

V.4.1. PROCESO DE ESPECIALIZACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS PLUVIOMÉTRICOS.

Como paso previo al cálculo de la Erosividad de la lluvia, y dada la variabilidad del factor intensidad de lluvia dentro de una región tan amplia como Andalucía, se vio la necesidad de realizar estudios de regionalización climática con el objetivo de descubrir áreas homogéneas en lo que respecta a la intensidad de la lluvia. Esta regionalización se ha establecido atendiendo a los valores de precipitación, la topografía, la cartografía existente de precipitaciones máximas y los resultados de los trabajos estadísticos realizados.

Posteriormente se verificó si esta regionalización resultaba adecuada. Para ello se comprobó que las observaciones incluidas en cada grupo eran similares y coherentes entre sí y, al mismo tiempo si las diferencias entre los distintos grupos establecidos eran significativas en términos estadísticos, a través de test de contraste de hipótesis con el objetivo de dividir Andalucía en zonas pluviométricamente homogéneas.

En este trabajo se realizó un análisis previo del comportamiento de los frentes nubosos a su paso por Andalucía, y su interacción con el relieve general de la región. Básicamente se observó que las barreras orográficas eran las que de alguna manera conformaban la distribución pluviométrica de la región.

A) Regionalización previa pluviométrica de Andalucía.

En base a los estudios previos se realizó una división de la región andaluza en una serie de polígonos independientes, teniendo como criterios de división los siguientes:

- 1) Se consideraron barreras orográficas de la región, todos aquellos elementos del relieve que superarán la cota 700.
 - Sierra Morena.
 - Sierra de la Pandera
 - Sierra Mágina
 - Sierra de Cazorla
 - Sierra de Baza
 - Sierra de Lújar
 - Sierra de Taibilla
 - Sierra de Seca
 - Sierra de Harana
 - Sierra de Gádor
 - Sierra de Ronda
 - Sierra Nevada
 - Sierra de Loja
 - Sierra Alacaide
 - Sierra de Mijas
 - Sierra de Aracena
 - Sierra de Aguafría
 - Sierra de la Chimenea
 - Sierra Norte

- Sierra de los Santos

- 2) Las líneas de cumbre de cada una de las sierras anteriores se consideraron como elementos de división de polígonos.
- 3) El cierre de cada elemento se hizo en principio en la cota 500, pero fueron las características generales del relieve y el conocimiento de la región, los que indicaron cual era la cota más adecuada para el cierre.
- 4) Se observó la existencia de un aumento significativo de la precipitación con la altura. Para tenerlo en cuenta otro factor que se estudió fue la pendiente media de cada ladera, calculada como la diferencia de cotas entre la zona de cumbre y el punto de cierre, y la distancia proyectada.

Esto permitió una división superior dentro de cada ladera cuyo objetivo fue tener en cuenta el rápido enfriamiento de las nubes de los frentes atlánticos al encontrarse con las barreras orográficas.

- 5) El número de polígonos o la desagregación realizada sería la mayor posible.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores se realizó una cobertura poligonal, mediante digitalización, que dividió Andalucía en 67 polígonos diferentes, tal como queda reflejado en la fig. 1, y en el listado adjunto.

B) Cobertura de Estaciones Meteorológicas Termopluviométricas

El segundo paso fue realizar una cobertura puntual de todas las estaciones termopluviométricas existentes en la región. Aunque en principio parece tarea fácil, fue la que más dificultades produjo por:

- Coordinadas incorrectas de las estaciones meteorológicas:
 - . Diferentes sistemas de coordenadas
 - . Coordinadas con precisión de minutos
- Diferente información de las estaciones en diferentes bases de datos.
- Desconocimiento del estado actual de las estaciones (activas o inactivas).
- Series incompletas o series con un número inadecuado de años.

La tarea más tediosa fue la ubicación lo más exacta posible de cada estación. En principio se realizó una ubicación previa de las estaciones con las coordenadas en precisión de minutos dadas por el INM. Con ellas se encontraron numerosos errores, de ubicación. A título de

ejemplo, la estación de Estepona (Málaga), que aparecía en los alrededores de Ubrique (Cádiz).

Dado que todas las estaciones podrían tener un error de precisión de $\pm 60''$ tanto en latitud como en longitud, se utilizó la cobertura de núcleos de población y se realizó una traslación de coordenadas en base a las estaciones que existen dentro de los núcleos y se conocía su ubicación exacta. Con esto se redujo el error medio en unos $\pm 30''$.

Hubo que realizar una labor importante de búsqueda en los Hojas de los Mapas topográficos a escala 1:50.000 y a escala 1:10.000 de las coordenadas y el lugar donde se encontraban la estaciones.

Una vez conseguida esta cobertura se realizó la labor de selección de aquellas estaciones que tuvieran datos de precipitación en cantidad y calidad para realizar el estudio de división de Andalucía en zonas pluviométricamente homogéneas.

Estos criterios fueron:

- 1.- Estaciones con series pluviométricas de más de 30 años.
- 2.- Estaciones con el menor número de meses con datos incompletos.
- 3.- Distribución más o menos uniforme de las estaciones por toda la región andaluza.
- 4.- Las series deberían tener el menor número de errores posibles.
- 5.- Cumplir los test de curva de doble de masa y de normalidad en cuanto a la calidad de los datos.
- 6.- Que los datos fueran del mismo período de tiempo.

Dado la falta de datos actualizados que teníamos sobre las estaciones meteorológicas, se consideró como período más adecuado la serie 1950-1980.

De las 1769 estaciones al final de este análisis nos quedamos con 549 estaciones pluviométricas.

Se cruzó la información de la cobertura de estaciones con la cobertura de zonas climáticas previas. Utilizando los datos de pluviometría media mensual, estacional y anual, así como la media anual del período de 30 años, y se procedió a comprobar si realmente la división previa realizada era correcta.

En realidad de lo que se trataba era de agrupar polígonos con características pluviométricas similares.

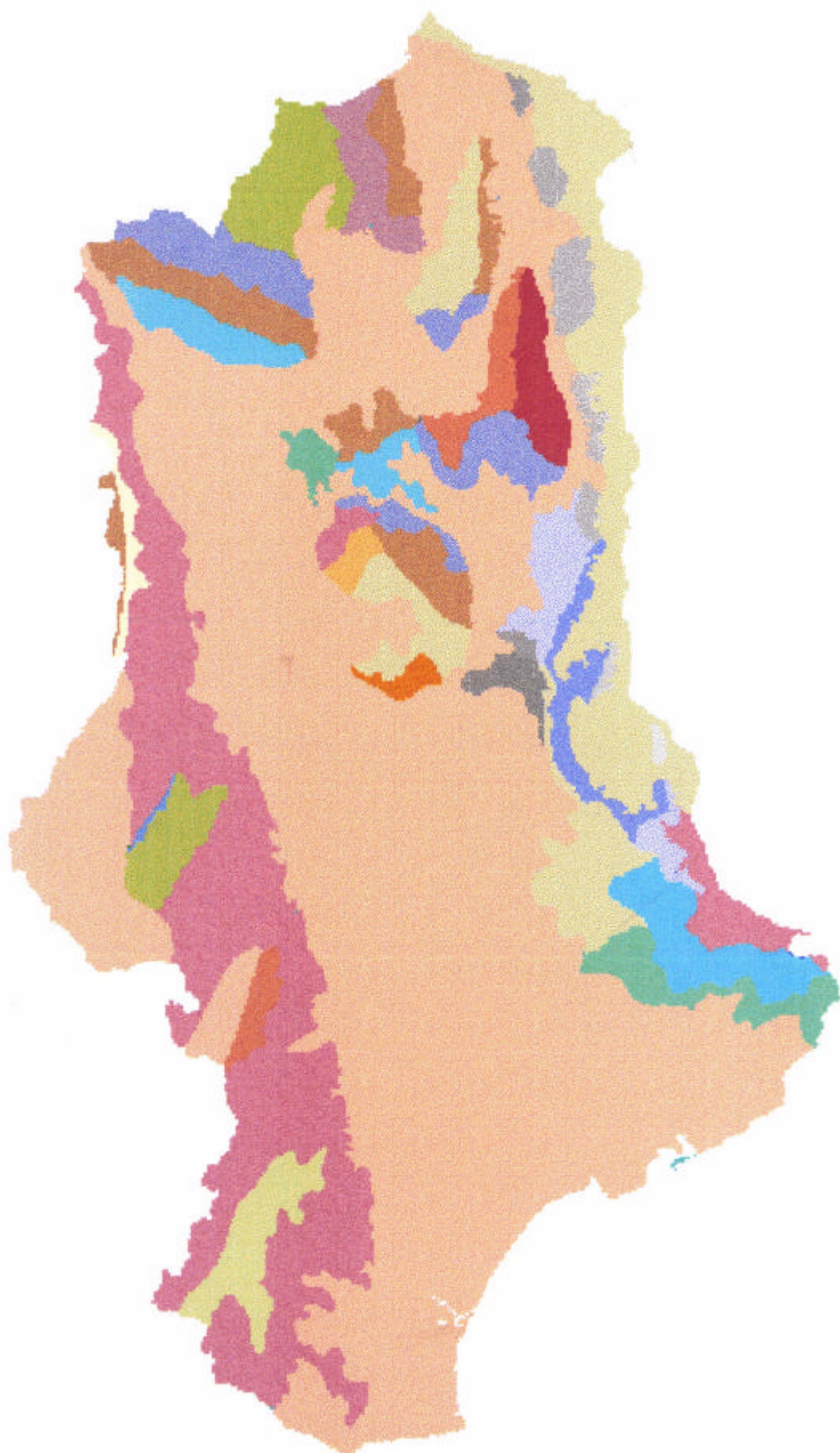
Los tests estadísticos que se pasaron a los datos, tenían como misión:

- 1.- Comprobación de la existencia de diferencias significativas entre los valores registrados para los distintos conjuntos. Se trataría de un proceso de comparación de medias y desviaciones típicas entre dos grupos y a través de los procesos de análisis de la varianza, y test de contraste de hipótesis.
- 2.- Comprobación dentro de cada conjunto espacial de que todos los observatorios pertenecen a la misma población, es decir, que no existen diferencias significativas entre ellos.
- 3.- Comprobación de que entre polígonos contiguos existían diferencias significativas suficientes para considerarlos polígonos independientes.

Con este trabajo se comprobó:

- a) Que se podían agrupar diferentes zonas considerados previamente como polígonos independientes.
- b) Que se podían realizar nuevas divisiones, fundamentalmente en el Valle del Guadalquivir, y en la zona del Condado de Huelva.
- c) Que la división realizada en la zona de Grazalema no era la adecuada.

FIGURA 1.- REGIONALIZACION PREVIA DE ANDALUCIA



\$RECNO	ZOCLIA#	ZONA
1	1	
2	2	PEDROCHES Y NORTE DE CORDOBA
3	3	LIMITE NORTE VALLE DEL GUADALQUIVIR
4	4	VALLE DEL GUADALQUIVIR
5	5	SIERRA DE CAZORLA LAD. ESTE
6	6	SIERRA MORENA LAD. SUR
7	7	SIERRA MORENA LAD. NORTE
8	8	SIERRA DE SEGURA LAD. ESTE
9	9	SIERRA DE CAZORLA LAD. OESTE
10	10	SIERRA DE LOS SANTOS LAD. NORESTE
11	11	SIERRA MORENA
12	12	SIERRA DE LOS SANTOS LAD. SUROESTE
13	13	SIERRA DE ARACENA LAD. NORTE
14	14	SIERRA NORTE LAD. NORTE
15	15	SIERRA PELADA LADERA OESTE
16	16	SIERRA DE CASTRIL LAD. ESTE
17	17	SIERRA NORTE LAD. SUR
18	18	SIERRA DE ARACENA LAD. SUR
19	19	SIERRA DE ARACENA LAD. ESTE
20	20	SIERRA DE MAGINA LAD. NORESTE
21	21	SIERRA DE MAGINA LAD. NOROESTE
22	22	S. DE ORCE Y S. MARIA LAD. NORTE
23	23	SIERRA DEL GIGANTE
24	24	SIERRA DE MAGINA LAD. SURESTE
25	25	SIERRA DE MAGINA LAD. SUROESTE
26	26	S. DE LA PANDERA LAD. ESTE
27	27	VELEZ DE VELEZ RUBIO
28	28	SIERRA DE SANTERGA LAD. ESTE
29	29	S. DE LA PANDERA LAD. OESTE
30	30	SIERRA DE ORCE Y S. MARIA LAD. SUR
31	31	SIERRA DE SANTERGA LAD. OESTE
32	32	S. DE MOCLIN Y LA MONTILLANA LAD. E
33	33	SIERRAS SUBBETICAS LAD. OESTE
34	34	S. DE OJETE Y ALTA COLOMA LAD. NW
35	35	SIERRA DE LAS ESTANCIAS LAD. SUR
36	36	S. DE OJETE Y ALTA COLOMA LAD. SE
37	37	SIERRA DE LUCAR
38	38	SIERRA DE LOS FILABRES LAD. NORTE
39	39	ZONA LITORAL MARBELLA-AGUILAS (MUR)
40	40	SIERRA DE BAZA
41	41	SIERRA NEVADA LAD. OESTE
42	42	A REDEFINIR O BORRAR
43	43	SIERRA NEVADA LAD. NORTE
44	44	ISLA DE ENMEDIO
45	45	SERRANIA DEL PEDROSO-ARCHIDONA
46	46	SIERRA DE LOS FILABRES LAD. SUR
47	47	S DE LAS SALINAS Y S MOLLINA LAD SE
48	48	ZONA DEL EMBALSE DE LOS BERMEJALES

49	49	SIERRA CABRERA LAD. NORTE
50	50	SIERRA CABRERA LAD. SUR
51	51	SIERRA NEVADA LAD. SUR
52	52	SIERRA ALHAMILLA LAD. NORTE
53	53	GRAZALEMA LAD. ESTE
54	54	SIERRA ALHAMILLA LAD. SUR
55	55	S.DE LAS NIEVES-S.DE TEJEDA LAD. SUR
56	56	SIERRA DE GADOR LAD. NORTE
57	57	SIERRA DE GADOR LAD. SUR
58	58	SIERRA DE CONTRAVIESA LAD. NORTE
59	59	SIERRA DE LOS GUAJARES LAD. NORTE
60	60	SIERRA DE CONTRAVIESA LAD. SUR
61	61	LOS ALCORNOCALES LAD. OESTE
62	62	MONTES DE MALAGA LAD. SUR
63	63	LOS ALCORNOCALES LAD. ESTE
64	64	SIERRA BERMEJA LAD. SURESTE
65	65	SIERRA DE MIJAS LAD. NORTE
66	66	SIERRA DE MIJAS LAD. SUR
67	67	ZONA LITORAL TARIFA-MARBELLA
68	68	ISLA DE SANCTI PETRI

El caso de Grazalema

Al ser Grazalema la primera barrera montañosa que se encuentran las borrascas que entran por el Golfo de Cádiz, se produce con las primeras alturas, un ascenso rápido de la masa nubosa, que origina una fuerte descarga de lluvia en unos puntos muy concretos de la zona. Grazalema es el lugar más lluvioso de España y sin embargo a unos de 15 km. encontramos lluvias significativamente muy inferiores. Se pensó que lo más adecuado era realizar un estudio que verificara si existían o no correlación entre la pluviometría de la estación, su altitud y sus coordenadas geográficas.

Para ello se seleccionaron las estaciones más representativas del lugar,

5911	Grazalema.
5911B	Grazalema (A.M.A.).
5912	Zahara de la Sierra.
5921	El Gastor.
5921A	El Gastor (C. de A.).
5922	Algodonales ("La Muela").
5928	Prado del Rey.
5939	Grazalema-Benamahoma.
5940	El Bosque.
5941	Benaocaz.
5945	Ubrique.
5945A	Ubrique (Sevillana).
5945B	Ubrique (Instituto).
5947	Pantanos de los Hurones.
6035	Benaoján ("Cueva de la Pileta").
6037	Montejaque (Central eléctrica).
6038	Jimena de Libar (Central eléctrica).
6039	Cortes de la Frontera ("Bañuelos").
6039A	Cortes de la Frontera (Pueblo).
6040	Presa de las Buitreras.
6040U	Cortes de la Frontera("El Colmenar").
6041	Central de las Buitreras (Central eléctrica).
6053E	Cortes de la Frontera ("La Saucedá").

y se realizó un exhaustivo análisis estadístico de los datos. Se corroboró el hecho de que existía una alta dependencia entre la lluvia con la altitud. En las figuras 2 y 3, se representan la altitud y precipitación de las estaciones anteriores, observándose una alta relación entre ambas variables, como se refleja claramente en la figura número 4.

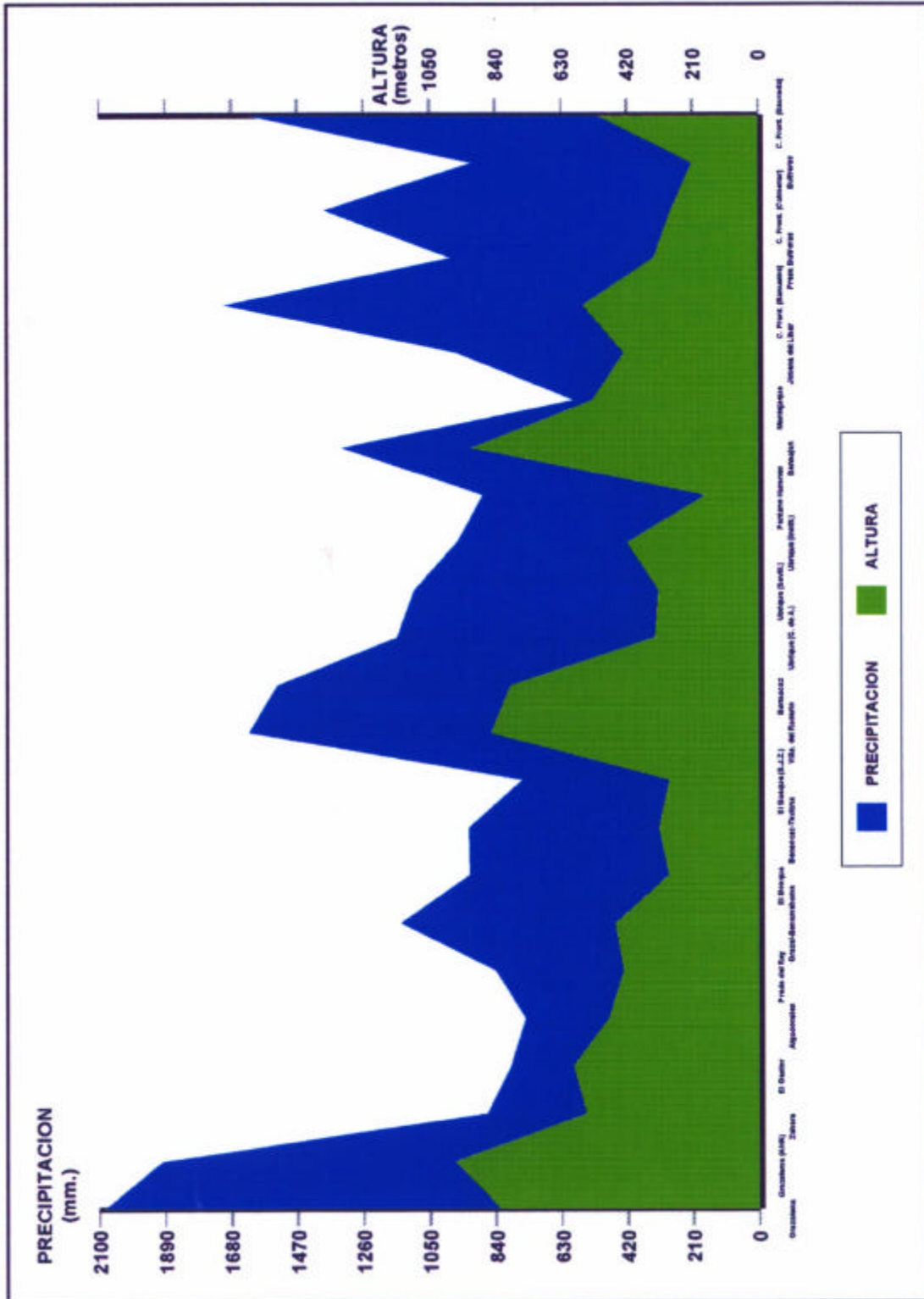


FIGURA 3.- PRECIPITACION Y ALTITUD DE LAS ESTACIONES DE GRAZALEMA

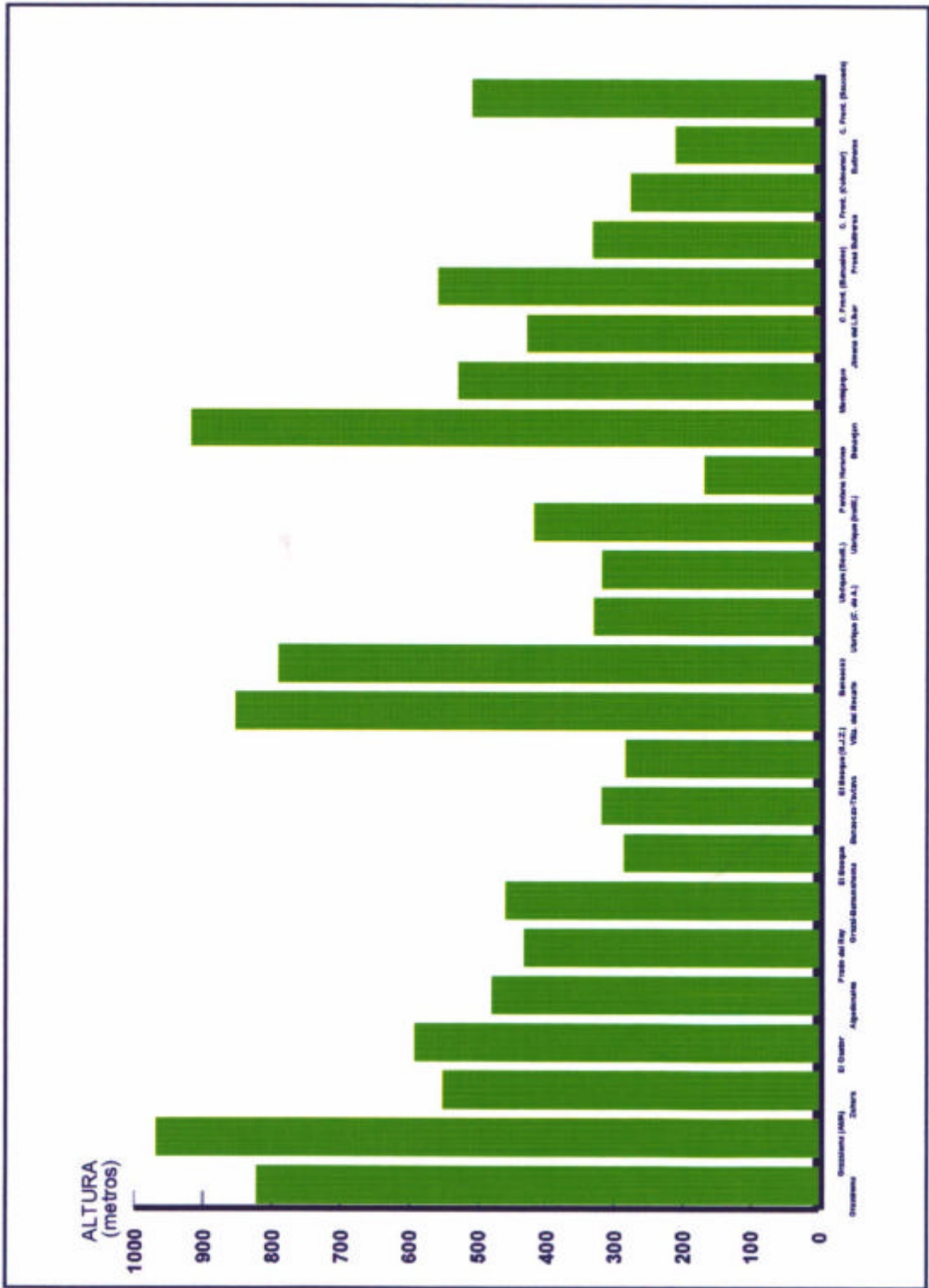
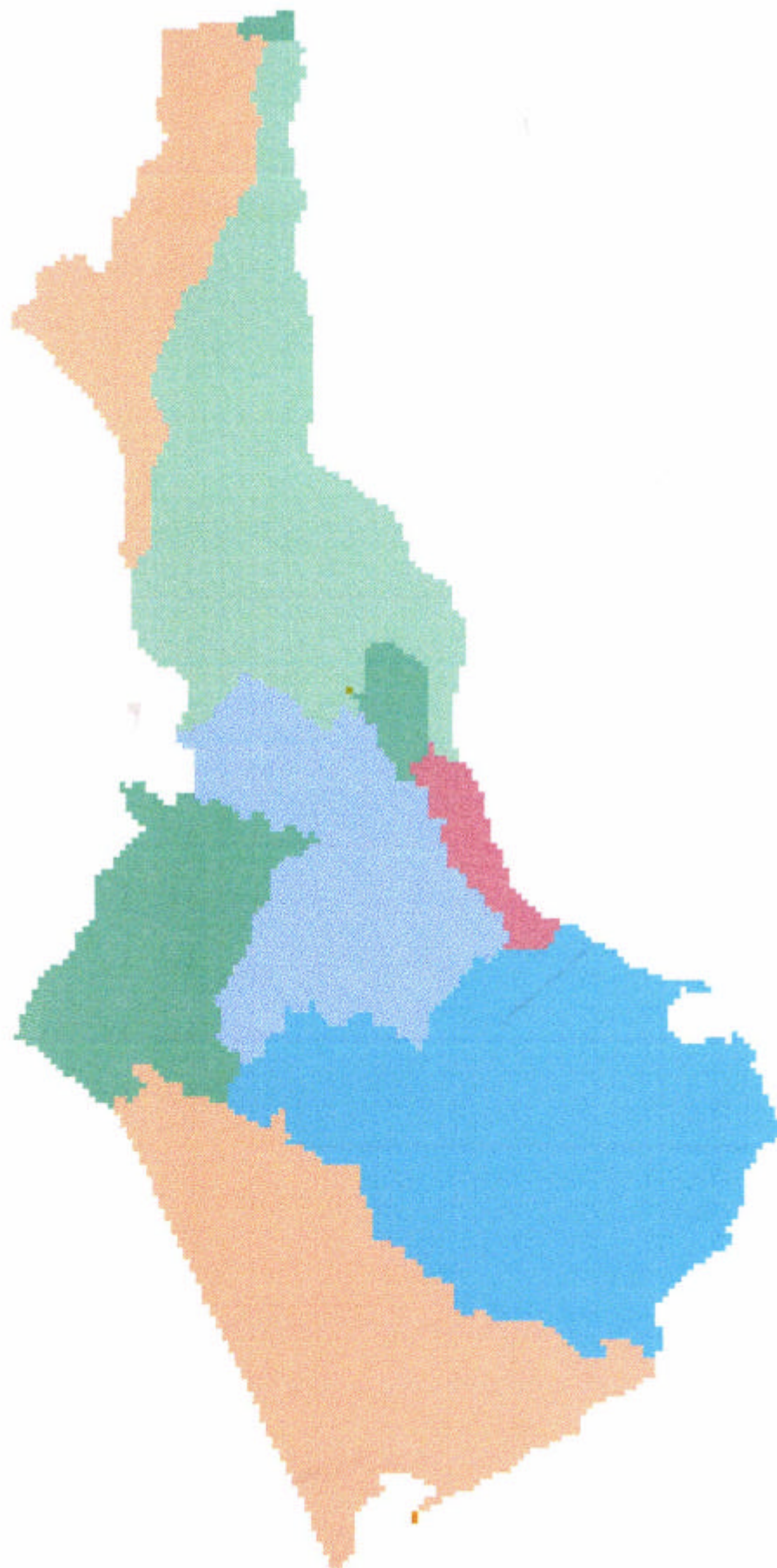


FIGURA 4.- ALTITUD DE LAS ESTACIONES DE GRAZELEMA

FIGURA 5.- REGIONALIZACION ZONA DE GRAZALEMA



Estos trabajos, permitieron dividir las estaciones anteriores en varios grupos:

Grupo Grazalema
Grupo Ubrique
Grupo Benaoján
Sin Grupo

El coeficiente de correlación una vez eliminadas las estaciones sin grupo llega al 0,927.

Con esto y mediante poligonación de Thiessen, se realiza una nueva división (fig. 5) que se incorpora al resto de la cartografía digital generada.

C) Resultados

Como resultado de este proceso de trabajo, y mediante aproximaciones sucesivas de la digitalización, se ha elaborado una cartografía de la región en zonas pluviométricamente homogéneas (fig. 6), con validez estadística, a efectos de poder ser utilizada como fuente de información para estimar la erosividad de la lluvia, o cualquier otro parámetro relacionado con la espacialización de la lluvia en la región.

FIGURA 6.- REGIONALIZACION PLUVIOMETRICA DEFINITIVA DE ANDALUCIA

