas y en nuestro caso, la Sierra, como hemos indicado, dista sólo 45 km. del cálido Mediterráneo y, también pueden acceder a ella los vientos del Oeste atlánticos, beneficiándose por ello y en el primer caso sobre todo la vertiente sur.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Para poder apreciar con claridad la distribución espacial de la temperatura, hemos confeccionado el mapa n.º 2 en base a los valores medios anuales. Podemos constatar que las isotermas se ajustan a las isohipas del relieve, y aquellos van desde los 2º C de Sierra Nevada Albergue a los 17,1º C de Canjayar, su distribución está básicamente, aunque no exclusivamente, regida por el factor altitud, cumpliéndose así la regla de LAUTENSACH de la disminución de la temperatura con la altura (4) (Orgiva, 450 m. 16,6º C; Cartuja, 775m. 15,4º C).

Otra constante generalizable es que a igual o similar altitud, la vertiente norte es más fría que la sur, poniéndose así de manifiesto la perturbación que sufre la temperatura por efecto de la exposición —solana-umbría—: mayores valores térmicos en el primer caso a lo que se une también su mayor proximidad al Mediterráneo, y menor en el segundo, aumentado por la superior lejanía del mar. Así Cartuja a similar altitud que Lanjarón presenta una temperatura ligeramente inferior.

Las medias anuales de todos los observatorios situados en cotas por debajo de los 1.000 m. se presentan por lo general superiores a los 15º C, (excepto Laujar y Pinos Genil), alcanzándose en Orgiva y Canjayar 16,6º C y 17,1º C respectivamente. Las temperaturas tan suaves en estos dos últimos puntos, que en el caso de Canjayar es próximo a los valores costeros, se debe además a la influencia marítima —influencia que afecta al resto de los observatorios de la vertiente sur— que hace que los valores térmicos sean muy moderados si bien se acusa un matiz más de continentalidad en Canjayar: temperaturas máximas absolutas por lo general, más elevadas que Orgiva, a pesar de estar a mayor altitud, y que es debido al efecto topográfico *foehn* que con los ponientes se acusa en esta zona del valle de Andarax.

Podemos decir que la altitud, la exposición y la continentalidad son tres de los factores que más influyen en la distribución espacial de las temperaturas en Sierra Nevada, este último claramente definido en las variaciones intermensuales, sobre todo a nivel de máximas y mínimas, tanto medias como absolutas, así en su conjunto como entre vertientes.

TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS Y ABSOLUTAS Y MEDIA DE LAS MÍNIMAS Y ABSOLUTAS

Las medias de las máximas más bajas presentan cifras que oscilan entre valores inferiores a 0º C hasta 16,2º C, las más altas van de 18º C a 36º C, anualmente se sitúan de 7,3º C a 25,5º C. Igual que para los valores medios mensuales, el mes más frío es diciembre o enero y el más cálido julio o agosto.

Las máximas absolutas se muestran muy en correlación con las medias de las máximas, 8,2º C y 19,8º C los valores más bajos y de 23,1º C a 40,2º C los más altos; igual que para aquellas el mes más cálido es julio o agosto y el menos diciembre o enero.

Similares características se observan en las temperaturas medias de las mínimas y absolutas en cuanto al máximo veraniego y mínimo invernal. Las cifras menos elevadas se sitúan entre -7,5º C y 4,7º C y de 9,4º C a 20,7º C las más altas, variando las absolutas de -14,5º C a 0,2º C y 4º C a 16,1º C (más bajos y más altos respectivamente).

Sin embargo se puede establecer una cierta matización en el sentido de que en general los valores más elevados, teniendo en cuenta la altitud, ya a nivel de media de las máximas como absolutas, se dan en la mitad Oriental de la Sierra, mientras que en la Occidental se muestran más moderadas, diferenciación que se aprecia también entre vertientes. La misma observación puede señalarse para las medias de las mínimas y absolutas que se muestran a su vez más bajas como consecuencia también de un mayor aislamiento del mar sobre todo en la vertiente que se abre a la depresión de Guadix.

A juzgar por los valores mínimos y en relación a la presencia de heladas, estas tienen lugar en toda la Sierra y su duración aumenta

desde las zonas bajas a las más elevadas, si bien en las primeras puede acentuarse además por acumulación de aire frío especialmente en los observatorios situados en el fondo de los valles y depresiones.

RITMO ANUAL Y ESTACIONAL DE LA TEMPERATURA

El ritmo anual tiene caracter extratropical, todos los puntos presentan un sólo mínimo que puede ser diciembre o enero, desde uno de estos dos meses los valores comienzan a elevarse lentamente hasta alcanzar el máximo anual en julio o agosto, preferentemente en éste último, la diferencia entre ambos es mínima pues en ningún caso supone 1° C. Esta tendencia a que sea agosto el mes más cálido se debe como afirma LAUTENSACH (5), a la influencia que sobre las temperaturas peninsulares tiene su entorno marítimo ya que el mar presenta «siempre en sus temperaturas de superficie un retraso respecto a la del continente».

Si el invierno es frío, el verano es caluroso alcanzándose valores superiores a 20° C durante cuatro meses (e incluso seis meses en Canjayar, superándose los 27° C en agosto) en todos los observatorios situados por debajo de 1.000 m. excepto Laujar y Pinos Genil. El hecho de que sea diciembre o enero el mes más frío y julio o agosto el más cálido, pone de manifiesto la existencia de una asimetría térmica, ya que las temperaturas se elevan desde los mínimos de invierno a las máximas estivales lentamente y descienden desde éstas hasta los valores bajos invernales de una forma mucho más rápida; esto se debe al especial régimen de temperaturas del Mediterráneo, entre otras. PEDELABORDE señala que éste es un hecho muy general y que se aplica a la mayor parte del continente Euroasiático (6).

a) El invierno.

El mapa de temperatura media de invierno (Mapa n.º 3) nos muestra en general valores en torno a los 6° C-7° C que se alcanzan hacia los 700-1000 m. en la vertiente norte y entre 7° C-10° C por debajo de los 1.000 metros, en la vertiente sur. Solo bajan de los 6° C y a cotas superiores a la última señalada, situándose varios grados bajo cero en Sierra Nevada Albergue.

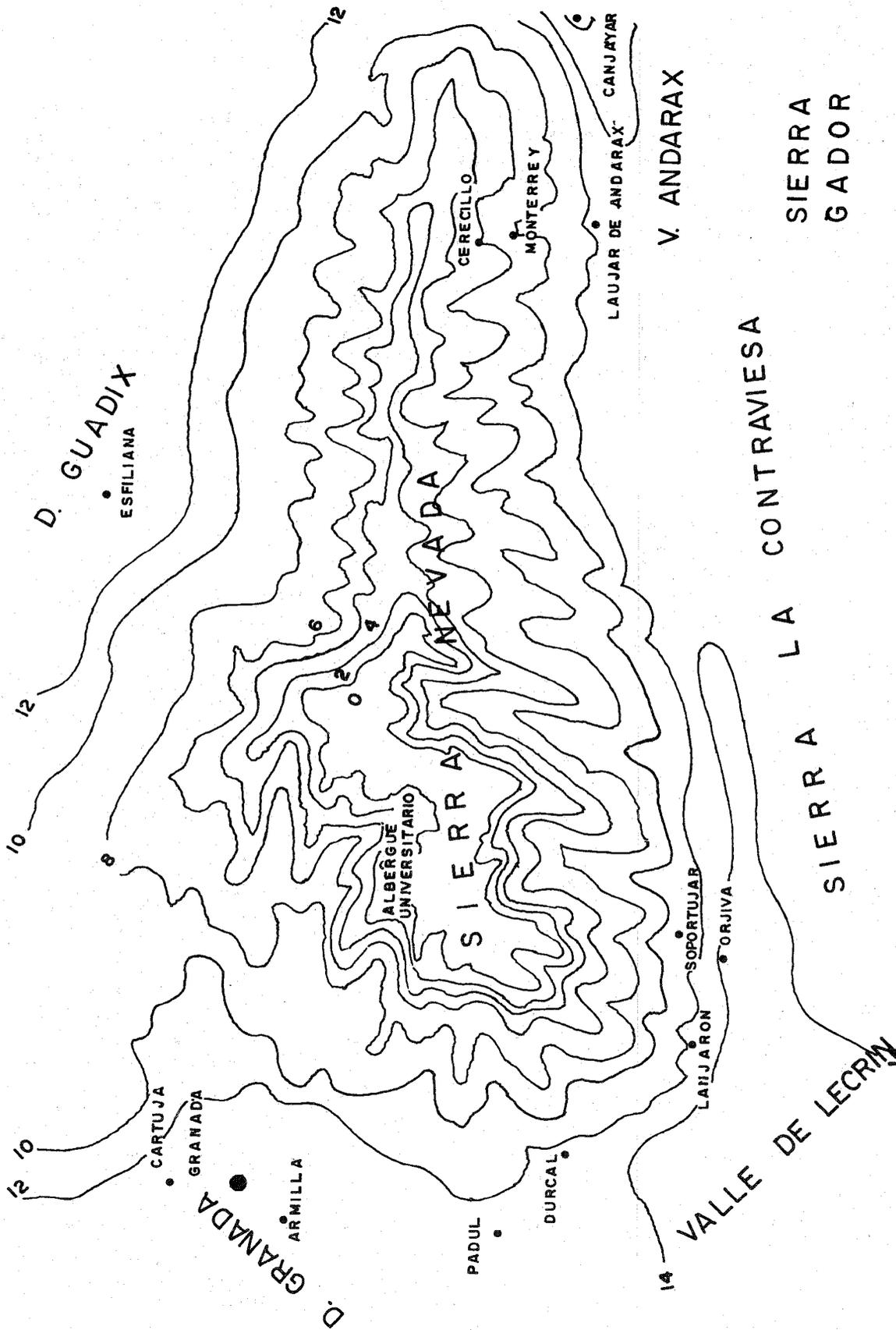
Los 10° C sólo los superan ligeramente Canjayar y Orgiva (10,7° C y 10,4° C respectivamente). Se puede hablar de la existencia de invierno climatológico a partir de los 1.400 en la vertiente sur y a cotas algo más bajas en la norte (medias inferiores a 6° C; en S. Nevada Albergue se extiende en septiembre a mayo) en el resto de la Sierra, como hemos visto los inviernos son largos y fríos con temperaturas entre 6° C-10° C.

El mes más frío es diciembre o enero con diferencias que no pasan de 1° C. Hemos de señalar cómo las temperaturas son ligeramente más bajas en Armilla que en Cartuja aún cuando este último punto está a una altura superior; esto se debe a que bajo situaciones anticiclónicas, tan frecuentes en invierno, se producen estancamientos de aire frío en el fondo de las depresiones, en este caso de la Granadina, y a la consiguiente inversión térmica que se establece a niveles superiores (7). Podemos igualmente constatar que la vertiente NW las registra un poco menos bajas que la que mira a la Depresión de Guadix, pensamos que esto se debe a que está menos aislada del Mediterráneo (comunicación no demasiado difícil a través del valle de Lecrín) y abierta ampliamente a los vientos Atlánticos. Esta diferencia se ve aún más clara a nivel de mínimas medias, siendo la de Exfiliana entre 2° C y casi 3° C más baja que las de Cartuja, durante los meses invernales.

Las medias de las máximas se sitúan entre 10° C y 15° C por debajo de los 1.400 m. (Canjayar 17,6° C), por encima de esta cota descienden de la primera cifra hasta ser inferiores a 0° C en S. Nevada Albergue. Las medias de las mínimas en ningún observatorio superan los 6,5° C, siendo inferiores a 0° C a partir de 1.300-1.400 m. e incluso a cotas ligeramente más bajas en la vertiente norte.

En invierno las altas presiones afectan con frecuencia, dando lugar durante el día a tiempo soleado, más por la noche, la ausencia de nubosidad hace que el calor acumulado por la tierra a lo largo del día se irradie a la atmósfera con lo cual las temperaturas descienden considerablemente.

Los tiempos ciclónicos marítimos, producen templanza, mientras que los anticiclónicos las hacen decrecer, tanto más si el aire que nos trae es de procedencia continental europea.



MAPA 4: Isotermas y temperatura media de primavera.

Es ésta la estación que presenta unas temperaturas más bajas coincidiendo esto con la época de mayor nubosidad y menor insolación del año (8). En resumen la vertiente norte presenta inviernos largos y fríos —con acentuado matiz de continentalidad— y la sur los ofrece más cortos y moderados, sobre todo cuanto menor es la altitud. Durante el invierno se desencadenan irrupciones de aire frío, especialmente cuando la Depresión de Baleares se traslada más al Este y el Anticiclón de Azores se funde con el del Atlántico Norte, afectándonos entonces aire Polar Continental muy frío y seco. Estas advecciones de aire Polar o Artico según FONT TULLOT (9) tienen lugar preferentemente en febrero a consecuencia de la acumulación de aire frío a fines del invierno sobre la Cuenca Artica.

b) La primavera

Las temperaturas de primavera (mapa n.º 3) presentan valores entre 10º C y 14º C, excepto los situados a más de 1.200 m., en que son más bajas y los de Orgiva y Canjayar con 15º C y 16,7º C. El paso del invierno a la primavera supone una elevación de la temperatura entre 3º C y 7º C. La primavera es una estación poco definida, realmente abril y sobre todo parte de mayo, presentan características primaverales, principalmente en la vertiente Norte, ya que a partir de la segunda quincena de este último mes se suceden días auténticamente veraniegos.

Por su parte el mes de marzo —incluso a veces abril— gira más en torno al invierno que a la primavera. Los observatorios ubicados en cotas elevadas, como hemos dicho registran temperaturas muy por debajo de los 10º C, llegando en S. Nevada Albergue a no alcanzar valores sobre 0º C. A nivel de máximas medias y para cotas inferiores a 1.000 m., en marzo ningún lugar llega a los 20º C; en abril esta cifra sólo es alcanzada por Exfiliana y Canjayar. Ya en mayo la rebasan hasta los 24º C casi todos los observatorios, incluso Canjayar sobrepasa los 29º C. En altitudes superiores no se alcanzan los 20º C en ningún mes. En mayo: Soportujar 18,4º C; Cerecillo 14,8º C.

Las mínimas medias nos reflejan la mayor bondad de la temperatura en la Vertiente Sur respecto a la Norte; en mayo Cartuja registra 10,2º C; Exfiliana 8º C, ambas en la vertiente

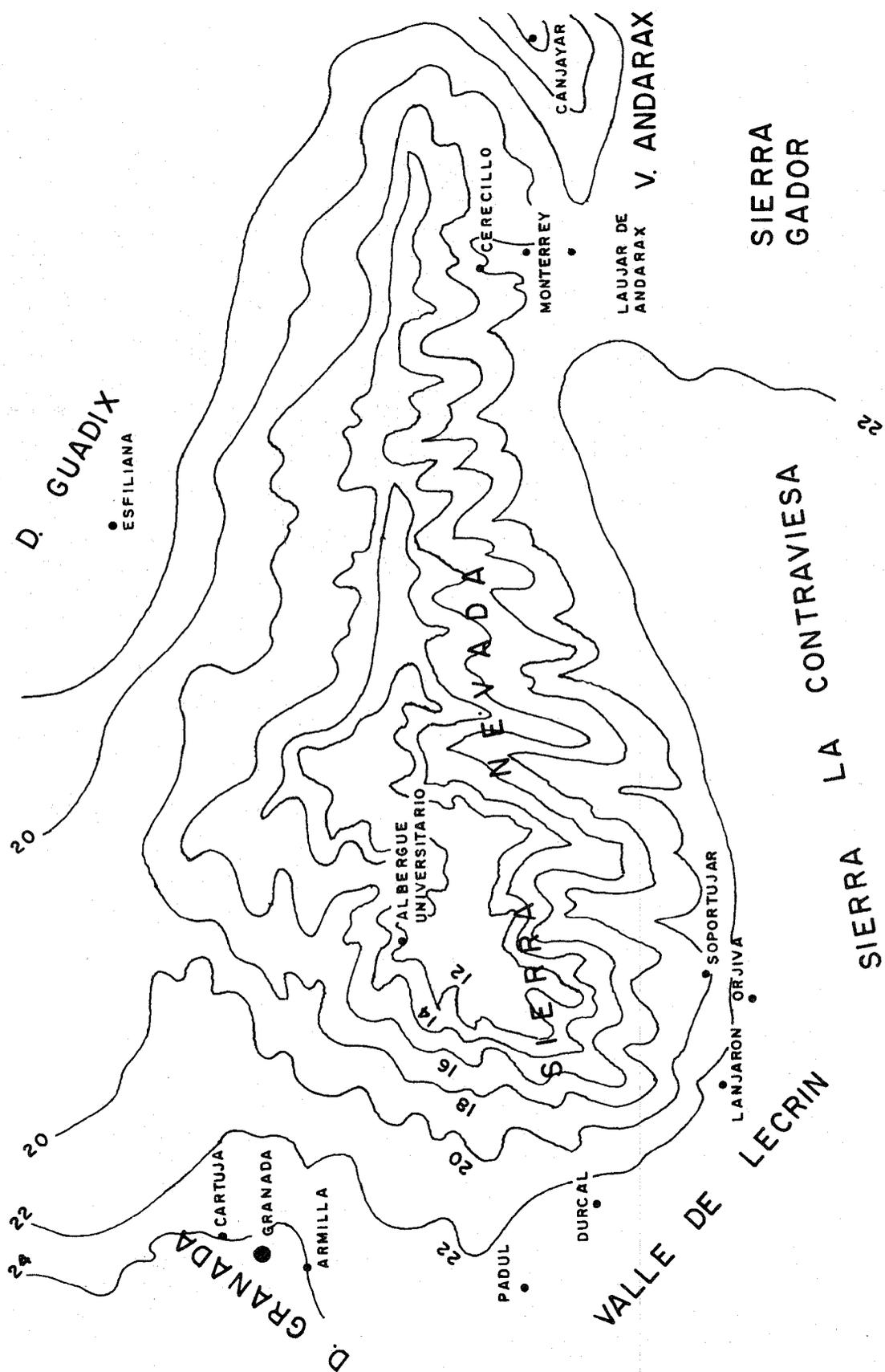
norte, Padul 16,9º C y Laujar 15,3º C en la vertiente sur y a similar altitud que las anteriores.

El retraso de la primavera es un factor importantísimo que afecta a la agricultura. Las temperaturas extremas y la duración de las heladas, sobre todo, limitan algunos cultivos y pueden ocasionar daños a otros, si tras un periodo de templanza se suceden de nuevo, naturalmente estos riesgos y limitaciones son mayores en el lado norte de la sierra por ser más fría, y afectan a cotas más bajas que en la sur, donde la temperatura de primavera es mucho más suave. En esta estación predominan las situaciones ciclónicas sobre las anticiclónicas. En abril junto a tiempo típicamente invernal se suceden otros veraniegos, acentuándose ya a partir de mayo una recuperación térmica; aún así, incluso en este último mes, pueden producirse invasiones de aire frío que hacen descender las temperaturas.

c) Verano

Sin duda el verano es la estación que junto con el invierno esta mejor definida. En cotas inferiores a los 800 m., la vertiente norte, más alejada del mar y protegida por las altas cumbres presenta unos largos y calurosos veranos desde finales de mayo hasta septiembre. Las temperaturas medias pasan de los 20º C (24,1º C en Cartuja; 23,7º C en Exfiliana). Las máximas absolutas pueden rebasar los 40º C en los meses álgidos de julio y agosto en altitudes medias, sobre todo en la vertiente sur. Las máximas medias reflejan por su parte, la mayor continentalidad de la ladera norte respecto a la NW igual que las mínimas medias, así unas y otras son más extremadas en aquella que en esta última.

La vertiente sur presenta igualmente veranos largos y calurosos con temperaturas que oscilan entre 21º C y 26º C por debajo de los 1.000-1.400 m. Las máximas absolutas y mínimas, así como las máximas y mínimas medias son más moderadas que las de la vertiente norte por la acción suavizadora del Mediterráneo; aún se puede apreciar una mayor rigurosidad de Oeste a Este, más en cuanto a máximas que a mínimas de lo que se deduce que este matiz de continentalidad hacia el Este esta definitivamente orientado hacia el calor. El mes más cálido en ambas vertientes, casi siempre es agosto seguido de julio a igual o li-



MAPA 5: Isotermas y temperatura media de verano.

geramente inferior temperatura. En cotas más elevadas de la vertiente sur la temperatura media de verano no alcanza los 20° C; 18,8° C Monterrey; 17,8° C El Cerecillo, sin embargo mensualmente el primero los alcanza en julio y agosto mientras que el segundo no lo hacen en ningún mes.

En la vertiente norte, las temperaturas a estas cotas son algo más frescas aunque pueden alcanzar valores elevados. A altitud superior a 1.800 sólo contamos con el observatorio de Sierra Nevada Albergue a 2.500 m. que registra valores entre 6° C y 11° C en los meses estivales. Las máximas absolutas pueden alcanzar los 25° C y las mínimas bajar de 0° C; ello denota un clima claramente de montaña siendo el mes de agosto también el más cálido. El verano aquí es muy corto, no olvidemos que durante seis meses la temperatura media se halla por debajo de 0° C.

El aumento de la temperatura desde la primavera al verano oscila entre 8° C-11° C y es más fuerte que el que se da entre el invierno y la primavera. Esta elevación es a su vez más rápida de mayo a junio en la vertiente norte; en ésta la rigurosidad que suponen las altas temperaturas diurnas en las zonas más bajas, se ve compensada por el refrescamiento vespertino que aportan las brisas que bajan de la Sierra. El mes de junio por su parte es igualmente estival registrándose fuerte radiación y calor.

En verano se produce un debilitamiento de la Circulación Zonal desapareciendo casi por completo los vientos del oeste en las capas bajas de la atmósfera (10), el dominio del Anticiclón de las Azores sobre la Península y sobre la Sierra es casi absoluto, esto da lugar a una situación de buen tiempo generalizado, la total o casi ausencia de nubes en la mayor parte de las zonas, (el mínimo anual de nubosidad se da en verano) favorece la insolación (máximo anual de verano), y con ello el aumento de la temperatura debido al fuerte caldeamiento diurno, se pueden dar corrientes ascensionales de aire y dar tormentas aisladas.

d) El otoño

En otoño el Anticiclón de las Azores comienza a debilitarse al tiempo que es reempla-

zado en ocasiones por las perturbaciones del Frente Polar. Las temperaturas medias para las zonas por debajo de los 1.200 m. oscilan entre los 14° C y casi 20° C, por encima de esta cota baja (13° C en Monterrey a 1.400 m.; 11,1° C El Cerecillo a 1.800 m.; Sierra Nevada Albergue alrededor de 4° C), sin embargo no debemos olvidar que son medias estacionales y que intermensualmente hay gran diferencia entre las temperaturas de septiembre y las de noviembre, que en caso de Sierra Nevada son negativas para este último mes.

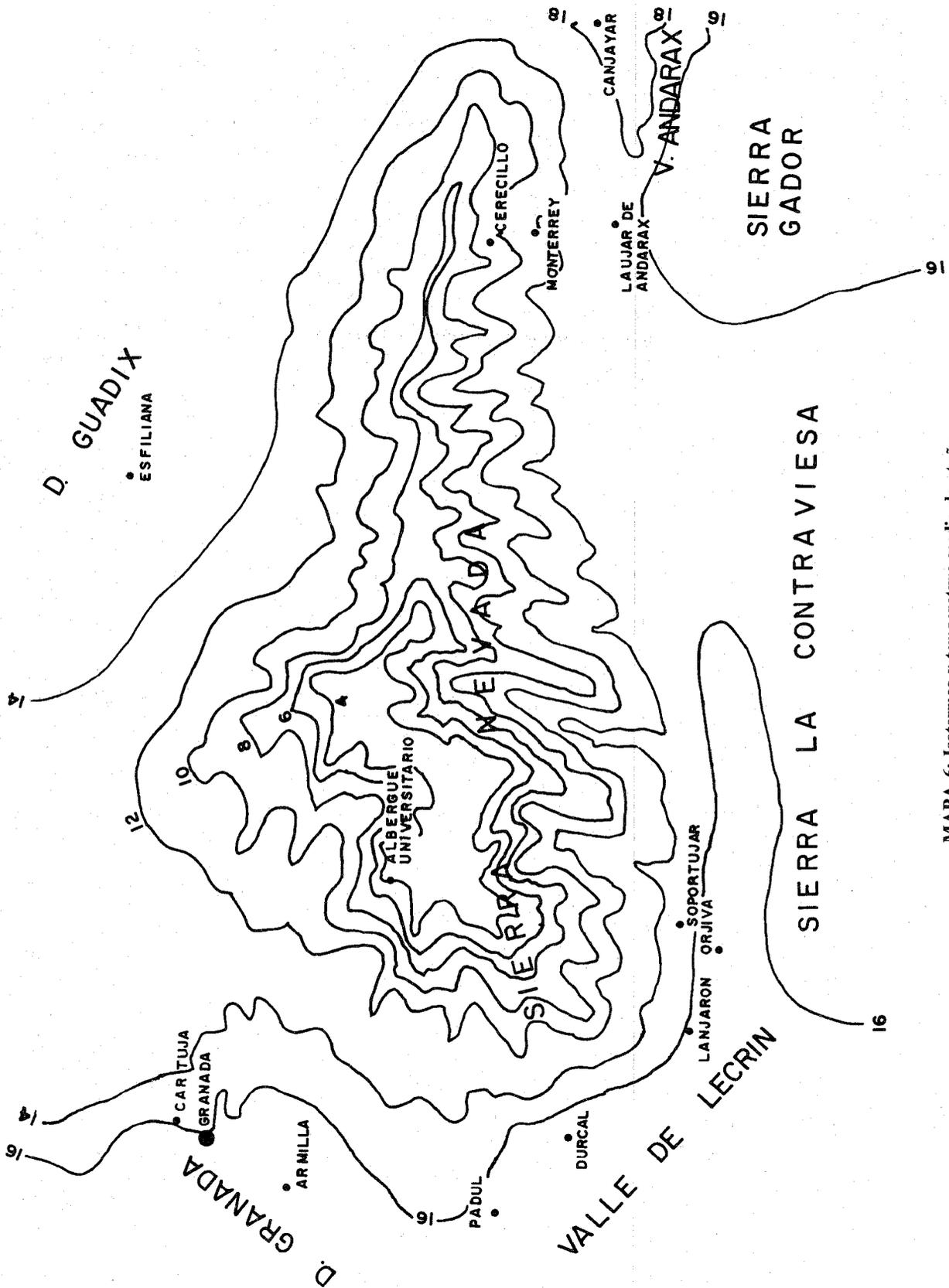
La caída de temperatura desde el verano al otoño varía entre 5° C y 9° C. Como vemos este descenso es inferior al aumento que la temperatura experimenta desde la primavera al verano; por tanto se deduce que el otoño es más cálido que aquella.

La diferencia positiva es de 2° C a 4° C según las zonas. Podemos apreciar también cómo esta estación posee rasgos en cuanto a temperaturas que la definen como tal, tiene más personalidad que la primavera, la cual aparece mucho menos definida al menos en la vertiente norte.

Las medias de las máximas oscilan entre los 24° C-34° C en septiembre en zonas por debajo de los 1.000-1.200 m. En octubre se sitúan en torno a los 2° C-23° C, llegando Canjayar a alcanzar los casi 30° C. Incluso noviembre registra temperaturas máximas medias entre 13° C-18° C (Canjayar 21,2° C). En cotas superiores aún se logran 15° C en septiembre y octubre Monterrey y Cerecillo mientras que Sierra Nevada Albergue no lo logra en septiembre y en octubre baja de los 10° C.

Sin embargo, las temperaturas mínimas absolutas y mínimas medias no dejan lugar a dudas de que nos encontramos en la antesala del invierno. Se han registrado temperaturas de 0° C el 31 de octubre de 1974 en Cartuja. En Sierra Nevada Albergue las mínimas absolutas por debajo de 0° C son totalmente normales y su cuantía aumenta conforme nos acercamos al último mes del año.

En cuanto a las mínimas medias tanto en zonas altas como menos elevadas, bajan más cuanto más nos aproximamos a diciembre si bien son más moderadas en la vertiente sur que en la norte, todo ello matizado por la alti-



MAPA 6: Isothermas y temperatura media de otoño.

tud de cada zona. Ya en septiembre, la insolación disminuye por el sucesivo acortamiento de los días. Por otro lado «esporádicamente suelen aparecer las primera irrupciones meridianas de aire Polar con descenso acentuado de las temperaturas, ligadas a anticiclones Polares oceánicos, que dan lugar incluso a las primera heladas a consecuencia de la advección de masas de aire Polar marítimo con cielos despejados» (12). Por tanto septiembre será más o menos cálido según la frecuencia de estas situaciones.

De octubre a noviembre el descenso de la temperatura es muy rápido, el creciente enfriamiento de la Península favorece el establecimiento de altas presiones. En noviembre pueden darse irrupciones de aire frío que haran descender la temperatura según la potencia que tengan y su zona de procedencia.

AMPLITUDES TERMICAS ANUALES

Sin duda la oscilación que experimenta la temperatura a lo largo del año es una de las manifestaciones más importantes que ayudan a conocer el régimen térmico de una zona. En nuestro caso podemos comprobar, una vez más, algunas de las características que han quedado ya patentes en los mapas de temperatura media. Los valores de amplitud oscilan entre los 44° C-54° C. En ellos se observa nuevamente la diferencia entre la vertiente norte y la sur para cotas inferiores a los 1.000 m., dándose en esta segunda vertiente y en su mitad occidental los valores más bajos: Lanjaron 13,4° C; Orgiva 14,4° C; Durcal 15,9° C.

Canjayar en el interior de la cuenca del Andarax registra 17,2° C de amplitud lo que denota su matiz continental, que como sabemos se debe más a las altas temperaturas de verano que a las bajas invernales. En la vertiente norte los valores se muestran más elevados entre 17° C y 19° C. A altitudes superiores a 1.000 m. las amplitudes varían entre 12° C y 17° C.

En resumen, el mapa de amplitudes medias anuales (mapa n.º 6) muestra que éstas son más bajas en la vertiente sur (más cercana al litoral) que la norte (más alejada de él). También se aprecia un ligero aumento de Oeste a Este. Otra característica destacable es la dis-

minución que experimentan los valores conforme ascendemos en altitud hecho propio de las zonas montañosas.

En cuanto al ritmo anual de la amplitud, se observa un mínimo invernal que se puede dar en diciembre o enero y un máximo estival, generalmente en agosto.

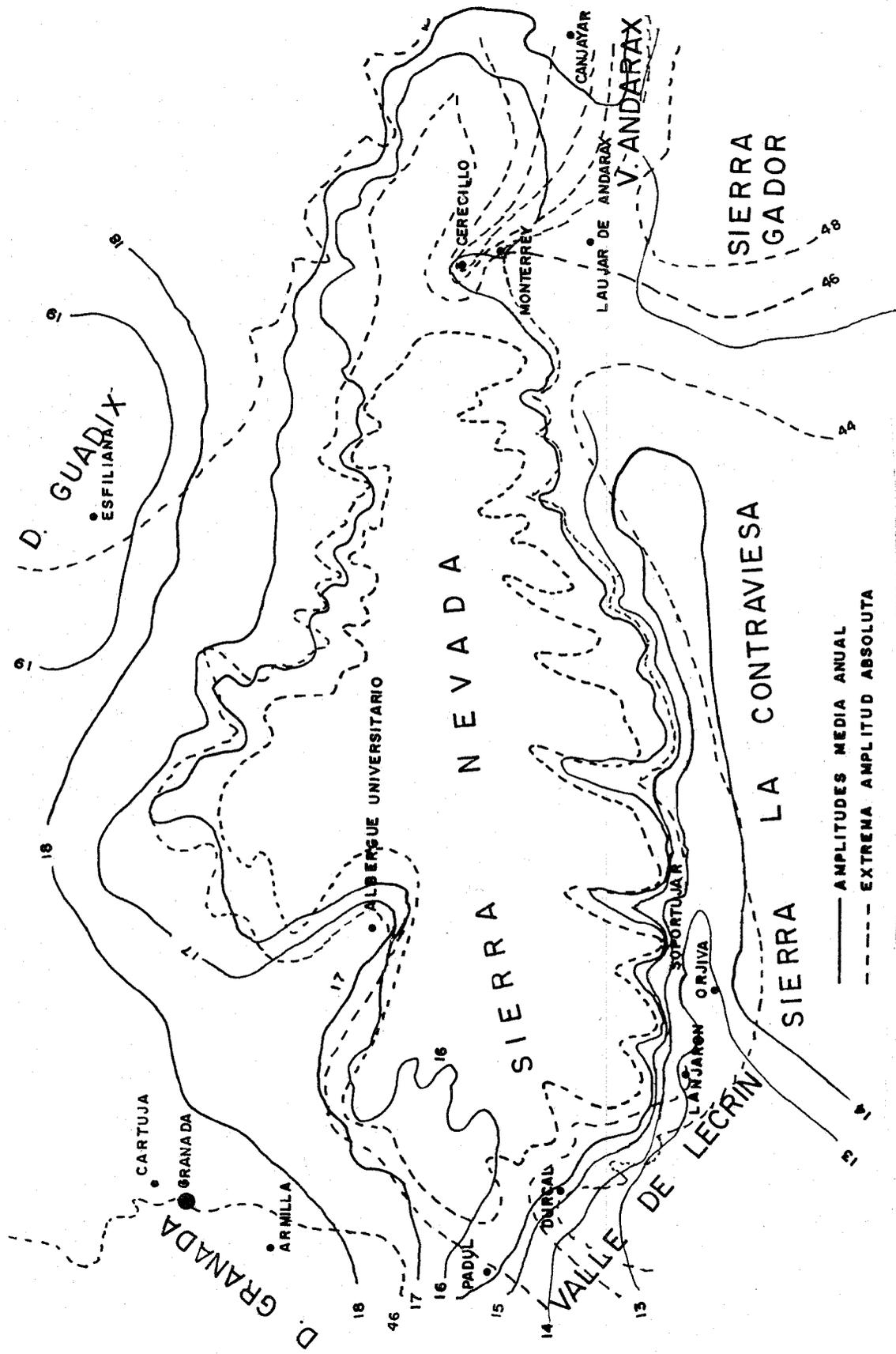
La amplitud media mensual, igual que la anual, muestra valores más elevados en la vertiente norte que en la sur, disminución de estos con la altura y ligera elevación también de Oeste a Este.

AMPLITUDES TERMICAS EXTREMAS ABSOLUTAS

Al igual que el de amplitudes anuales, presenta (mapa n.º 7) valores más bajos en la ladera sur: Orgiva 47,5° C; Durcal 44° C; Laujar 47° C. En Canjayar la amplitud extrema es mayor por su aislamiento en el interior de la cuenca del Andarax y por su posición más oriental (54° C). Los valores en la vertiente norte se sitúan entre 51° C y 54° C. A altitudes elevadas la amplitud descende.

En síntesis podemos decir que también el mapa de amplitudes extremas absolutas muestra aumento de estas de sur a norte y de Oeste a Este, así como una disminución de las mismas con la altitud. Los valores elevados de la vertiente norte se deben tanto a las temperaturas absolutas altas de verano como a las bajas mínimas absolutas invernales (consecuencia del efecto de continentalidad y alejamiento del Mediterráneo, y las influencias atlánticas más acentuadas en la ladera que se abre a la Depresión de Guadix), estas últimas se registran extraordinariamente bajas cuando nos afecta aire Polar Continental muy frío y seco. Una irrupción de este tipo ocurrió en febrero de 1956, las temperaturas en esa ocasión dieron mínimas de: -10° C en Laujar; -8,1° C en Caruja; -7,6° C en Armilla.

La vertiente sur, influenciada por el Mediterráneo y los vientos Atlánticos, presenta valores más moderados, sólo Canjayar muestra valores comparables a la vertiente norte de la Sierra, pero esto se debe, como hemos apuntado en otra ocasión, más a la acción de las altas temperaturas absolutas de verano que a las



MAPA 7: Isoamplitudes medias anuales y extremas absolutas.

mínimas muy bajas invernales, dándole por tanto un marcado matiz de continentalidad «que denota un clima muy extremado, especialmente orientado hacia el calor» (13).

RITMO INTERANUAL DE LA TEMPERATURA

En general el ritmo interanual de la temperatura no es demasiado homogéneo, produciéndose variaciones de unos años a otros más o menos acentuadas, tanto si consideramos un mismo observatorio como entre unos y otros. Los valores térmicos medios del periodo muestran cifras entre 15° C y 15,5° C para más de la mitad de ellos; de los seis restantes, cinco registran de 10° C a 14° C y sólo Sierra Nevada Albergue, el único que sobrepasa los 2.000 m. de altitud presenta temperaturas realmente bajas; sin embargo las diferencias entre unos y otros sí se dan a nivel de valores absolutos.

Puede ocurrir que las temperaturas experimenten un avance o retroceso de forma general para todos o la mayoría de observatorios al verse afectados por invasiones de aire frío o cálido excepcionales. Los valores de variabilidad muestran una tendencia a aumentar con la altitud y la continentalidad (14). Además de estos factores, la mayor o menor incidencia de periodos fríos o calurosos modificado por la orientación u otro hecho más o menos local, pueden establecer variaciones en las manifestaciones térmicas de los diferentes observatorios. Examinando las temperaturas medias interanuales del periodo, podemos constatar la existencia de tres ciclos:

- un frío que comprendería los años cincuenta.
- otro cálido que abarcaría la década de los años sesenta.
- y un tercero, también frío, a partir de 1971.

En general la década de los sesenta se presentó como bastante calurosa destacando 1961, 1966, 1967-1968. En estos años algunos de los observatorios registraron los valores medios anuales más altos del periodo, sin duda las olas de calor que tuvieron lugar en el verano de los tres últimos han sido, en parte,

responsables de las elevadas cifras absolutas alcanzadas (en Canjayar 47° C en agosto del 66; 48° C en julio del 67 y 43° C en julio y agosto del 68) por un lado, y por otro han contribuido a aumentar las medias anuales. CAPEL MOLINA nos presenta el verano de 1967 como el más caluroso de los últimos cien años (15).

En cuanto a los años más fríos se presentan bien en la década de los cincuenta o setenta, concretamente destaca el año 1956 (febrero) y los meses de diciembre de 1970 y enero de 1971 en ambos periodos nos vimos afectados por una invasión de aire frío; aunque este tipo de invasiones se producen con cierta periodicidad, sí fueron estas las más destacables por el número de observatorios que alcanzaron temperaturas de las más bajas del periodo.

Respecto a las medias de las máximas interanuales y de las mínimas, las más altas en el primer caso se presentan por lo general en la década de los sesenta y las más bajas en los otros dos periodos señalados, e igual característica se observa en el segundo caso. Queremos señalar que tanto las más altas como las mínimas más bajas no suelen darse de forma aislada sino que vienen a ser la culminación de una serie de días en los que se registran temperaturas muy elevadas o muy frías.

Las máximas absolutas en el verano sobrepasan en determinados puntos los 40° C e incluso los 45° C, sólo las cotas más elevadas escapan a estos rigores térmicos. Según DUE ROJO «El proceso ordinario en semejantes excesos de calor suele ser un ascenso gradual de varios días cuya máximo termina bien bruscamente con una tormenta de verano o gradualmente en caso contrario». El mismo autor establece que «tales días coinciden con los «tropicales de mínimas altas» (16), y que las mínimas temperaturas tienen lugar entre el 19 de julio y el 21 de agosto con un máximo canicular que suele coincidir con la última semana de julio y la primera de agosto.

Las situaciones que pueden dar lugar a la existencia de tales temperaturas según CAPEL MOLINA pueden reunirse en tres grupos:

«Las debidas invasiones de aire tropical, las originadas por aire tropical continental o europea recalentado o los originados por el recalentamiento por irradiación del suelo» (17).

CONCLUSION

Después de analizar los valores de temperatura media anual, estacional; las máximas medias absolutas, y mínimas medias y absolutas, así como los valores de amplitud anuales e interanuales medios y absolutos, podemos establecer una serie de constantes que se cumplen generalmente en los diferentes tipos de valores. Se aprecia un cambio de los mismos:

- Cuando aumenta la altitud
- De Oeste a Este
- Con el aumento de la continentalidad

En definitiva podemos concluir diciendo que el régimen térmico de Sierra Nevada pertenece al dominio de los climas templados y dentro de ellos al Mediterráneo, con máximos, tanto de temperatura como de amplitud, en verano, y mínimos de invierno. Pero debido a las

características morfológicas de la zona, su elevada altitud, los relieves que la circundan por el sur (sierra de Gádor Contraviesa y Lujar) y la existencia de cuencas y depresiones en su entorno, hacen que este tipo Mediterráneo, no se de en su forma pura en muchas áreas, apareciendo entonces matices de continentalidad —temperaturas en verano muy altas y bajas invernales acentuadas, en altitudes medias y zonas bajas—. En las más elevadas siempre por encima de los 2.000 m. se da un régimen típico de montaña, inviernos largos y muy fríos (durante seis meses la temperatura en Sierra Nevada Albergue se mantiene por debajo de 0° C y veranos cortos con valores moderados (en Sierra Nevada Albergue no pasan de los 10° C—14° C en agosto de media y las máximas absolutas de 25° C).

NOTAS

- (1) DANTIN CERECEDA, J.: *Resumen Fisiográfico de la P. Ibérica*. C.S.I.C. Inst. Juan Sebastián Elcano. Madrid, 1948, pág. 200.
- (2) TERAN, M.: *Geografía General de España*. Ariel. Barcelona, 1980, pág. 111.
- (3) Hemos utilizado el observatorio de Armilla que aunque está ya al nivel de la Vega de Granada nos ha parecido interesante por tener un periodo de datos amplio y completo.
- (4) LAUTENSACH, H.: *Características y ritmo anual de las temperaturas en la Península Ibérica. Una contribución a la geografía regional*. Estudios Geográficos. Madrid, 1962, pág. 264.
- (5) PEDELABORDE, P.: *Introduction à l'étude scientifique du climat*. Sedes. Paris, 1970.
- (6) MASACHS ALAVEDRA, V.: *El clima. Las aguas. Geografía de España y Portugal*. Dirigida por Manual de Terán. Barcelona, 1954, (tomo II).
- (7) PEGUY, Ch. P.: *Précis de Climatologie*. Ed. Masson. Paris, 1970.
- (8) FONT TULLOT, I.: «Periodos frios en la P. Ibérica.» *Rev. Geofísica*, XVI, 1957.
- (9) LINES ESCARDO, A.: *The climate of the Iberian Peninsula, Climates of Northern and Western Europe*. Wallen, C. C., ed. 1970. World Survey of Climatology, vol. 55. H. E. Landsberg, pág. 198.
- (10) CAPEL MOLINA, J. J.: *Los Climas de España*. Oikos-Tau. Barcelona, 1981, pág. 398.
- (11) CAPEL MOLINA, J. J.: *El Clima de la Provincia de Almería*. Caja de Ahorros de Almería, 1977, pág. 48.
- (12) DUE ROJO, A.: «Nota estadística sobre la temperatura en Granada». *Rev. Geofísica*, XI. Madrid, abril-junio 1952, págs. 183-189.
- (13) CAPEL MOLINA, J.J.: «Avance sobre las invasiones de Aire cálido en la Península Ibérica: Los mecanismos». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*. Vol. homenaje a J. Bosque, 1978.
- (14) DUE ROJO, A.: «El régimen térmico estival en Granada». *Observatorio de Carutja, Publicaciones*, serie B, n.º 60, 1955.
- (15) CAPEL MOLINA, J. J.: «Avance sobre las invasiones de Aire cálido en la Península Ibérica: Los mecanismos». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*. Vol. homenaje a J. Bosque, 1978, pág. 46.