

# **APLICACION DEL ANALISIS DE REGRESION AL ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES EN LA VERTIENTE SUR DE SIERRA NEVADA.**

RAFAEL DOMINGUEZ RODRIGUEZ  
AGUSTIN JUSTICIA SEGOVIA

## **RESUMEN**

Se analiza los contrastes espaciales de las precipitaciones en la fachada sur y suroccidental de Sierra Nevada y su relación con la altitud, para lo que se aplica el análisis de regresión a fin de establecer el modelo de función que explique de forma satisfactoria las diferencias altitudinales de la precipitación.

## **ABSTRACT**

The spatial contrasts between the southern and south-western façades of Sierra Nevada as well as their relationship with height are analyzed within the study, by means of the regression analysis in order to establish the model of function that could explain, in a satisfactory manner, the differences in rainfalls related to height.

## **INTRODUCCION.**

Dentro del conjunto de trabajos que acerca de las características climáticas del Sur Peninsular estamos llevando a cabo, figuran los relativos a las distribuciones de las precipitaciones y las causas que motivan sus diferencias.

El hecho de ser el sudeste el área que contiene las mayores alturas peninsulares, nos sugirió analizar la información de sus estaciones para concluir acerca de las variaciones de las precipitaciones en función de la altura.

## **1. HIPOTESIS DE TRABAJO.**

La literatura especializada en temas climatológicos relata con frecuencia la disminución de las precipitaciones en áreas de montaña a partir de una cierta altura, su variación de una región climática a otra y/o con la orientación de los

relieves. Estas circunstancias, unidas a nuestro conocimiento de que en alguna de las estaciones más elevadas de Sierra Nevada se registran totales de precipitaciones inferiores a los que se pueden medir en otras situadas a menor altura, nos invitó a medir el hecho y a intentar obtener algún tipo de correlación que permitiera generalizar en toda el área de Las Béticas.

En una primera lectura de los datos comprobamos que en algunas de las estaciones situadas en las áreas más cercanas a la costa, el volumen de precipitaciones totales anuales era más alto que en áreas inmediatas del interior, situadas a mayor altura, o sea, había una correlación inversa entre lluvias y altitud. Más hacia el interior, la correlación se tornaba positiva hasta aproximadamente los 2.500 m. de altitud donde llegan a medirse unos 1.200 litros/m<sup>2</sup>/año. A partir de ahí, de nuevo las precipitaciones comenzaban a disminuir hasta que a los 3.370 m de altura sólo se registran 549 mm.

Con el convencimiento de que la distribución altitudinal de las lluvias en Sierra Nevada sigue la tendencia relatada en los estudios realizados en otros lugares de montaña alta, nos centramos en la búsqueda de una ecuación que ajustara las dos variables -altitud y precipitaciones- y representara las variaciones de las precipitaciones en función de las distintas alturas y que ya en este momento suponíamos que se ajustaría mejor a un modelo polinómico que lineal.

## **2. LA ZONA DE ESTUDIO.**

Abarca las zonas hidrográficas 8 y 9 de la Cuenca Sur peninsular. La zona 8 es toda la cuenca del Guadalfeo y la 9 el conjunto de pequeños torrentes de la cara sur de la Contraviesa entre Motril y Adra (figura nº 1).

Esta zona de la cara Sur de Sierra Nevada es un triángulo que con líneas rectas iría desde el Mulhacén hasta Almuñécar por el oeste (en la costa de Granada) y hasta Adra por el este (en la de Almería). El tercer lado es la línea de costa.

El espacio cuenta con la condición necesaria para la comprobación de la hipótesis de partida: la altitud.

Desde el Mulhacén (3.480 m.) las alturas descienden hacia el sur con fuertes pendientes hasta llegar a los 300 m. del Guadalfeo en su confluencia con el Río de Izbor.

La topografía cobra el aspecto de una gran cúpula que forman el Mulhacén (3.480 m.), La Caldera (3.226 m.), el Veleta (3.392 m.), La Alcazaba (3.366 m.)

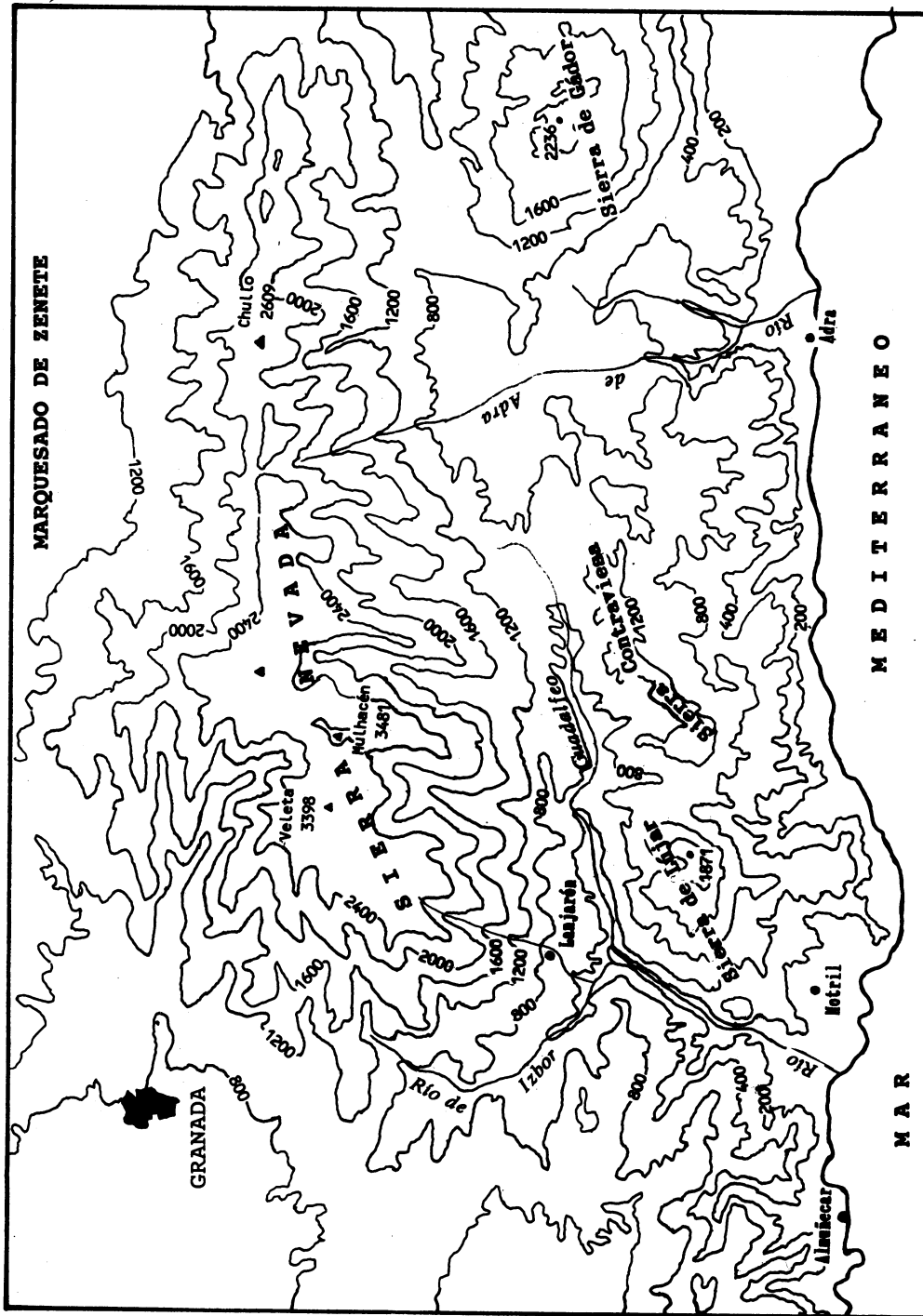


FIGURA 1. MAPA HIPOMETRICO DE LA VERTIENTE SUR DE SIERRA NEVADA.

y El Fraile del Veleta (3.201 m.), cimas que distan entre sí apenas unos kilómetros y queda contorneada en su base por el Río Guadalfeo (al E y S) y el Río de Izbor y su afluente el Río Torrente (por el W). Ambos marcan un profundo valle que recoge las aguas que, casi de forma radial, descienden de las alturas.

El Guadalfeo discurre a 900 m. cuando cambia su curso N-S por el E-W, y el de Izbor está a 500 m. cuando recibe al Torrente.

Más al exterior, por el W, y más allá del río de Izbor, la Meseta de Albuñuelas vuelve a dar alturas superiores a los 1.000 m. y sobre ella hay algunos cerros aislados que destacan escasamente pero superan los 1.300 metros y llegan a los 1.500 en el Herrero. Por el Sur, La Contraviesa separa al curso medio del Guadalfeo del Mediterráneo. En ella las alturas superiores a los 1.000 m. son frecuentes y tiene su techo en los más de 1.800 de la Sierra de Lújar.

Esta cúpula está cortada casi radialmente por los ríos que de ella descienden: Torrente, Río de Lanjarón, Río Chico, Mulhacén, Bermejo, Trevélez y tramo alto del Guadalfeo. Sus cursos, al acercarse a La Contraviesa, van tributando sus caudales al Guadalfeo Medio. Antes, han tallado alineaciones entre ellos con dirección ENE-WSW, como la de Almegíjar-Jubiles, entre el Guadalfeo y Río de Trevélez, que da alturas máximas de alrededor de los 1.400 m.

Por el Sur de La Contraviesa se desciende rápidamente hacia el mar con pendientes, si cabe, más acentuadas y que tienen su manifestación más clara en los acantilados de la Costa Granadina.

### **3. LOS DATOS.**

Proceden en su mayor parte de las estaciones meteorológicas de la Confederación Hidrográfica del Sur ubicadas en el espacio descrito más las inmediatamente exteriores. Son 35 estaciones pluviométricas en la cuenca del Guadalfeo (zona 8), 8 al sur de la Contraviesa (zona 9), 2 en la Meseta de Albuñuelas y una en la cara Norte de Sierra Nevada (estas tres últimas exteriores a la Cuenca Sur: «fuera de zona»).

A ellas hemos añadido las número 5518, 5519, 6219, 6221, 6281, 6282, 6284 y 6286 del Servicio Meteorológico Nacional que también están ubicadas en la zona de estudio o áreas inmediatamente cercanas.

Hemos considerado también las estaciones de Laguna Larga, Laguna de Las Yeguas, Corral del Veleta y Corralillos del Veleta, todas ellas sobre los 2.600 m.

de altura y fuera de zona, aunque han sido utilizadas con algunas reservas que en su momento expondremos.

En total 58 estaciones que consideramos cubren la zona de estudio de modo suficiente.

En este estudio hemos trabajado únicamente con los valores de las precipitaciones medias anuales, con la altura a que se sitúa cada estación y con sus orientaciones de acuerdo con los pasillos de entrada de las fuentes de humedad.

**Cuadro nº 1. Estaciones seleccionadas.**

Num(*)	Nombre	Cuenca	Altitud	prec/año
337	Dílar-Central	fz	980	607
338	Dílar-Presa	fz	1.360	710
216	Nevada-Albergue	fz	2.550	653
7	Albuñol	9	240	443
102	Haza del Lino	9	1.240	582
165	Torrenueva	9	20	338
154	El Pozuelo	9	8	352
204	Motril (Confederación)	9	40	368
276	Castell de Ferro	9	7	426
277	La Mamola	9	10	333
344	Faro de Adra	9	31	231
8	Albuñuelas	8	730	467
47	Cádiar	8	916	576
78	Dúrcal-central	8	890	477
98	Salobreña	8	50	453
100	Guájar Faragüí	8	281	581
101	Guájar Fondón	8	262	492
108	Itrabo	8	390	563
125	Melegís	8	450	424
133	Mulhacén	8	3.370	549
141	Orgiva	8	450	470
143	Padul	8	753	403
148	Peñón del Muerto	8	2.700	637
153	Pórtugos	8	1.120	702
155	Prado Tello	8	2.100	848

208	Poqueira	8	1.530	789
213	Bérchules	8	1.319	650
214	Prado Carnero	8	2.340	1.097
220	Cáñar	8	1.071	573
225	Lanjarón	8	665	520
228	Molvizar 1	8	220	457
232	Soportújar	8	1.700	727
252	Capileira	8	1.436	744
286	Aguadero Padul	8	740	447
183	Torvizcón	8	684	515
184	Trevélez	8	1.675	634
191	Vélez Benaudalla	8	220	468
361	Molvizar 2	8	100	467
332	Cerro del Muerto	8	1.320	723
336	Dúrcal-presa	8	1.800	685
350	Pampaneira-central	8	1.000	657
354	Pitres	8	1.240	683
380	Cádiar (P.G.C.)	8	940	534
382	Orgiva (P.G.C.)	8	470	394
383	Trevélez (P.G.C.)	8	1.476	618
384	Vélez Benaudalla	8	130	529
5518	Río de Dílar	fz	990	611
5519	Dílar	fz	878	584
6219	Almuñécar	fz	30	460
6221	Lentegí	fz	631	764
6281	Ugíjar	fz	559	377
6282	Mecina Bombarón	fz	1.200	637
6284	Turón	fz	684	504
6286	Berja-Castala	fz	800	407
	Laguna Larga	fz	2.600	1.037
	Laguna de Las Yeguas	fz	2.900	1.635
	Corrales del Veleta	fz	3.000	1.239
	Corralillos del Veleta	fz	3.200	1.449

(\*) Las estaciones cuyo número tiene cuatro dígitos pertenecen al S.M.N. Las que sólo tienen tres o menos a la C.H.S.

Acerca de la calidad de la información se nos plantearon algunas dudas. De un lado con la estación del Mulhacén (cuenca del Guadalfeo, nº 133 de las

de Confederación y a 3.370 m. de altitud). Cuenta con un pluviómetro totalizador que se instala en 1.949 y que ha tenido varios emplazamientos siempre en la misma área. Su ubicación actual data de 1.975 y su estado ha sido considerado como «bueno» en 37 de los 46 años que lleva funcionando la estación. Se lee una vez al año (entre los meses de julio y octubre) a la vez que se recarga y repara si está averiado.

Nuestras dudas proceden, no tanto de los cambios de emplazamiento o de los años de «estado deteriorado», sino del volumen medio de precipitaciones que registra (549 mm/año), y se basan en la posibilidad de que la nieve, forma habitual de las precipitaciones a esta altura durante buena parte del año, llene la cubeta del pluviómetro e impida la entrada de posteriores precipitaciones (el pluviómetro no tiene calefacción), con lo cual se estarían registrando menos precipitaciones de las reales.

Otro motivo de duda llega del conocido hecho de que el viento, muy fuerte a estas alturas, desvíe las precipitaciones de nieve hacia otros lugares, hacia «los neveros», donde se acumula en grandes cantidades, frente a las zonas más batidas por él que aparecen más limpias.

Los técnicos de Confederación encargados de anotar los registros y responsables de su funcionamiento, nos aseguran la buena calidad de aquellos, el buen estado de éste y su idónea ubicación, para lo que, nos dicen, fue necesario quitar la tapadera del pluviómetro y dejar el área de la boca totalmente abierta.

Consideramos importantes estas anotaciones porque en buena medida nuestras reflexiones deben apoyarse en el volumen de precipitaciones de esta área. No obstante, si se comprueba la inexactitud de los datos de la estación del Mulhacén, nuestra hipótesis inicial podría seguir manteniéndose, apoyada en este caso en otras dos estaciones más, situadas en la misma ladera, a menor altura y que registran precipitaciones también bajas, las números 216 y 148 de la Confederación Hidrográfica (Nevada-Albergue y Peñón del Muerto).

Más dudosa es la información referida a las estaciones de Laguna Larga, Laguna de las Yeguas, Corrales del Veleta y Corralillos del Veleta. Han sido utilizadas por Delgado y Ortega (1.985), están situadas por encima de los 2.600 m., en la cara norte de Sierra Nevada y sus registros oscilan entre los 1.037 y los 1.635 mm/año. Las dudas sobre la buena calidad de su información se producen porque dan un volumen de precipitación muy alto en relación con la estación «Sierra Nevada-Alberque Universitario» (653 mm/año). Aquellas distan de ésta unos

5 km. en línea recta y entre Laguna Larga (1.037 mm/año) y Sierra Nevada-Albergue Universitario sólo hay una diferencia de 50 metros de altura.

En el momento de redactar estas líneas, no hemos podido conocer el origen de la información de estas estaciones (no están en los listados del S.M.N. ni en los de las Confederaciones del Sur ni del Guadalquivir) y con ello efectuar las correspondientes comprobaciones. Por este motivo, hemos decidido prescindir de ellas.

En el proceso de elaboración de los datos hemos escogido en todas las series el periodo de 1.963-64 a 1.992-93 y hemos reconstruido las faltas de información por el metodo estadístico propuesto por el CEOTMA (1.982, pág. 84). El total de años completos considerado ha sido por tanto de 30, los mismos en todas las estaciones.

Hemos comprobado que las series son homogéneas y no muestran tendencias en aquellas estaciones que ofrecían mayor cantidad de dudas (Jansá, 1.969, pág. 63-64).

#### **4. RESULTADOS.**

##### **4.1. La distribución de las precipitaciones.**

En la figura nº 2 se muestra la distribución de las precipitaciones medias anuales: el punto más lluvioso de la zona estudiada corresponde a la estación nº 214 (Prado Carnero, a 2.340 m de altura) y arroja 1.097 mm./año como promedio del periodo. Están medidos con un pluviómetro totalizador y su serie de datos es larga y buena. La desviación estandar es de 408,57 mm. valor de irregularidad no excesivamente elevado en una estación lluviosa de la montaña mediterránea. La estación se sitúa en la cara oeste del Cartujo (3.152 m.), en el valle del río Dúrcal y claramente orientada a poniente.

El área más lluviosa, por encima de los 700 mm./año, se amplía a las alturas superiores a los 1.000 m.. Se extiende por los cursos medio y superior de los afluentes del Guadalfeo: Lanjarón, Chico, Mulhacén, Bermejo y Trevélez. La excepción la constituye el macizo del Mulhacén y los nacimientos de los ríos Mulhacén y Guadalfeo. Allí las precipitaciones oscilan entre los 550 y los 650 mm/año cuando las alturas de las estaciones superan los 1.400 m. Aunque es una zona elevada, tan elevada como la cima del Mulhacén, está situada inmediatamente al este del Cartujo y los nacimientos de los ríos citados forman un gran barranco entre éste y el Mulhacén (figuras nº 2 y 3).



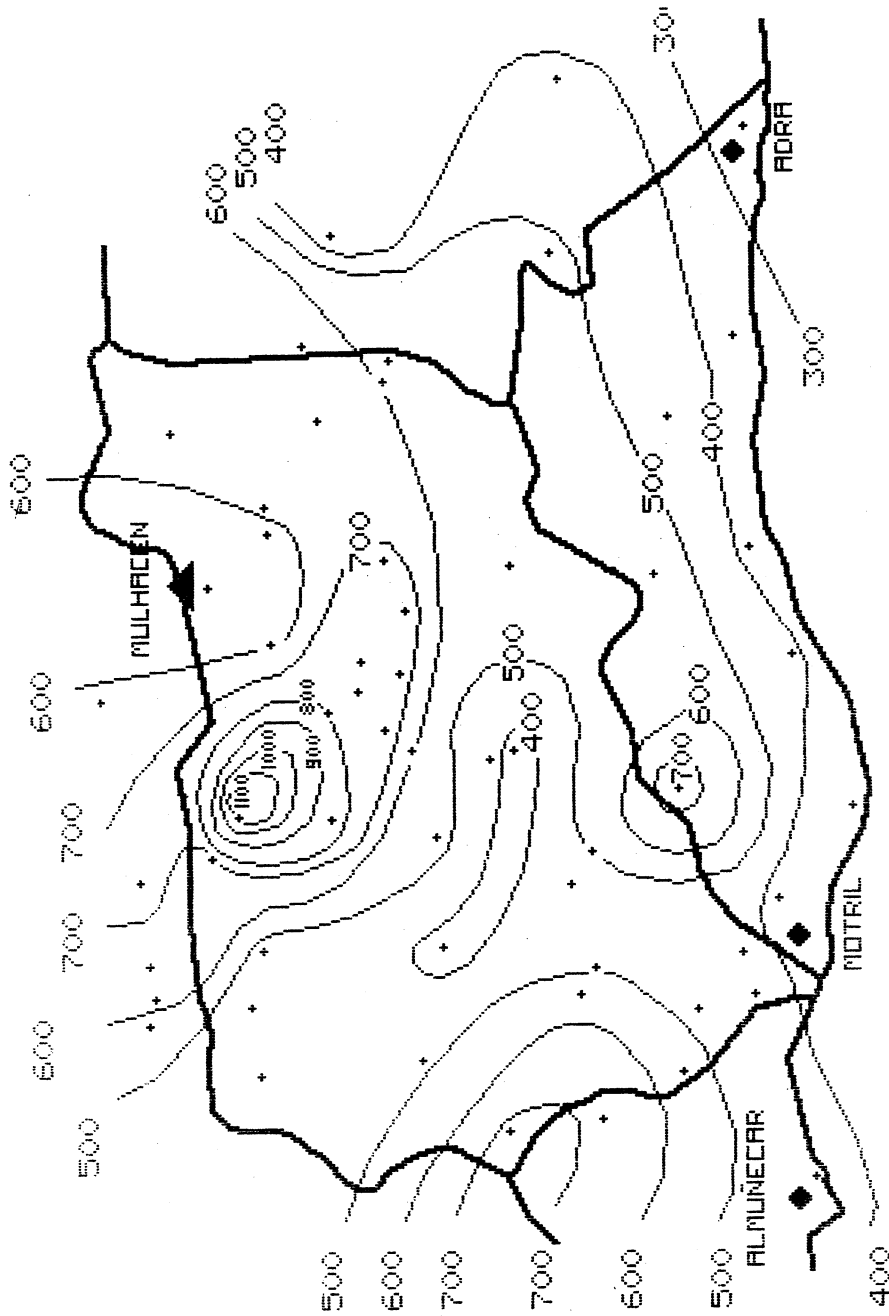
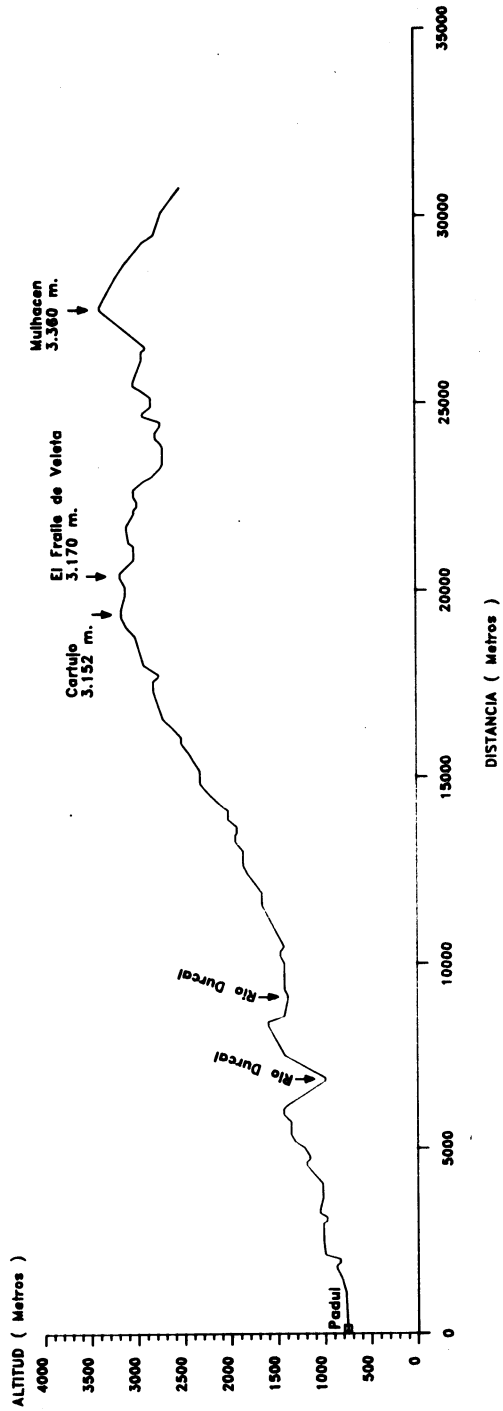


FIGURA 2. ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE ISOYETAS EN LA VERTIENTE SUR DE SIERRA NEVADA. (Elaboración propia).

+ Estaciones meteorológicas.

**FIGURA 3. PERFIL TOPOGRAFICO W.-E. : PADUL - MULHACEN**



ESCALA VERTICAL EXAGERADA 2,5 VECES.  
FUENTE: MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL 1:50.000. HOJAS N° 1026 Y 1027.

En la zona de confluencia de los ríos Izbor y Guadalfeo las precipitaciones descienden hasta menos de 400 mm. Remontando sus cursos se elevan hasta los 530 mm. en el del Guadalfeo, mientras que en el caso del Izbor sólo llegan a los 426.

En la Contraviesa y el Cerro del Muerto (en la Meseta de Albuñuelas), a 1.800 y 1.400 m. respectivamente, se vuelven a rebasar los 700 mm/m<sup>2</sup>. Entre ambos, el pasillo de salida del Guadalfeo, ya en su tramo bajo, se vuelve a mostrar menos lluvioso (algo más de 400 mm.)

La Costa, finalmente, da cantidades inferiores a los 400 mm. y hacia el este, en Adra, menos de 300.

#### **4.2. Altitud y precipitaciones.**

Como se ha podido observar, a nivel general hay una buena correspondencia entre la altura de las estaciones y el volumen de sus precipitaciones excepto en las del área del Mulhacén. En las figuras 4A y 5A se muestra este hecho a través de los cortes S-N y SW-NE en ellos representados.

Los gradientes medios son de 34,1 y 35,6 litros de aumento de la precipitación por cada 100 metros de elevación, respectivamente en uno y otro (alrededor de un 5 % en ambos casos como valor medio). Dentro de cada uno de ellos, los gradientes parciales son muy desiguales y dan valores que en porcentajes oscilan entre el 3 y el 8 % de incremento cada 100 m. en el primer caso y entre el 3 y el 9,6 % en el segundo. Estas variaciones de incremento son algo inferiores y más oscilantes que las registradas en otras regiones más septentrionales de Europa (valores entre el 6 y 9 % de incremento cada 100 m.).

La franja costera da una correlación negativa: a mayor altura, menos precipitaciones medias anuales. El hecho en este caso no ofrece dudas y se podría explicar por las lluvias torrenciales de la línea de costa, que afectan a áreas muy concretas y a veces reducidas y, afortunadamente, aisladas en el tiempo. Castell de Ferro y Albuñol son las estaciones más representativas de este hecho y en algunos años han registrado precipitaciones cercanas e incluso superiores a los 1.000 mm.

Así los datos, marcamos en primer lugar una clara correspondencia entre lluvias y altitud, y dentro de ello dos anomalías: la de la costa y la de las altas cumbres del Mulhacén.

### 4.3. Estudio de resultados.

Quienes provocan la mayor cantidad de precipitaciones en la zona son los tiempos ciclónicos del suroeste. Frontana González (1.984, págs. 114-122) así lo comprueba en una serie de estaciones de la costa o cercanas a ella. Tras ellas, las situaciones ciclónicas del W y NW respectivamente, son las que más precipitaciones causan. Las excepciones aparecen en la estación de Albuñol, donde las situaciones del E son la segunda fuente de humedad y El Pozuelo, cercana a la anterior, y Faro Sacratif en las que las del S son la tercera fuente.

**Cuadro 2. Porcentaje de precipitaciones sobre su total anual ocasionadas por los tiempos ciclónicos del:**

Estaciones:	NE	E	S	SW	W	NW
Almuñécar	7,7	8,8	10,3	29,7	15,1	10,4
Faro Sacratif	10	9,1	12	24,8	16,5	8,8
Guájar Faragüit	7,3	9,5	6,6	30,5	17,6	13,2
Itrabo	6,7	7,4	8,9	30,3	16,4	9,4
Salobreña	6,6	8,5	9	31,3	17,1	10,6
Albuñol	7,3	20,8	6,8	26,5	15,2	9,4
El Pozuelo	6	7,8	9,1	24,5	22,1	7,8
Vélez de Benaudalla	7,6	5,2	7,6	32,5	16,9	10,6
Lentegí	6,3	7,7	9,5	33,1	15,3	9,9

Nota: Sólo se recogen los tipos de tiempo más lluviosos.  
Fte.: Frontana González, 1.984, págs. 114-122.

Si se hacen extensibles estas conclusiones al resto de la ladera, quedaría explicado que las estaciones que más precipitaciones reciben sean las orientadas al tercer y cuarto cuadrantes y que en ellas los incrementos de precipitación sean bastante regulares.

Se podría explicar, por tanto, el descenso de las precipitaciones en el Mulhacén como fruto de su orientación a sotavento de la alineación Caballo-Cartujo-Fraile de Veleta-Veleta. En ella las alturas mínimas rondan los 3.000 m., y a su espalda aparece un profundo barranco con cotas de 2.000 m. apenas a 850 metros de distancia en línea horizontal, antes de llegar al Mulhacén.

La causa de la disminución de las precipitaciones en el Mulhacén, consideramos, por tanto, que puede ser por motivos orográficos y podría tener su explicación

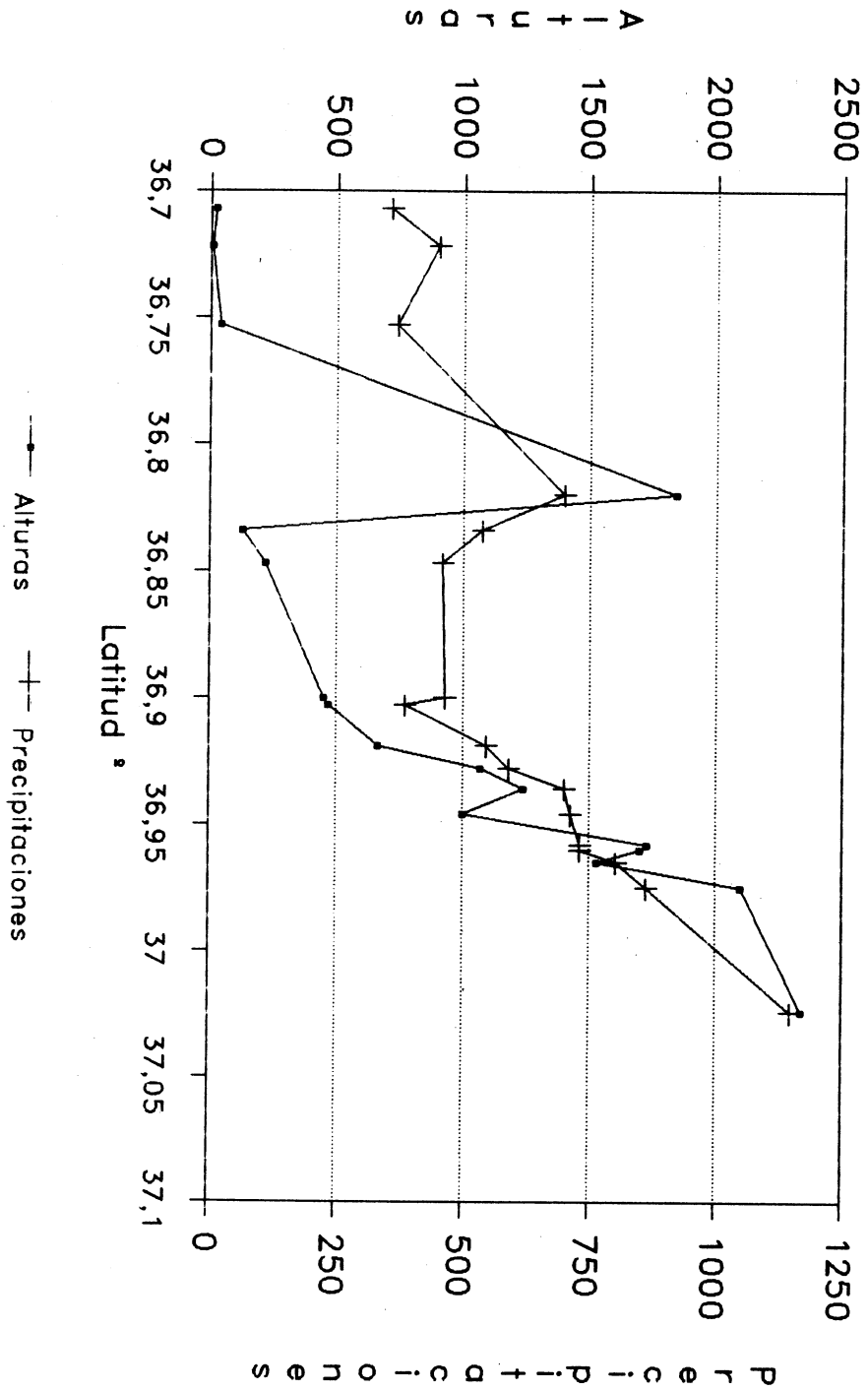
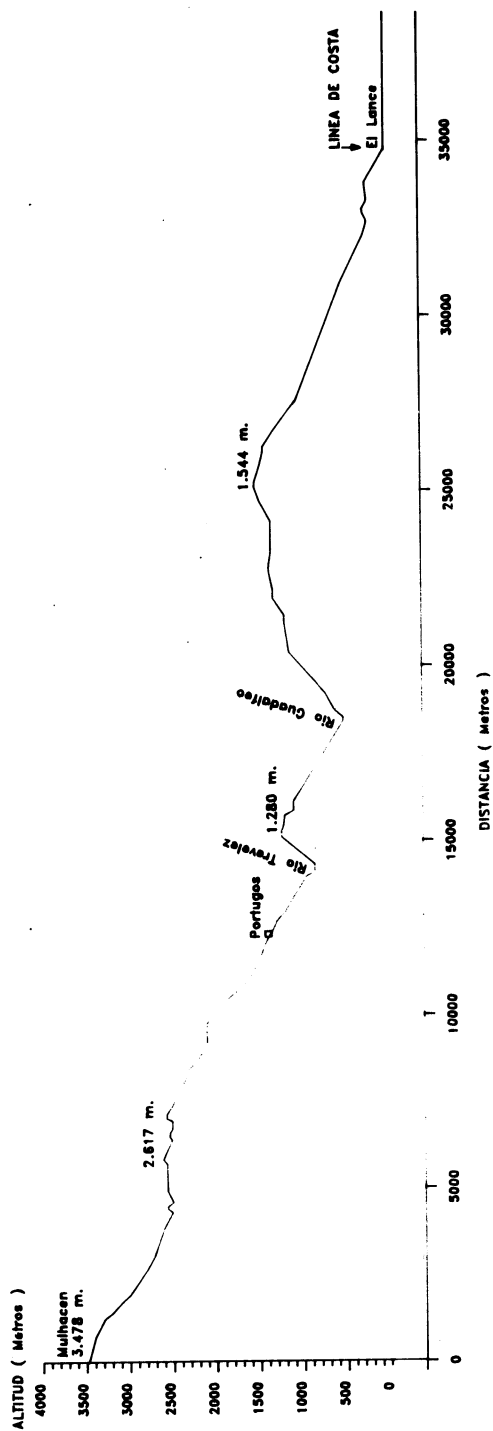


Figura 4.A. Relación Lluvias/altitud.  
Corte latitudinal costa-Veleta

FIGURA 4. B. PERFIL TOPOGRAFICO DE LA LADERA SUR DE SIERRA NEVADA: MULHACEN - EL LANCE



ALTURAS EXAGERADAS 2.5 VECES.

FUENTE: MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL 1:50.000. HOJAS N.º 1027, 1042 Y 1056.

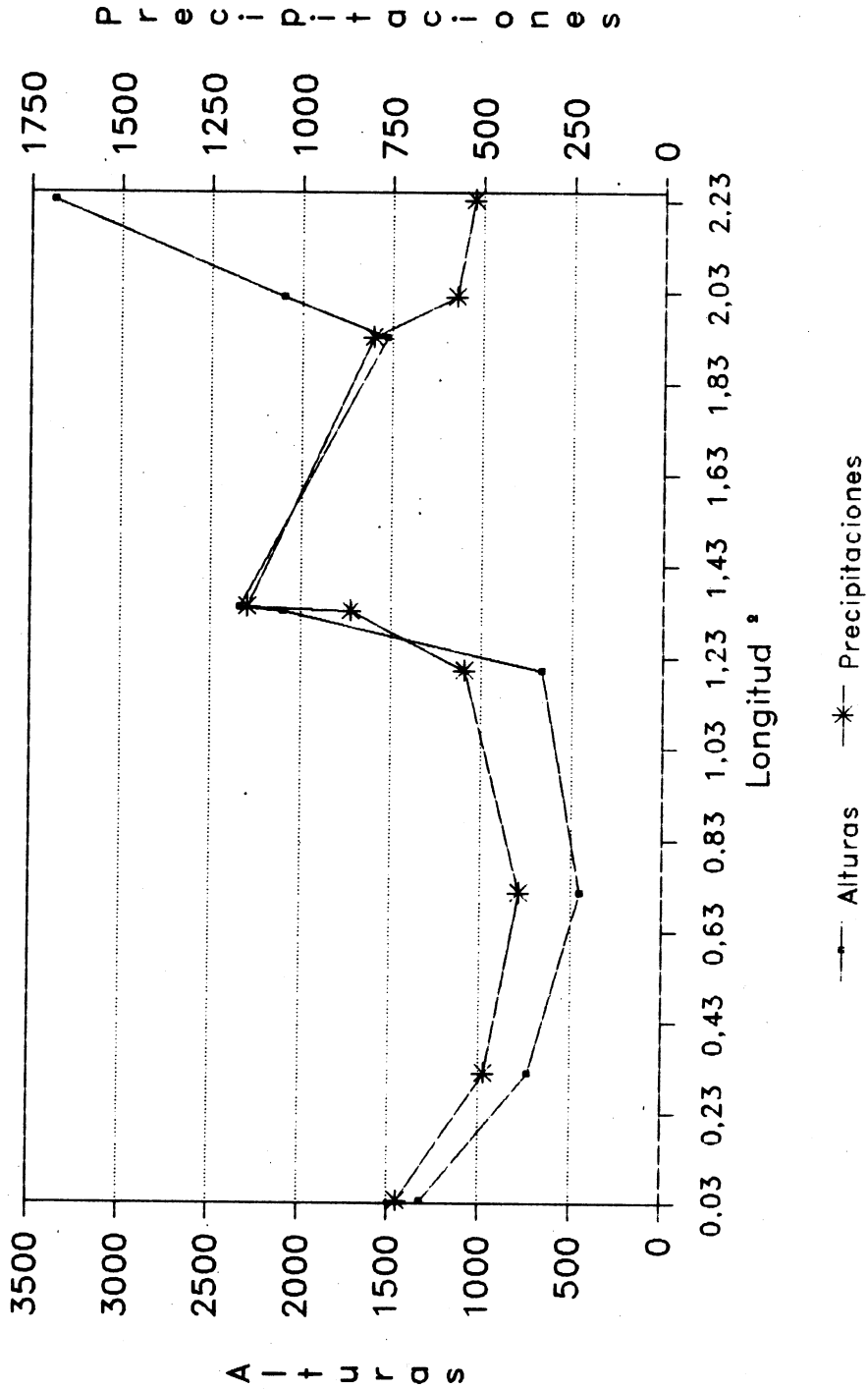
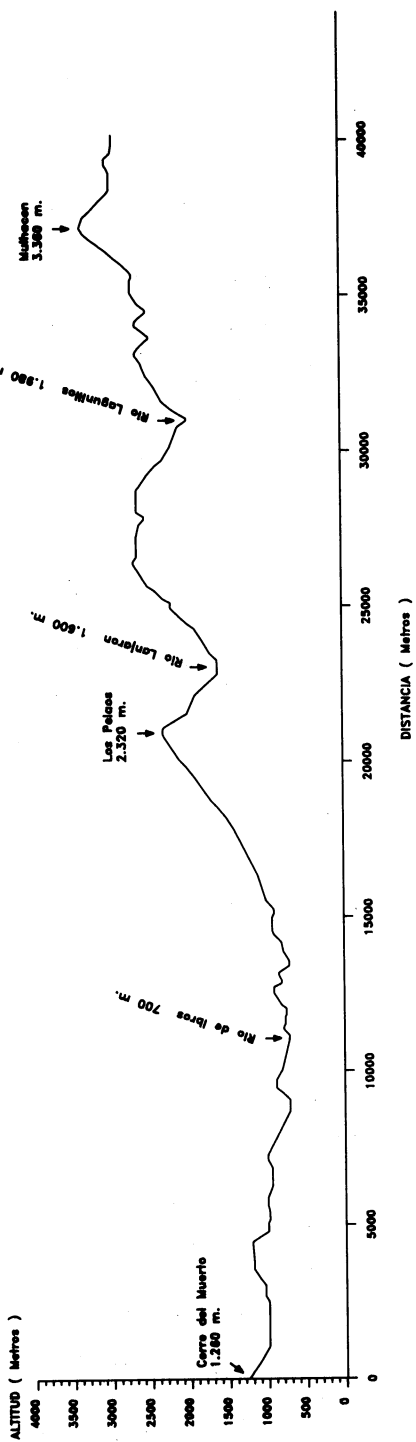


Figura 5.A. Relación luvias/altitud.  
Corte longitudinal: Guájares-Mulhacén.

FIGURA 5.B. PERFIL TOPOGRAFICO S.W. - N.E. : CERRO DEL MUERTO - MULHACEN.



ESCALA VERTICAL EXAGERADA 2.5 VECES.  
FUENTE: MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL 1:50.000. HOJAS N° 1027, 1042 Y 1041.



en el especial comportamiento de los vientos húmedos ante este corte en la topografía, vientos que seguirían el trazado que sugerimos en el esquema adjunto (fig. nº 6).

El esquema de movimiento de los vientos que proponemos, hasta hoy no ha podido ser comprobado en la zona de estudio, pero sí en el pico de la Reina, en las cercanías de Málaga, con unas condiciones topográficas similares a las de la zona estudiada, aunque con una altimetría diferente. También aparece sugerido en el trabajo de Gisèle Escourrou (1.981, págs. 30 y ss).

## **5. LA BUSQUEDA DE UNA ECUACION.**

Sea cual sea la causa explicativa de las precipitaciones de la estación del Mulhacén, lo cierto es que la tendencia general al incremento de las precipitaciones a medida que ascendemos en altura, se interrumpe a partir de una determinada cota, y desde aquí los registros empiezan a decrecer. Consecuentemente la correspondencia altitud-precipitación no se ajusta a un modelo lineal de incremento constante de las lluvias.

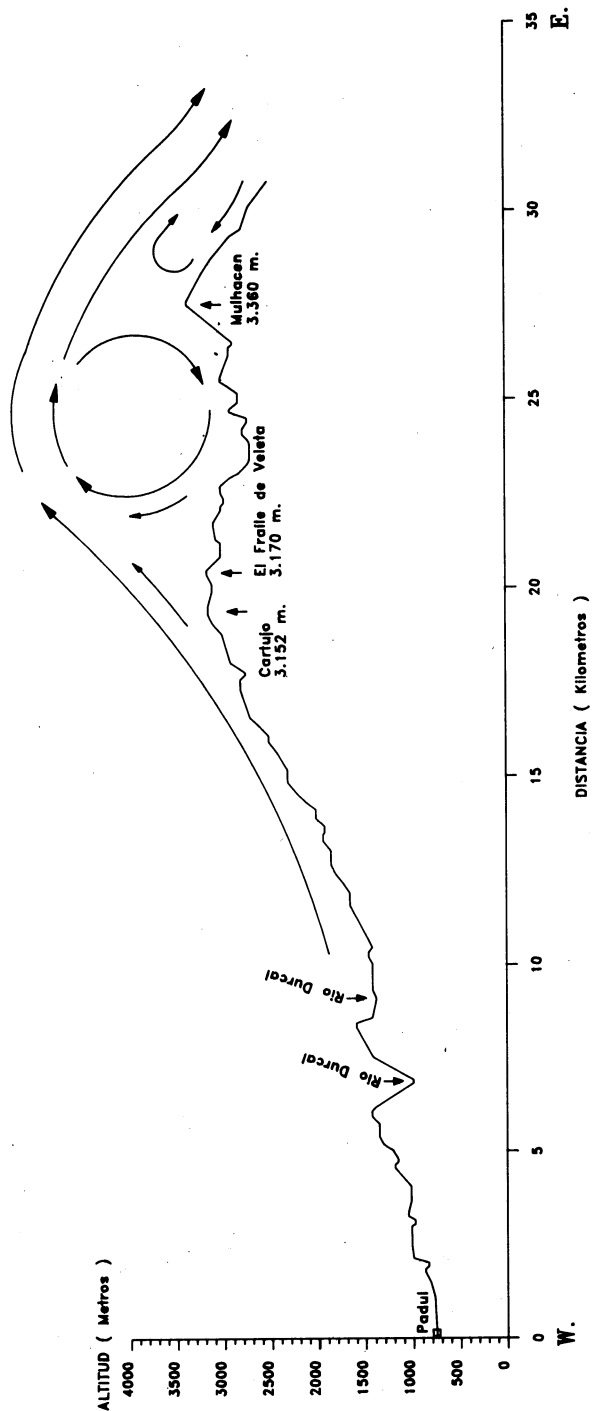
A continuación trataremos de obtener la función que mejor explique los cambios altitudinales de las precipitaciones y con ella establecer el punto teórico de máxima precipitación y, por añadidura, el punto de inflexión a partir del cual las lluvias empiezan a decrecer.

Para ver cómo se comporta el gradiente pluviométrico en la fachada sur de Sierra Nevada, se ha aplicado el análisis de correlación y regresión. Se ha utilizado para ello el programa estadístico SPSS/PC+

La aplicación del análisis de regresión en los estudios de climatología no es nada nuevo. Se introduce como técnica de estudio en algunos manuales de climatología publicados hace ya bastantes años (Jansá Guardiola, J.M., 1969). Algunos autores lo recomiendan como un método estadístico de gran utilidad en el análisis climático (Brooks, C.E.P. y Carruthers, B., 1953, y Clavero Aparicio, P.C., 1983). En otros casos, ha sido aplicado para explicar la variaciones espaciales de las variables termopluviométricas en algunos trabajos de climatología regional (Guijarro Pastor, J.A., 1986, y Justicia Segovia, A. y Domínguez Rodríguez, R., 1991).

Otros autores proponen y aplican el análisis de regresión como técnica para el estudio de los cambios cíclicos de las precipitaciones (Raso Nadal, J.M., 1994, Sánchez Martín, J.M., 1994, Wheeler, D., 1994).

FIGURA 6. PROPUESTA DE CIRCULACION DE VIENTOS EN LAS CUMBRES DE SIERRA NEVADA.



ESCALA VERTICAL EXAGERADA 2,5 VECES.  
 FUENTE: MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL 1:50.000. HOJAS NW 1026 Y 1027.  
 ELABORACION PROPIA.

En el campo de la climatología aplicada, el análisis de regresión es un método que ha ido adquiriendo un cierto nivel de desarrollo como modelo para la extrapolación de variables termopluiométricas (Justicia Segovia, A. y Domínguez Rodríguez, R., 1991, Domínguez Rodríguez, R. y Justicia Segovia, A., 1992, Sánchez Martín, J.M., 1994).

Los modelos de regresión aplicados a los estudios climáticos son cada vez más frecuentes, al tiempo que se desarrollan modelos específicos para cada tipo de problemática y se depuran sus aplicaciones. En unos casos se ha empleado la regresión lineal simple, sobre todo para precisar modelos explicativos sobre las relaciones entre cualquiera de las variables climáticas y determinadas variables independientes, en especial la altitud (Justicia Segovia, A. y Domínguez Rodríguez, R., 1991 y 1992). En otros casos, se recurre a modelos más complejos de regresión múltiple con la introducción de diversas variables explicativas (altitud, longitud, latitud, exposición, orientación, inclinación, etc) (Guijarro Pastor, J.A., 1986). Y en trabajos recientes se están aplicando modelos de funciones polinómicas, en especial para el estudio de las fluctuaciones cíclicas de las precipitaciones (Raso Nadal, J.M., 1994, Sánchez Martín, J.M., 1994, Wheeler, D. 1994).

### 5.1. El ajuste lineal.

En la búsqueda de esa ecuación, en primer lugar se han obtenido los parámetros de correlación y regresión lineal existentes entre altitud y precipitación para el conjunto de estaciones seleccionadas en la zona (cuadro 3).

**Cuadro nº 3. Parámetros de correlación y regresión lineal simple para los grupos de estaciones establecidos.**

Todas las estaciones	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
$R^2 = 0.50$	$R^2 = 0.32$	$R^2 = 0.84$	$R^2 = 0.27$
$r = 0.71$	$r = 0.56$	$r = 0.92$	$r = 0.52$
Se = 104.7	Se = 98.8	Se = 77.6	Se = 152

Aunque los valores de los parámetros no son muy altos, ya que el coeficiente de correlación entre ambas variables es de tipo medio ( $r = 0,71$ ), y sólo se explica un 50% de las variaciones espaciales de la precipitación en función de la altura, hemos de considerarlos como unos resultados bastante satisfactorios si tenemos en cuenta la amplitud geográfica del área estudiada y su complejidad orográfica.

Es decir, es de suponer que en un área tan extensa y de una topografía tan accidentada, otro tipo de factores además de la altitud, como el sugerido en el Mulhacén, jueguen un papel decisivo en las variaciones espaciales de las precipitaciones. A pesar de lo cual, el coeficiente de correlación entre altitud y precipitación pone de manifiesto un alto nivel de asociación entre ambas variables.

Por esta razón, y con el fin de trabajar sobre áreas más homogéneas, se ha procedido a establecer tres grupos de estaciones correspondientes a otras tantas áreas geográficas más reducidas y más homogéneas (cuadro 4).

1) Un primer grupo está integrado por aquellas estaciones situadas al E del Cabo Sacratif. Las estaciones incluidas en este grupo se sitúan en una franja de orientación N-S partiendo del litoral hasta la línea de cumbres, de aproximadamente 21,5 Km. de anchura. Son las indicadas en el cuadro 4 como grupo 1.

2) El segundo grupo de estaciones forman una banda también N-S de 19,5 Km. de anchura, partiendo de la línea de costa y hasta la línea de cumbres de Sierra Nevada, al Oeste del Cabo Sacratif. Son las integrantes del grupo 2 del cuadro 4.

3) Un tercer grupo, de disposición SW-NE, incluye algunas estaciones de la Meseta de Albuñuelas y las de la fachada occidental y suroccidental de Sierra Nevada (grupo 3 del cuadro 4).

**Cuadro nº 4. Grupos de estaciones tratados en el análisis.**

Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
Estación	Altitud Pmm		Estación	Altitud Pmm		Estación	Altitud Pmm	
Nevada Albergue	2550	653	Torrenueva	20	338	Albuñuelas	730	467
Albuñol	240	443	Motril	40	368	Dúrcal Central	890	477
Pitres	1240	683	Salobreña	50	453	Melegís	450	424
Castell de Ferro	7	426	Guájár Faragüí	281	581	Padul	753	403
La Mamola	10	333	Guájár Fondón	262	492	Aguadero Padul	740	447
Cádiar	916	576	Itrabo	390	563	Dúrcal Presa	1800	685
Mulhacén	3370	549	Orgiva	450	470	Lanjarón	665	520
Orgiva	450	470	Prado Tello	2100	848	Dílar Central	980	607
Peñón del Muerto	2700	637	Vélez Benaudalla	220	468	Dílar Presa	1360	710
Pórtugos	1120	702	Prado Carnero	2340	1097	Dílar (Río de)	990	611
Torvizcón	684	515	Cáñar	1071	573	Cerro del Muerto	1320	723
Trevélez	1675	639	Lanjarón	665	520	Poqueira	1530	789
Poqueira	1530	789	Molvízar 1	220	457	Prado Carnero	2340	1097
Cáñar	1071	573	Soportújar	1700	727	Prado Tello	2100	848
Soportújar	1700	727	Molvízar 2	100	472	Mulhacén	3370	549
Capileira	1436	744	Orgiva P.G.C	470	394	Dílar	878	584
Pampaneira Cent.	1000	657	Vélez Benaudalla	130	529	Nevada Albergue	2550	653
Haza del Lino	1240	582				Peñón del Muerto	2700	637
Mecina Bombarón	1200	637						
Orgiva P.G.C	470	394						
Trevélez P.G.C.	1476	618						
Bérchules	1319	650						
Cádiar P.G.C	940	534						

Para cada uno de estos grupos de estaciones se ha aplicado en primer lugar el análisis de correlación y de regresión lineal simple, obteniéndose los resultados del cuadro 3.

La correlación lineal muestra unos valores muy dispares de asociación entre variables para los cuatro grupos de estaciones analizados. Así, en el conjunto de las estaciones de la zona el coeficiente de correlación, sin que llegue a ser alto, da unos valores de asociación importantes entre la altitud y la precipitación ( $r = 0,71$ ). Pero en cambio, para los grupos de estaciones situadas al Este del

Cabo Sacratif y en el sector Suroccidental del Macizo de Sierra Nevada, los coeficientes de correlación son poco significativos  $r = 0,56$  y  $r = 0,52$ , respectivamente). Los niveles de explicación de las variaciones altitudinales de la precipitación son, por tanto, muy bajos, del 32% y del 27 %. Por tanto, en estos dos grupos de estaciones la dependencia lineal de las precipitaciones con respecto a la altura es muy débil porque los otros factores siguen ejerciendo una gran influencia. Por el contrario, llama la atención el hecho de que la banda de estaciones situada al Oeste del cabo Sacratif arroje unos valores tan altos de asociación:  $r = 0,92$  y  $R^2 = 0,84$ .

La disposición general W-E de la gran barrera de Sierra Nevada, y la consideración de que la mayor frecuencia de tipos de tiempo lluvioso son las situaciones del SW, W y NW (entre el 50 y el 60 %) nos sugirió la idea de introducir la longitud como otra posible variable explicativa. Desechamos la idea de introducir también la latitud por el elevado grado de autocorrelación existente entre altitud y latitud ( $r = 0,79$ ), resultante de la orientación Sur-Norte de la ladera, circunstancia que desvirtúa los resultados del análisis.

Recurriendo pues a la altitud y a la longitud como variables explicativas, se ha aplicado un análisis de regresión múltiple para los cuatro grupos de estaciones. Como es lógico, dado que las coordenadas eran geográficas, con respecto a Greenwich, para poder aplicar el análisis fue preciso transformar los valores de longitud, expresados en base sexagesimal, a base decimal.

**Cuadro nº 5. Parámetros de regresión múltiple.**

Todas las estaciones	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
$R^2 = 0.51$	$R^2 = 0.32$	$R^2 = 0.92$	$R^2 = 0.29$
$r = 0.71$	$r = 0.57$	$r = 0.96$	$r = 0.54$
$r \text{ alt} = 0.70$	$r \text{ alt} = 0.56$	$r \text{ alt} = 0.92$	$r \text{ alt} = 0.52$
$r \text{ long} = -0.104$	$r \text{ long} = 0.02$	$r \text{ long} = -0.27$	$r \text{ long} = -0.33$
$Se = 104.9$	$Se = 101.1$	$Se = 58$	$Se = 155,2$

Como se podrá comprobar a la vista del cuadro 5, la mejora de los ajustes no es muy significativa. Sólo en el grupo 2 se obtienen resultados más satisfactorios que en el modelo lineal simple, pero sin que ello signifique una incidencia importante de la longitud. Los coeficientes de correlación parciales correspon-

dientes a la longitud son, como se puede observar, muy bajos, con la particularidad de presentar signo negativo, indicándonos con ello la importancia de la exposición particular de cada estación, tal y como indicábamos anteriormente, con respecto a los tipos de tiempo del Oeste. De no actuar este factor sería de esperar un descenso de las lluvias a medida que nos aproximamos hacia el Este, es decir, a medida que disminuye la longitud.

Para el total de las estaciones, para el grupo 1 y para el grupo 3, los parámetros son prácticamente iguales a los obtenidos con el modelo lineal simple, de donde se deduce que la longitud apenas si actúa como factor explicativo de las variaciones espaciales de la precipitación. Ello sugiere la existencia de otros factores explicativos de mayor peso, posiblemente la exposición.

En el grupo 2, aunque la longitud no sea un factor decisivo, su introducción en el modelo explicativo ( $r = -0,27$ ), nos sitúa los valores del coeficiente de correlación y regresión en unos niveles muy altos, llegando a explicarse de forma conjunta por estos dos factores el 92 % de las variaciones espaciales de la precipitación en esta franja.

Por lo que respecta a los grupos 1 (Este del cabo Sacratif) y 3 (SW-NE) los parámetros son similares a los obtenidos con el modelo lineal simple, con la particularidad de que los errores de estimación se incrementan ligeramente. Como se puede comprobar en la figura 4A, al Este de Sacratif existe una serie de estaciones situadas en la depresión longitudinal del río Guadalfeo, de orientación Este-Oeste, a sotavento de la sierra de la Contraviesa y del conjunto Sierra de los Guajares-Sierra del Chaparral, que registran precipitaciones inferiores a las de otras estaciones situadas a igual o inferior cota de altitud en la orla costera o ladera sur de la Contraviesa (Castell de Ferro a 7 ms. de altitud recibe más precipitaciones que Orgiva a 470 m.). Por tanto, este profundo valle que discurre entre los 200 y los 400 m. de altitud, al que se desciende bruscamente de la línea de cumbres de la Contraviesa (entre los 1200 y los 1871 m.) (Figura 4B) es una «depresión seca», a sotavento de las alineaciones montañosas (fig. 1 y 2). Hemos de admitir, por tanto, que la topografía es en este sector de la ladera sur de Sierra Nevada un factor explicativo fundamental en las variaciones espaciales de la precipitación. A esta misma conclusión llegábamos en apartados anteriores.

Un papel similar puede jugar la orientación en las estaciones que hemos agrupado en la denominada banda SW-NE. (Figura 5a y 5b).

Por lo tanto el ajuste lineal no parece muy satisfactorio para explicar la correspondencia existente entre altitud y precipitación, salvo para el grupo 2 de estaciones. Por esta razón, decidimos recurrir a otros modelos funcionales a la búsqueda de ajustes más precisos y, por tanto, niveles de explicación más satisfactorios. A la vista de los diagramas de dispersión de puntos (figuras 7A, B, C y D), hemos optado por aplicar las funciones polinómicas, cada vez más empleadas en el análisis de las variables climáticas.

## **5.2. El ajuste polinómico.**

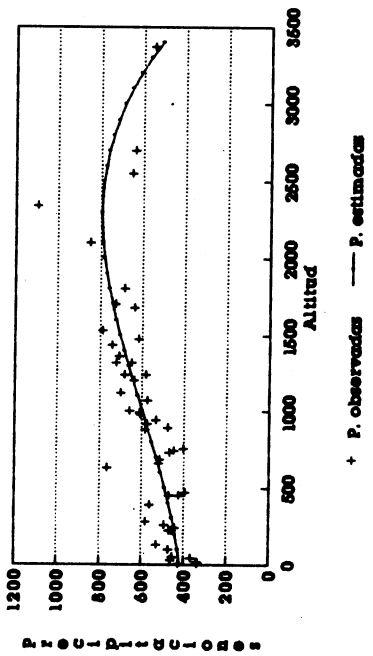
Contando con las posibilidades y facilidad de trabajo que ofrece el módulo de «Estadísticas Avanzadas» del SPSS/PC, que permite la programación de cualquier tipo de función, se han desarrollado diversos modelos de regresión polinómica para cada uno de los grupos de estaciones establecidos.

Con estos modelos polinómicos sí que se han mejorado de forma importante los ajustes, obteniéndose, por tanto, resultados muy satisfactorios.

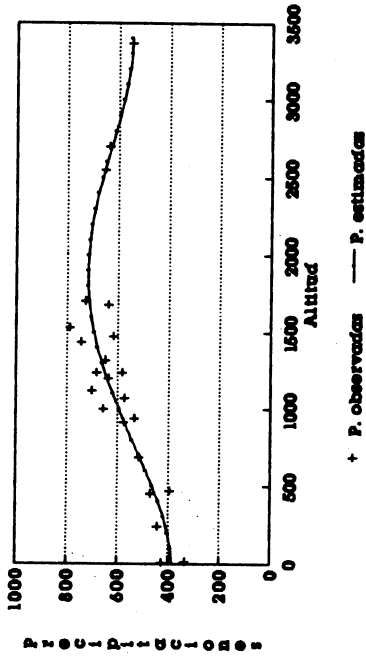
Por ejemplo, para el sector oriental (grupo 1), cuyo nivel de explicación de acuerdo con el modelo lineal era sólo del 32 %, alcanza un nivel del 79,2 % ( $R^2 = 0,792$ ) con una sencilla función polinómica de segundo grado ( $y^* = a+bx+cx^2$ ), y el error estándar de estimación de 98,8 litros/año en el modelo lineal, se reduce a 56 litros/año. A medida que aumentamos el grado del polinomio los ajustes van mejorando. El ajuste más significativo para este grupo de estaciones se alcanza con una función polinómica de 4º grado (Figura 7B), pues a partir de aquí los sucesivos polinomios no aportan mejoras sustanciales en los valores de  $R^2$ , y en cambio sí que se incrementa la media de los residuos.



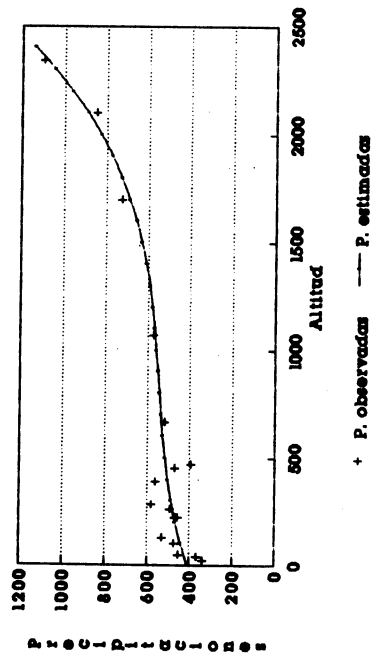
**FIGURA 7. DIAGRAMAS DE DISPERSION Y FUNCIONES AJUSTADAS.**



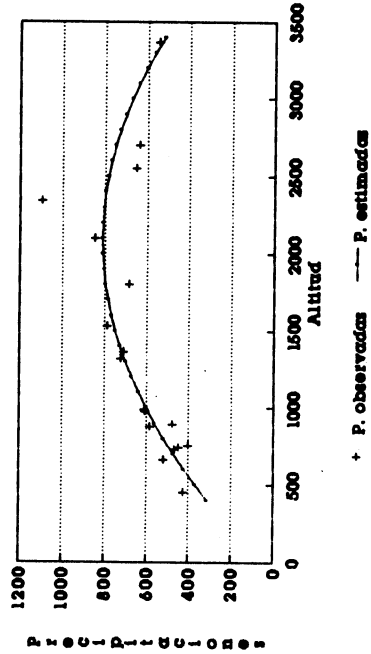
**A. Todas las estaciones.  
(polinomio de 3º grado)**



**B. Grupo 1 de estaciones.  
(polinomio de 4º grado)**



**C. Grupo 2 de estaciones.  
(polinomio de 3º grado)**



**D. Grupo 3 de estaciones  
(polinomio de 2º grado)**

**Cuadro nº 6. Parámetros de regresión obtenidos mediante la aplicación de modelos polinómicos.**

Grado del polinomio	Todas las estaciones		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	R <sup>2</sup>	Se	R <sup>2</sup>	Se	R <sup>2</sup>	Se	R <sup>2</sup>	Se
2º grado	0,61	94,3	0,79	56,0	0,88	69,5	0,68	103
3º grado	0,66	88,9	0,80	56,9	0,91	62,2	0,69	106
4º grado	0,66	89,8	0,83	53,7	0,91	64,3	0,72	104
5º grado	0,69	86,3	0,83	55,1	0,94	55,6	0,74	105
6º grado	0,69	86,8	0,83	56,3	0,95	55,5	0,82	92
7º grado	0,75	78,8	0,83	57,8	0,95	56,2	0,83	93
8º grado	0,75	79,3	0,83	59,8	0,95	59,6	0,89	80

En las estaciones del sector suroccidental de la Sierra (grupo 3), que daba un error estándar de estimación muy alto (152 litros/año) y, consecuentemente, un bajo nivel de explicación de las variaciones de la precipitación con la altura ( $R^2 = 0,27$ ), también se obtienen resultados francamente buenos. Con la más elemental de las funciones, el polinomio de 2º grado, se llega a explicar el 68 % de las variaciones altitudinales de la precipitación. Cada incremento en el grado del polinomio mejora del ajuste, con un aumento del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) pero ello no se acompaña de una reducción de los residuales.

Por el contrario, los polinomios de 3º, 4º y 5º grado proporcionan unos errores estándar de estimación más elevados, lo que plantea serias dudas sobre la bondad de estos polinomios. Con los de 6º, 7º y 8º grado, el valor de  $R^2$  sube de forma importante al tiempo que los valores de **Se** son considerablemente más bajos. Sin embargo, como el número de pares de valores utilizados en el análisis es escaso (18 estaciones), es lógico que estos polinomios de grado tan alto tiendan a aproximar cada vez más la curva por ellos estimada a los valores observados, por lo que no resulta adecuado recurrir a funciones polinómicas de grado elevado porque desvirtúan la intensidad de las relaciones entre las variables. Por ello hemos considerado como modelo más preciso el polinomio de 2º grado que, por otra parte, es el que más se corresponde con el diagrama de dispersión de puntos (Figura 7D).

En el grupo de estaciones que habíamos agrupado en la banda norte-sur situada al Oeste del Cabo Sacratif (grupo 2), y que era el que mejor ajuste lineal proporcionaba, también mejora considerablemente los resultados mediante la

aplicación de los modelos polinómicos, con valores del coeficiente de determinación muy elevados a partir de la función cúbica, tal y como se puede apreciar en el cuadro 6. Debido al reducido número de pares de valores, los ajustes proporcionan unos resultados, como en el grupo anterior, engañosos. A partir del 5º grado, sube de forma importante el valor de R<sup>2</sup> y se reduce los valores de **Se**. Y por las mismas razones ya explicadas, hemos optado por considerar como modelo más fiable la función de tercer grado (Figura 7C).

Para el conjunto de las 50 estaciones estudiadas en la zona( se han eliminado las cuatro más orientales de la provincia de Almería), aunque las funciones polinómicas mejoran de forma sustancial los resultados con respecto a la regresión lineal, los valores de R<sup>2</sup> siguen siendo poco satisfactorios en casi la totalidad de los modelos ajustados y, sobre todo, los errores de estimación siguen siendo bastante altos. Unicamente a partir de un ajuste de 7º grado R<sup>2</sup> alcanza el valor mínimo de lo que se puede considerar una explicación alta y satisfactoria (0,75). Pero también es cierto, como hemos apuntado, que debido al número de observaciones tratadas, no es aconsejable tomar como optimo un polinomio de grado tan elevado. Hemos, pues, considerado como modelo optimo el de 3º grado, con un valor de R<sup>2</sup> igual al de 4º grado pero con un error estandar algo inferior (Figura 7A).

### **5.3. Estimación del umbral de precipitaciones en la facha Sur de Sierra Nevada.**

Realizados los ajustes y seleccionados los modelos que hemos considerado óptimos, se ha procedido a la estimación del valor máximo teórico de precipitación en la fachada Sur de Sierra Nevada, mediante la simple aplicación de la función

$$y^* = a + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n$$

Esta estimación sólo ha sido posible ajustarla a partir de los parámetros obtenidos para la totalidad de las estaciones estudiadas y para aquellos grupos en los que se incluían las estaciones de máxima altitud (Nevada Albergue, Peñón del Muerto y Mulhacén), y que son las del grupo 1 y grupo 3.

Considerando el conjunto de estaciones de la zona, el techo de máxima precipitación estimado se sitúa alrededor de los 2.300 m. de altitud, en las del grupo 1 en los 1.900 m. y en las del grupo 3 en los 2.100 m. Como puede apreciarse, la altitud a la que se alcanza el valor máximo de precipitación en los tres grupos de estaciones es muy próxima (sólo 400 m.de desnivel entre la cota más alta y la más baja), lo que permite estimar una cota alrededor de los 2.000 m. como

punto de inflexión del incremento altitudinal de la precipitación en la fachada sur de Sierra Nevada.

No obstante, la escasez de estaciones a cotas elevadas hace arriesgado afirmar que las menores precipitaciones registradas por las tres estaciones más altas no se deba a factores tales como la orientación y, consecuentemente, la inflexión del gradiente altitudinal. O lo que es lo mismo, el reducido número de observatorios existentes en las cimas de Sierra nos plantea serias dudas a la hora de afirmar la existencia de un cambio de gradiente a partir de una determinada cota por razones meramente altitudinales.

### **CONCLUSIONES.**

1ª.-La primera de todas ellas debe hecer alusión a las dudas que plantean los registros de las estaciones más elevadas. Las precipitaciones en forma de nieve y el fuerte viento pueden influir de modo decisivo en su reparto, ello aparte de la limitación de los medios técnicos para su registro. Los datos de estas estaciones, que además son escasas, deben por ello ser sometidos a un análisis riguroso de calidad, y aún entonces considerar la posibilidad de errores.

2ª.- Los ritmos de aumento de las precipitaciones con la altura son muy variados según la ladera elegida y la altura a la que se midan, por ello, creemos poco significativo su estudio parcial y sus mediciones deben limitarse a valoraciones medias entre las estaciones más bajas y las más altas de la ladera. Ello no es exclusivo de la montaña que nos ocupa, sino que parece ser general en otros lugares. También parecen normales las variaciones de gradiente entre unos y otros sitios.

3ª.- La hipótesis planteada inicialmente -localizar la altura a la que se da el óptimo pluviométrico y a partir de la que las precipitaciones comienzan a disminuir- no ha podido ser demostrada. En la vertiente oeste de Sierra Nevada las mayores precipitaciones registradas se producen a 2.340 m de altura, pero dado el comportamiento de la curva que marca su crecimiento, éstas pueden continuar subiendo hasta las alturas máximas de la misma ladera situadas a 3.150 m. Esto significaría que el máximo pluviométrico puede estar aquí a la misma altura a la que se registra en Los Alpes (entre 3.000 y 3.500 m.), o incluso más alto.

4ª.- El descenso de las precipitaciones a alturas mayores de éstas, en el Mulhacén, se debe al hecho particular de la especial configuración topográfica

de la zona y no a la disminución del contenido de vapor de agua en el aire, cuando su elevación se ralentiza y se crea un nuevo equilibrio hídrico (Escourrou, 1.981, p. 46).

5ª.- Así los hechos, las conclusiones de este trabajo son sólo parcialmente extensibles a otras regiones. Es aplicable el aumento de las precipitaciones y probablemente el gradiente medio, pero no el descenso de éstas a alturas de 3.000 m.

6ª.- De la aplicación del análisis de regresión al estudio de las distribución espacial de las precipitaciones en la ladera sur de Sierra Nevada, se deduce que dada la diversidad de factores que pueden actuar en la variabilidad espacial de las lluvias, la aplicación de los modelos de regresión proporciona niveles de explicación muy satisfactorios, incluso a partir de una sola variable explicativa, tanto más satisfactorios cuanto más homogénea es el área de estudio, siempre y cuando el número de pares de valores sea lo suficientemente significativo. De acuerdo con esto, el análisis de regresión aplicado a una sola variable explicativa de gran peso, como es la altitud, y sobre áreas homogéneas puede ahorrar tiempo y trabajo en la estimación de otras variables explicativas que no acompañan a la información disponible sobre estaciones meteorológicas, para su posterior utilización en complejos análisis de regresión múltiple.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BROOKS, C.E.P. y CARRUTHERS, B. (1953 *Handbook of statistical Methods in Meteorology*. Her Majesty's Stationery Office, Londres, 412 pp.
- CAPEL, J.J. y ANDUJAR, F. (1.978) «El mapa pluviométrico de Andalucía». *Paralelo 37º*, nº 2, Almería, 197-210.
- CASTILLO, J.M. (1.980) «Causas de la indigencia pluviométrica del Levante Andaluz». *Paralelo 37º*, nº 4, Almería, 153-174.
- CASTILLO, J.M. (1.981) «Mecanismos de la precipitación en Sierra Nevada». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, nº 11, Granada, 127-152.
- CASTILLO, J.M. (1.985) *Precipitaciones y tipos de tiempo en las Béticas-Alto Guadalquivir (Andalucía Oriental)*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- CASTILLO, J.M. (1.989) *El Clima de Andalucía: Clasificación y análisis regional con los tipos de tiempo*. Instituto de Estudios Almerienses.

- C.E.O.T.M.A. (1.982) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- CLAVERO APARICIO, P.L. (1983) «La climatología actual: el uso de métodos estadísticos y modelos probabilísticos». En *Notas de Geografía Física*, nº 8. Publicaciones del Departament de Geografia Física i anàlisi geografica regional. Universitat de Barcelona.
- DELGADO, R. y ORTEGA, E. (1.985) «Edafoclimas de la vertiente Sur-Suroeste de Sierra Nevada». *Anales de Edafología y Agrobiología*, 987-1.017.
- DOMINGUEZ RODRIGUEZ, R. y JUSTICIA SEGOVIA, A. (1.993) «Gradientes térmicos en Andalucía». *Baética*, nº 15, Fac. de Filosofía y Letras, Universidad de Málaga, 65-99.
- ESCOURROU, G. (1.978) *Climatologie pratique*, Masson.
- ESCOURROU, G. (1.981) *Climat et environnement*. Masson.
- FERNANDEZ, F. (1.992) «Los gradientes pluviométricos en la Meseta Meridional: avance de un modelo de distribución espacial de las precipitaciones». *Alisios*, nº 2, 7-14.
- FRONTANA GONZALEZ, J. (1.979) «Régimen pluviométrico de la Costa Mediterránea Andaluza». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, nº 9, 101-150.
- FRONTANA GONZALEZ, J. (1.984) *El clima de la Costa del Sol de Granada. Aplicaciones socio-económicas*. Universidad de Granada.
- FRONTANA GONZALEZ, J. y LOPEZ MARTINEZ, M.T. (1.983) «Observaciones metodológicas sobre el estudio del régimen pluviométrico interanual. El caso de la Costa Granadina». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*. nº 13, 41-56.
- GARCIA DE PEDRAZA, L. (1.976) «El relieve y las precipitaciones. (Notas relativas a la Cordillera Cantábrica y Sistema Penibético)». *Calendario Meteorofenológico*. S.M.N., 171-180.
- GARCIA, L. y CASTILLO. J.M. (1.981) «Influencia de la configuración topográfica de la Península Ibérica en sus caracteres meteorológicos y climáticos». *Paralelo 37º*, nº 5, 31-42.

- GUIJARRO PASTOR, J.A. (1986) *Contribución a la climatología de Baleares* (tesis doctoral inédita). Universidad de las Islas Baleares.
- JANSA GUARDIOLA, J.M<sup>a</sup>. (1.969) *Curso de Climatología*. Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Transportes Turismo y Comunicaciones, Madrid.
- JUSTICIA SEGOVIA, A. y DOMINGUEZ RODRIGUEZ, R. (1.992) «Notas metodológicas para la cumplimentación de series climáticas y extrapolación de datos. Su aplicación al mapa de temperaturas de Andalucía». *Baética*, nº 14, Fac. Filosofía y Letras, Universidad de Málaga, 55-80
- MARTIN VIDE, J.J. (1.981) «Cantidades diarias y análisis markoviano de las precipitaciones en el litoral mediterráneo sur de la Península Ibérica». *Paralelo 37º*, nº 5, 97-114.
- PEINADO SERNA, A. (1.985) *Lecciones de Climatología. Conceptos y técnicas*. Instituto Nacional de Meteorología.
- PULIDO BOSCH, A., PULIDO BOSCH, M. y RODRIGUEZ MARTINEZ, F. (1.982) «Consideraciones climatológicas sobre el borde occidental de Sierra Nevada (Granada)». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, nº 12, 5-26
- QUEREDA, J. (1.989) *La ciclogénesis y las gotas frías del Mediterráneo Occidental*. Diputación de Castellón.
- RASO NADAL, J.M. (1994) «Aplicación de las funciones polinómicas en el análisis de las variaciones seculares de las precipitaciones anuales en la Península Ibérica y Baleares». *En Perfiles actuales de la Geografía Cuantitativa en España*, Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y Grupo de Métodos cuantitativos de la A.G.E., Málaga.
- RODRIGUEZ MARTINEZ, F. y otros. (1.981) «Esquema evolutivo y problemática actual de los estudios climatológicos sobre Sierra Nevada». *Actas del VII Coloquio de Geografía*, Tomo I, Pamplona, 117-122.
- SANCHEZ MARTIN, J.M.(1994) «El análisis de regresión aplicado a la previsión pluviométrica». *En Perfiles actuales de la Geografía Cuantitativa en España*, Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y Grupo de Métodos cuantitativos de la A.G.E., Málaga.

SANCHEZ MARTIN, J.M. (1994) *Los gradientes climáticos en Extremadura. Método óptimo para la obtención de variables termopluiométricas*. Editores varios, Cáceres.