

XILOCA 8
págs. 233-253
1991

DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE LA COMARCA DE CALAMOCHA. ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DEL CLIMA ENTRE 1945-1990

Antonio Oliva Facerías*

Resumen.— Ya en el número dos de XILOCA aparece una primera aproximación al estudio de la climatología de la comarca en base a los datos proporcionados por la Estación de Calamocha durante un lapso de 30 años. En este trabajo se amplía la información a 46 años, y se completa con nuevos estudios sobre las variaciones en los valores de las variables meteorológicas.

Summary.— In the second issue of XILOCA appears a climatologic study of the area about the informations provided for the Estación de Calamocha, during 30 years. In this work is lengthened the description to 46 years. We add new studies about variety in the metereological differences.

INTRODUCCIÓN

En la bibliografía existen varios ejemplos de determinación de las variables climatológicas para la provincia de Teruel y para el Observatorio de Calamocha en particular. En el presente estudio, además de determinar los valores climatológicos medios utilizando los datos de la estación que el Instituto Nacional de Meteorología dirige en Calamocha (Teruel), se estudian las variaciones en los valores de las variables que ha sido posible detectar a lo largo del período de 46 años considerado.

A continuación se exponen los datos geográficos de la estación:

- Latitud: 40,5456 °N.
- Longitud: 0,22334 °E.
- Altitud: 902 m.
- Número hidrológico: 9381-D.

*. Profesor agregado de Física y Química. I.B. Valle del Jiloca de Calamocha.

La estación está situada al norte de la provincia y a unos 5 km. de la localidad en la parte alta de la cuenca del río Jiloca. Fue puesta en marcha en 1944 y hasta la actualidad no ha cambiado su ubicación. El rasgo geológico más característico es que la cuenca está constituida por una fosa tectónica con dirección N-S, aparecida como consecuencia de la elevación del Sistema Ibérico. En la zona del observatorio, la cubeta tiene una anchura media de unos 7 km. y está rodeada de unas elevaciones topográficas de poca altura relativa. La estación se sitúa aproximadamente en el centro de la cuenca en un lugar llano entre campos de labor, desprovisto de abrigos y sometido a los efectos de la intemperie. El río, poco caudaloso, discurre a unos 2 km. de la estación.

LAS VARIABLES ESTUDIADAS

La Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) recomienda, para caracterizar un clima local, que se tomen los valores correspondientes a los períodos de 30 años 1931-1960, 1961-1990 a los que denomina "Normales Climatológicas Reglamentarias", con objeto de homogeneizar los datos climáticos de distintas estaciones. En nuestro caso, contamos con datos desde 1945 hasta el presente. Sin embargo, hay que reseñar las siguientes circunstancias:

- Desde su puesta en marcha en 1945 y durante los 10 años siguientes la toma de datos fue encomendada a no especialistas pertenecientes al Ejército. A continuación pasó a depender de Aviación Civil, situación en la que se encuentra actualmente. La fiabilidad de los datos de los primeros tiempos es suficiente para las temperaturas y precipitaciones totales. No pensamos que sea así para datos cuya medida tiene algo de subjetivo, (nubosidad, días de precipitación inapreciable, etc.) o cuya medida depende de instrumentos cuya calibración periódica es necesaria (barómetros, higrómetros).

- Al principio de la historia de la estación, el número de variables medidas y consignadas en los resúmenes mensuales era pequeño. Posteriormente su número se ha ido ampliando, modificándose en varias ocasiones el formulario de la toma de datos (junio del 50, mayo del 59 y octubre del 66) hasta llegar al actual. Muchos datos no consignados en los resúmenes mensuales (número de días con T^a mínima ≤ -5 °C, con T^a máxima ≥ 30 °C, etc.) se han podido reconstruir al tener acceso a las hojas de datos diarios. Los valores de otras variables no ha sido posible recuperarlos.

Los instrumentos de la estación se han modernizado en el transcurso de los años, al ir adquiriendo mayor relevancia el observatorio de Calamocha debido a su función reguladora del tráfico aéreo; por tanto, la homogeneidad de las series podría no ser completa. Sin embargo, creemos razonable suponer que las T^a máxima y mínima diarias así como los datos de precipitación total diaria son homogéneos.

- Otros datos como presión, humedad, evaporación, o días con escarcha, rocío, niebla y los datos referidos a los vientos faltaban en muchos resúmenes mensuales de los primeros años y ha sido imposible reconstruirlos. Por otra parte, no los consideramos de importancia fundamental para determinar las variaciones climáticas. Es consecuencia, para realizar el estudio vamos a utilizar datos confirmados correspondientes a las siguientes variables:

- Máxima absoluta. (MAXABS)

- Mínima absoluta. (MINABS)
- Media de máximas. (MEDMAX)
- Media de mínimas. (MEDMIN)
- Media mensual. (MEDMES)
- Número de días con T^a mínima ≤ -5 °C. (NDTM5)
- Número de días con T^a mínima ≤ 0 °C. (NDTM0)
- Número de días con T^a mínima ≥ 20 °C. (NDTM20)
- Número de días con T^a máxima ≥ 25 °C. (NDTM25)
- Número de días con T^a máxima ≥ 30 °C. (NDTM30)
- Precipitaciones en mm. (PRECIMM)
- Oscilación máxima. (OSCMAX)
- Oscilación media. (OSCMED)

Además, se utilizarán con las salvedades hechas más arriba, las siguientes variables:

- Número de días con precip. $\leq 0,1$ mm. (NDPO1)
- Número de días con precip. $\geq 0,1$ mm. (NDPMO1)
- Número de días con precip. ≥ 1 mm. (NDPM1)
- Número de días con precip. ≥ 10 mm. (NDPM10)
- Número de días con precip. ≥ 30 mm. (NDPO30)
- Número de días de lluvia. (NDLLUVIA)
- Número de días de nieve. (NDNIEVE)
- Número de días de granizo. (NDGRANIZ)
- Número de días de tormenta. (NDTORMEN)
- Número de días de suelo con nieve. (NDSNIEVE)
- Número de días despejados. (NDDESPE)
- Número de días nublados. (NDNUBO)
- Número de días cubiertos. (NDCUBIER)
- Insolación horas. (INSOLACI)
- Insolación tanto por cien. (INSOLTPC)

La MAXABS/MINABS corresponde a la media de las máximas/mínimas absolutas mensuales de los meses estudiados. Consideramos que su valor indicativo es relativo, ya que corresponden a fenómenos puntuales muy aleatorios (un dato absoluto de cada variable por mes).

Los valores de MEDMAX, MEDMIN, MEDMES se calculan a partir de datos diarios; primero las medias mensuales y a partir de éstas, los valores medios anuales. Su valor estadístico es muy representativo a excepción, quizás, de la MEDMES puesto que se trata de una temperatura calculada como una media de las anteriores, que no mide la temperatura media que corresponde a la energía media absorbida y desprendida a lo largo del día.

Los valores de NDTME5, NDTMO, NTDM20, NTDM25, NDTM30 y PRECIMM se calculan sumando los valores para cada año. Aunque sus consecuencias estadísticas probablemente se superponen en parte con las obtenidas de los datos de temperaturas, se deberá evaluar cuantitativamente su interdependencia. En el apartado 4 las estudiaremos.

El resto de variables consideradas cuentan el número de días que ha ocurrido un fenómeno. Se suman para cada año.

Los resultados correspondientes a los 46 años considerados se muestran en el anexo I, gráficas 1 (MAXABS, MEDMAX), 2 (MEDMIN, MINABS), 3 (MEDMES), 4 (NTDM25, NDTM30), 5 (NDTMO, NDTM5) y 6 (PRECIMM). En ellas se observan períodos fríos (la primera mitad de los años 50 y en el entorno del año 1970) y períodos cálidos (la segunda mitad de los años 40, los años 60 y la década de los 80).

VALORES ANUALES MEDIOS DE LAS VARIABLES

En el anexo II se muestran las 6 tablas que contienen las características estadísticas más significativas de las variables estudiadas, para distintos períodos de años.

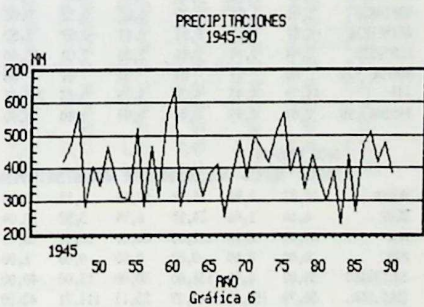
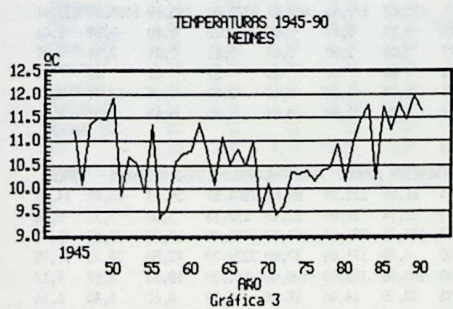
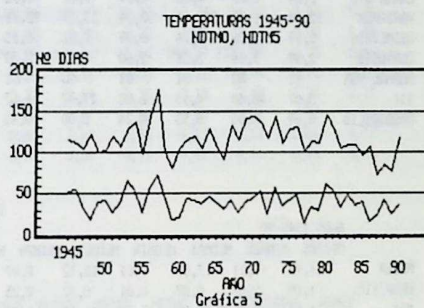
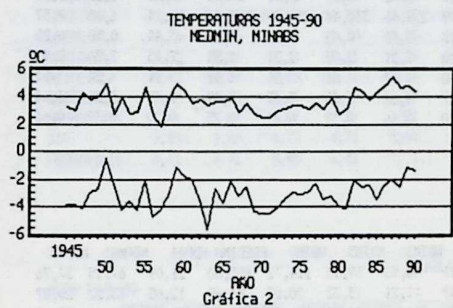
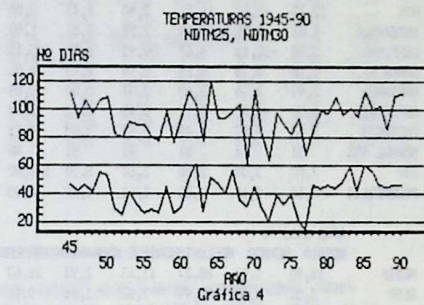
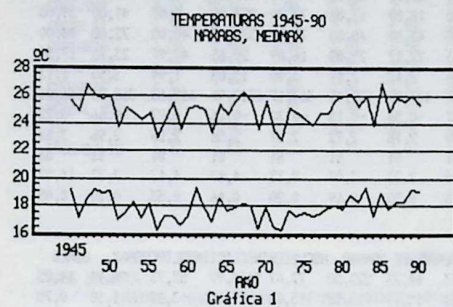
Período 1961-1990

En la tabla I se exponen los resultados calculados para el período 1961-1990. Corresponde al clima local según la recomendación de la O.M.M.

Se han calculado los siguientes parámetros:

- valores medios de las variables consideradas; determinan las condiciones del clima local.
- desviación típica: raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las desviaciones de los valores respecto de la media aritmética; es la raíz cuadrada de la varianza.
- valores máximo y mínimo de la variable considerada y su intervalo de variación.
- coeficiente de variación: en %, es el cociente entre la desviación típica y la media multiplicado por cien. Sirve para comparar series heterogéneas, y es una medida de la dispersión de los datos.
- error standar: cociente de la desviación típica por la raíz cuadrada del número de observaciones.
- varianza: suma de los cuadrados de los errores respecto de la media dividido por el número de medidas.
- coef. de asimetría: indica si el máximo de la curva de frecuencia está a la derecha (signo -) o a la izquierda (signo +) del centro de la distribución normal. Su valor indica el desplazamiento.
- coef. de curtosis: una distribución normal tiene de curtosis 3. Si el conjunto de medidas tiene desviación típica pequeña, la curva de frecuencias es muy aguda y su curtosis es mayor que 3.
- test de bondad del ajuste a la distribución normal calculado al 95% del nivel de confianza con la hipótesis de la media y la desviación típica más arriba calculados.

ANEXO I



ANEXO II

TABLA 1

AÑOS 1961-90														
	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTH20	NDTH25	NDTH30	NDTH5	NDTH0	PRECIMM	NDP01	NDPM01	NDPM1
MEDIA	25,03	-3,11	17,87	3,62	10,74	0,10	95,03	42,73	37,87	114,37	400,21	24,70	82,87	66,30
DESV	1,00	1,00	0,83	0,76	0,71	0,31	14,57	11,61	11,32	19,08	82,58	10,61	19,19	11,66
MAX	26,86	-1,12	19,28	5,38	11,94	1,00	120,00	61,00	61,00	145,00	567,30	48,00	113,00	87,00
MIN	22,79	-5,67	16,21	2,40	9,43	0,00	61,00	16,00	13,00	72,00	227,90	8,00	41,00	39,00
INTERVALO	4,07	4,55	3,08	2,98	2,51	1,00	59,00	45,00	48,00	73,00	339,40	40,00	72,00	48,00
COEF. VAR.	3,98	-32,18	4,63	20,93	6,58	305,13	15,33	27,17	29,88	16,69	20,63	42,97	23,16	17,59
ERROR ST.	0,18	0,18	0,15	0,14	0,13	0,06	2,66	2,12	2,07	3,48	15,08	1,94	3,50	2,13
VARIANZA	0,99	1,00	0,69	0,57	0,50	0,09	212,31	134,82	128,05	364,17	6818,92	112,63	368,26	136,01
ASIMETRIA	-0,50	-0,37	-0,12	0,43	0,02	2,67	-0,67	-0,56	-0,16	-0,30	-0,25	0,22	-0,66	-0,22
CURTOSIS	2,53	3,03	2,48	2,43	2,07	8,11	2,99	2,78	2,72	2,59	2,56	2,28	2,96	2,61
NORMAL 95%	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
J12	7,87	3,07	2,00	3,60	5,20	166,80	2,00	7,33	3,07	7,33	4,67	4,13	7,33	11,07
PROBABILID	0,16	0,69	0,85	0,61	0,39	0,00	0,85	0,20	0,69	0,20	0,46	0,53	0,20	0,05

AÑOS 1961-90														
	NDPM10	NDPM30	NOLLUVIANDNIEVE	NDGRANIZNDTORMEN	NDSDNIEVENDESPE	NDNUBO	NDUCUBIERINSOLACI	INSOLTPOCOSHAX	OSMED					
MEDIA	10,90	1,03	88,27	13,63	2,93	26,67	7,73	64,23	223,50	77,47	2473,97	53,73	28,14	14,25
DESV	3,53	1,38	23,99	7,63	3,66	9,63	7,86	15,11	18,18	15,96	132,32	3,18	1,10	0,75
MAX	18,00	6,00	131,00	30,00	13,00	46,00	40,00	89,00	260,00	113,00	2784,00	59,83	30,37	15,77
MIN	5,00	0,00	30,00	0,00	0,00	8,00	0,00	32,00	181,00	51,00	2230,00	46,00	26,17	12,92
INTERVALO	13,00	6,00	101,00	30,00	13,00	38,00	40,00	57,00	79,00	62,00	554,00	13,83	4,20	2,85
COEF. VAR.	32,36	133,23	27,18	55,98	124,68	36,11	101,65	23,53	8,13	20,60	5,35	5,93	3,90	5,29
ERROR ST.	0,64	0,25	4,38	1,39	0,67	1,76	1,44	2,76	3,32	2,91	24,16	0,58	0,20	0,14
VARIANZA	12,44	1,90	575,51	58,24	13,37	92,71	61,79	228,46	330,47	254,6017507,34	10,14	1,20	0,57	0,20
ASIMETRIA	0,19	1,96	-0,74	0,39	1,52	0,13	2,43	-0,45	-0,05	0,26	0,17	-0,44	0,50	0,20
CURTOSIS	2,49	7,14	3,39	2,60	4,48	2,39	10,48	2,21	2,95	2,31	2,55	2,75	2,56	2,41
NORMAL 95%	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
J12	3,07	48,40	4,13	6,80	17,47	4,67	22,27	4,67	5,20	3,07	6,59	7,33	5,20	3,60
PROBABILID	0,69	0,00	0,53	0,24	0,00	0,46	0,00	0,46	0,39	0,69	0,25	0,20	0,39	0,61

TABLA 2

AÑOS 1945-90														
	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTH20	NDTH25	NDTH30	NDTH5	NDTH0	PRECIMM	NDP01	NDPM01	NDPM1
MEDIA	24,98	-3,11	17,83	3,61	10,72	0,07	94,11	40,93	39,13	114,72	407,80	21,09	67,15	57,76
DESV. TIP.	1,00	1,07	0,87	0,81	0,72	0,25	13,49	11,21	13,32	20,07	93,69	12,05	33,22	20,87
MAX	26,86	-0,56	19,28	5,38	11,94	1,00	120,00	61,00	71,00	176,00	643,00	48,00	114,00	87,00
MIN	22,79	-5,67	16,15	1,81	9,37	0,00	61,00	16,00	13,00	72,00	227,90	0,00	0,00	0,00
INTERVALO	4,07	5,11	3,13	3,56	2,58	1,00	59,00	45,00	58,00	104,00	415,10	48,00	114,00	87,00
COEF. VAR.	4,02	-34,43	4,68	22,35	6,70	382,78	14,34	27,38	34,04	17,50	22,97	57,14	49,46	36,13
ERROR ST.	0,15	0,16	0,13	0,12	0,11	0,04	1,99	1,65	1,96	2,96	13,81	1,78	4,90	3,08
VARIANZA	1,01	1,15	0,76	0,65	0,52	0,06	182,05	125,62	177,45	402,87	8777,80	145,19	1103,33	435,61
ASIMETRIA	-0,41	0,11	0,01	0,11	-0,07	3,52	-0,45	-0,23	0,17	0,39	0,22	0,10	-0,64	-1,06
CURTOSIS	2,44	2,74	2,16	2,30	2,03	13,40	2,77	2,28	2,60	3,67	2,63	2,31	2,34	3,87
NORMAL 95%	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI
J12	11,74	4,43	4,78	4,78	5,13	273,13	0,26	11,74	1,65	4,09	2,00	3,04	15,91	3,39
PROBABILID	0,04	0,49	0,44	0,44	0,40	0,00	0,99	0,04	0,89	0,54	0,85	0,69	0,01	0,64

AÑOS 1945-90														
	NDPM10	NDPM30	NOLLUVIANDNIEVE	NDGRANIZNDTORMEN	NDSDNIEVENDESPE	NDNUBO	NDUCUBIERINSOLACI	INSOLTPOCOSHAX	OSMED					
MEDIA	10,87	0,96	75,39	12,59	3,15	23,24	5,54	61,59	222,54	80,00	2504,87	54,13	28,09	14,22
DESV	6,16	1,46	34,15	6,94	3,52	10,04	7,43	21,74	32,04	22,43	132,13	3,58	1,23	0,88
MAX	39,00	6,00	131,00	30,00	13,00	46,00	40,00	109,00	323,00	157,00	2792,00	60,83	30,82	15,92
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	6,00	171,00	37,00	2230,00	42,50	24,75	11,75
INTERVALO	39,00	6,00	131,00	30,00	13,00	40,00	40,00	103,00	152,00	120,00	562,00	18,33	6,07	4,17
COEF. VAR.	56,70	152,63	45,29	55,11	111,71	43,20	133,96	35,30	14,40	28,04	5,28	6,62	4,40	6,16
ERROR ST.	0,91	0,22	5,03	1,02	0,52	1,48	1,09	3,21	4,72	3,31	19,48	0,53	0,18	0,13
VARIANZA	37,98	2,13	1166,11	48,11	12,40	100,81	55,14	472,74	1026,88	503,2017459,40	12,85	1,53	0,77	0,14
ASIMETRIA	2,01	2,07	-0,58	0,57	1,48	0,32	2,47	-0,60	1,02	0,69	0,55	-0,83	-0,05	-0,14
CURTOSIS	10,72	7,20	2,62	2,98	4,58	2,46	11,20	3,20	4,81	4,33	2,58	4,27	3,14	3,08
NORMAL 95%	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
J12	11,74	87,91	3,04	2,70	23,22	2,00	32,26	4,09	8,61	2,35	1,04	4,78	4,09	7,56
PROBABILID	0,04	0,00	0,69	0,75	0,00	0,85	0,00	0,54	0,13	0,80	0,96	0,44	0,54	0,18

Descripción climática de la Comarca de Calamocha

TABLA 3

AÑOS 1945-60													
	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	OSMAX	OSMED
MEDIA	24,90	-3,11	17,77	3,60	10,69	0,00	92,38	37,56	41,50	115,38	422,02	28,01	14,17
DESV	1,05	1,23	0,97	0,92	0,76	0,00	11,44	9,88	16,60	22,45	113,22	1,50	1,10
MAX	26,72	-0,56	19,22	4,88	11,91	0,00	111,00	55,00	71,00	176,00	643,00	30,82	15,92
MIN	22,84	-4,73	16,15	1,81	9,37	0,00	76,00	26,00	19,00	81,00	281,70	24,75	11,75
INTERVALO	3,88	4,18	3,07	3,06	2,54	0,00	35,00	29,00	52,00	95,00	361,30	6,07	4,17
COEF. VAR.	4,20	-39,40	5,46	25,55	7,12	0,00	12,38	26,30	40,00	19,46	26,83	5,34	7,74
ERROR ST.	0,26	0,31	0,24	0,23	0,19	0,00	2,86	2,47	4,15	5,61	28,31	0,37	0,27
VARIANZA	1,09	1,50	0,94	0,85	0,58	0,00	130,78	97,60	275,60	503,85	12819,24	2,24	1,20
ASIMETRIA	-0,24	0,63	0,19	-0,23	-0,19	0,00	0,14	0,31	0,15	1,21	0,39	-0,40	-0,27
CURTOSIS	2,36	2,32	1,80	2,01	1,92	0,00	1,80	1,72	1,92	4,49	2,03	2,98	2,77
NORMAL 95%	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
JI ²	5,00	4,00	7,00	6,00	10,00	0,00	5,00	10,00	1,00	6,00	6,00	6,00	1,00
PROBABILID	0,42	0,55	0,22	0,31	0,07	0,00	0,42	0,07	0,96	0,31	0,31	0,31	0,96

TABLA 4

AÑOS 1961-75													
	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	OSMAX	OSMED
MEDIA	24,69	-3,51	17,55	3,22	10,39	0,00	92,53	40,67	40,07	121,87	408,52	28,20	14,33
DESV. TIP.	1,02	1,00	0,84	0,46	0,58	0,00	17,18	11,44	8,58	15,56	85,87	0,85	0,75
MAX	26,29	-2,08	19,28	3,91	-11,39	0,00	120,00	61,00	56,00	143,00	567,30	30,17	15,77
MIN	22,79	-5,67	16,21	2,40	9,43	0,00	61,00	20,00	24,00	91,00	253,30	26,88	13,18
INTERVALO	3,50	3,58	3,08	1,51	1,95	0,00	59,00	41,00	32,00	52,00	314,00	3,29	2,59
COEF. VAR.	4,11	-28,39	4,80	14,29	5,57	0,00	18,56	28,12	21,42	12,77	21,02	3,03	5,21
ERROR ST.	0,26	0,26	0,22	0,12	0,15	0,00	4,43	2,95	2,22	4,02	22,17	0,22	0,19
VARIANZA	1,03	0,99	0,71	0,21	0,34	0,00	294,98	130,81	73,64	242,27	7372,83	0,73	0,56
ASIMETRIA	-0,43	-0,50	0,09	-0,46	-0,15	0,00	-0,30	0,11	-0,08	-0,21	-0,04	0,73	0,46
CURTOSIS	2,14	2,56	2,60	2,15	2,19	0,00	2,33	2,24	2,78	2,15	2,48	3,21	2,31
NORMAL 95%	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
JI ²	7,93	2,60	4,73	4,73	5,80	0,00	2,60	3,67	1,53	4,73	1,53	2,60	4,73
PROBABILID	0,11	0,76	0,45	0,45	0,33	0,00	0,76	0,60	0,91	0,45	0,91	0,76	0,45

TABLA 5

AÑOS 1976-90													
	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	OSMAX	OSMED
MEDIA	25,37	-2,70	18,19	4,02	11,08	0,20	97,53	44,80	35,67	106,87	391,90	28,07	14,17
DESV. TIP.	0,88	0,86	0,70	0,80	0,67	0,41	11,46	11,80	13,46	19,79	81,27	1,32	0,78
MAX	26,86	-1,12	19,23	5,38	11,94	1,00	112,00	60,00	61,00	145,00	511,80	30,37	15,65
MIN	23,75	-4,08	17,18	2,66	10,16	0,00	68,00	16,00	13,00	72,00	227,90	26,17	12,92
INTERVALO	3,11	2,97	2,04	2,72	1,78	1,00	44,00	44,00	48,00	73,00	283,90	4,20	2,73
COEF. VAR.	3,48	-31,62	3,85	19,81	6,02	207,02	11,75	26,35	37,75	18,52	20,74	4,72	5,49
ERROR ST.	0,23	0,22	0,18	0,21	0,17	0,11	2,96	3,05	3,48	5,11	20,98	0,34	0,20
VARIANZA	0,78	0,73	0,49	0,63	0,45	0,17	131,41	139,31	181,24	391,55	6604,10	1,75	0,61
ASIMETRIA	-0,47	0,06	0,07	-0,18	-0,24	1,50	-1,01	-1,25	0,12	-0,01	-0,53	0,49	0,01
CURTOSIS	2,51	2,29	1,72	1,90	1,49	3,25	4,00	4,21	2,31	2,57	2,42	2,07	2,29
NORMAL 95%	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
JI ²	2,60	2,60	4,73	6,87	5,80	66,60	2,60	14,33	1,53	7,93	4,73	5,80	4,73
PROBABILID	0,76	0,76	0,45	0,23	0,33	0,00	0,76	0,01	0,91	0,16	0,45	0,33	0,45

TABLA 6

	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	OSMAX	OSMED
A61-90	25,03	-3,11	17,87	3,62	10,74	0,10	95,03	42,73	37,87	114,37	400,21	28,14	14,25
A45-90	24,98	-3,11	17,83	3,61	10,72	0,07	94,11	40,93	39,13	114,72	407,80	28,09	14,22
A45-60	24,90	-3,11	17,77	3,60	10,69	0,00	92,38	37,56	41,50	115,38	422,02	28,01	14,17
A61-75	24,69	-3,51	17,55	3,22	10,39	0,00	92,53	40,67	40,07	121,87	408,52	28,20	14,33
A76-90	25,37	-2,70	18,19	4,02	11,08	0,20	97,53	44,80	35,67	106,87	391,90	28,07	14,17

– Los valores de J_i^2 y su probabilidad asociada (en todos los casos con cinco grados de libertad) que miden el grado de probabilidad de ajuste de los datos a una ley de distribución. Cuanto menor sea la probabilidad, menor confianza tiene la distribución teórica.

En la misma serie de 30 años se observa que las variables NDTM20, NDPM30, NDGRAINZ y NDSNIEVE no son normales al 95% de confianza; hay otras variables cuya probabilidad es muy baja aunque constituyen series normales. Los coef. de variación son muy grandes para gran número de variables; significativamente, MINABS, NDTM20 y ND Precipitaciones, lo que indica una gran variabilidad respecto de la media. Sin embargo, MAXABS, MEDMAX y MEDMES así como las oscilaciones térmicas y la insolación presentan los valores más bajos.

Son simétricas las curvas de MEDMAX y MEDMES; el resto son moderadamente asimétricas salvo las series no normales, que son muy asimétricas; estas últimas tienen además un coef. de curtosis muy grande.

La suposición de que estas series de datos constituyen series normales construidas con datos estocásticos no es cierta en los casos nombrados. La razón de este resultado puede tener varias causas:

En primer lugar, se puede considerar que los datos meteorológicos no se producen al azar sino que están gobernados por un conjunto de equilibrios en los que participan el sol, los océanos, la atmósfera, etc., equilibrios muy complejos con procesos de retroalimentación que dan lugar a una apariencia aleatoria. Sin embargo, en la actualidad se acepta la existencia de los ciclos de Milancovich, comprobados a partir de datos paleoclimáticos procedentes de distintas fuentes (extensión de los glaciales, fósiles, pólenes, etc.), que demuestran la existencia de variaciones climáticas de largo período. Es posible la existencia de variaciones climáticas periódicas con períodos de unas decenas de años que respondan a variaciones en la actividad solar, campos magnéticos o a otras causas. Estas variaciones de período corto podrían explicar la no normalidad de las series.

En segundo lugar, es posible que en un intervalo de tiempo de 30 años, muy corto a escala geológica si el fenómeno tiene un período de variación de miles de años, no se produzcan cambios detectables en los datos; éstos deben constituir series normales; si no lo son, podemos sospechar de su fiabilidad, teniendo en cuenta las circunstancias en que éstos se registraban en los años 40 y 50. Consideraremos sólo datos de T^a y precipitaciones globales.

En tercer lugar, se podría pensar que el período de tiempo de 30 años no es suficiente para constituir series normales, que sería preciso utilizar series más largas. Vamos a examinar esta tercera posibilidad.

Período 1945-1990

La tabla 2 muestra los resultados de todo el período del que se tienen datos 1945-90 (46 años). En ella se descubre que no son normales al 95% de confianza las series de MAXABS, NDTM20, NDTM30, NDPM01, NDPM10, NDPM30, NDGRAINZ y NDSNIEVE, es decir, cuatro series más. Igualmente, hay otras series con probabilidad baja aunque son normales. Los coeficientes de variación indican mayor dispersión de los datos en la gran mayoría de las series comparados con los del

período 1961-90. Los de MAXABS, MEDMAX y MEDMES así como las oscilaciones térmicas y la insolación siguen presentando los valores más bajos.

Por otra parte, los coeficientes de asimetría y curtosis indican fuertes cambios en la forma de las curvas respecto del período anterior.

Como consecuencia, la tercera hipótesis debemos rechazarla, porque no sólo no resuelve la no normalidad de unas series sino que la empeora para otras.

Respecto a la segunda hipótesis, se confirman las dudas respecto a la homogeneidad en la toma de datos; las observaciones correspondientes a precipitaciones presentan unos coeficientes de variación muy elevados, probablemente relacionados con deficientes metodologías en la observación; obviaremos el problema y estudiaremos los datos de temperaturas y precipitaciones totales, que en principio deben ser correctos.

Respecto de la primera hipótesis, se somete a prueba dividiendo el período considerado de 46 años en tres series: 1945-60 (16 años), 1961-75 (15 años) y 1976-90 (15 años) con objeto de intentar identificar cambios.

TRES SERIES CLIMÁTICAS

Las tablas 3, 4 y 5 recogen los resultados para los períodos 1945-60, 1961-75 y 1976-90 respectivamente, para las series de temperaturas y precipitación total. En todas ellas las series son normales salvo NDTM20 que no lo es en ninguna. Este dato singular puede indicar un cambio en las tendencias en los años 80. Los coeficientes de variación, en general, son máximos en el 1.º período, mínimos en el 2.º e intermedios en el actual, lo que puede indicar la existencia de series distintas. Los coeficientes de asimetría y curtosis indican también la existencia de diferencias entre las series.

Es sin embargo en los valores medios de las variables donde mejor se pueden apreciar los cambios; en la tabla 6 se muestran los resultados para los cinco períodos: el correspondiente a 1976-90 posee las siguientes características:

- los valores de temperaturas son más altos, mayor número de días con T^a alta y menor con T^a baja.
- las precipitaciones medias son más bajas; a lo largo de los tres períodos disminuyen las precipitaciones medias.
- contiene los tres únicos días con T^a mínima mayor que 20 °C. Se registraron en julio del 81, julio del 84 y agosto del 87, en medio de olas de calor.

Las series del período 1961-75 tienen los valores de temperaturas más bajos, el máximo número de heladas y las oscilaciones térmicas más altas.

A la vista de los resultados parece poder concluirse que, por un lado la temperatura crece a lo largo de los 46 años (NDTM25, NDTM30 crecen a lo largo de los tres períodos; igualmente disminuye NDTM5); por otro lado, en apariencia contradictorio con el anterior, entre dos períodos cálidos (1945-60 y 1976-90, este último el más cálido) se intercala el 1961-75 que fue frío. Sugiere la existencia de una variación tal vez periódica de temperaturas, con un calentamiento más intenso en el último período.

Para intentar despejar esta contradicción, vamos a estudiar la correlación que existe entre las distintas variables de temperaturas y número de días con una temperatura dada, puesto que son formas de medir un fenómeno (la T^a) pero desde distintos sistemas de referencia, lo que puede conducir a distintos resultados.

CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES

En las tablas 7, 8, 9, 10 y 11, contenidas en el anexo III, se muestran los resultados del cálculo de las matrices de correlación en los cinco intervalos considerados: 1961-90, 1945-90, 1945-60, 1961-75 y 1976-90. En todas ellas, la variable que encabeza una columna es la variable independiente frente a cada una de las filas que actúa de variable dependiente.

Recordemos que el coef. de regresión simple r mide el grado de ajuste de la variable dependiente a una recta. Cuando todos los puntos están contenidos en una recta, (dependencia funcional) su valor vale 1 (-1 si tiene pendiente negativa); si están absolutamente dispersos, su valor es cero, y existe independencia aleatoria entre las dos variables. Se admite que si:

- $0 < r < 0,3$ no existe correlación entre los valores.
- $0,3 < r < 0,5$ la correlación es moderada.
- $0,5 < r < 0,7$ la correlación es aceptable.
- $0,7 < r < 0,9$ la correlación es estrecha.
- $0,9 < r < 1$ la correlación es muy estrecha.

Se han marcado aquellos coef. para los que la correlación entre las variables es estrecha o muy estrecha. Se observa que su número es más abundante en las series de 15 años 1945-60 y 1961-75 en los que parece haber más linealidad entre las variables.

En todos los intervalos estudiados existe una fuerte correlación entre MAXABS y MEDMAX, MEDMAX y MEDMES, y por último MEDMIN con MEDMES y con NDTMO. Además, en todos los períodos menos en el último hay una fuerte correlación entre MAXABS con MEDMES y NDTM25, MEDMAX con NDTM25 y en otros casos con NDTM30, y por fin, NDTM25 y NDTM30.

Sin embargo, la fuerte dependencia lineal entre estas variables no impide que los coeficientes sean a menudo muy distintos según el período, o incluso, la casi absoluta aleatoriedad entre otros pares de variables para los que, en principio, se presumía una estrecha correlación; esto indica que aunque el ajuste entre varios pares de variables es tan bueno que se podría considerar que se está midiendo la misma variable afectada en cada caso por pequeños errores aleatorios, en otros casos más bien sugiere que, o estos errores son muy grandes, o que efectivamente se están midiendo variables distintas cuyos valores dependen de grupos de circunstancias comunes y de otros grupos de influencias independientes de las anteriores. Mientras no se discrimine entre estas dos posibilidades, deberemos aceptar que se trata de variables distintas.

El número de pares de variables con estrecha o muy estrecha correlación es de 10 para 1961-90, 8 para 1945-90, 14 para 1945-60, 18 para 1961-75 y 9 para 1976-90. El valor mínimo corresponde al período de 46 años en el que la deriva climática debe ser más importante por ser el de más larga duración. Los valores máximos corresponden a los períodos más cortos donde la deriva es mínima, con la excepción del período 1976-90 donde se manifiesta mucha independencia entre pares de variables que en otros períodos mantienen fuerte correlación. En este último período es notable observar que existe una estrecha correlación entre la variable independiente AÑO y

Descripción climática de la Comarca de Calamocha

ANEXO III

TABLA 7

PERIODO 1961-90

	ARO	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM25	NDTM30
ARO	1.00000							
MAXABS	.31810	1.00000						
MINABS	.46025	.39593	1.00000					
MEDMAX	.33646	.82647	.59392	1.00000				
MEDMIN	.58776	.39649	.68387	.55185	1.00000			
MEDMES	.49269	.72406	.70852	.89833	.85299	1.00000		
NDTM25	.13374	.70785	.38162	.80392	.32985	.65974	1.00000	
NDTM30	.16766	.67586	.27045	.70264	.42914	.63793	.71055	1.00000
NDTMS	-.22015	.09259	-.41259	.06479	-.48733	-.22996	.22673	.18553
NDTMO	-.41252	-.25504	-.52908	-.35162	-.83359	-.64661	-.07181	-.14845
PRECIMM	.14313	-.50572	.03560	-.57691	.05623	-.31951	-.51364	-.51729
MOSCMAX	-.13065	.54721	-.55194	.20916	-.26329	.01171	.29495	.36723
MOCMED	-.22155	.50953	-.03525	.54397	-.39958	.12920	.55181	.34056
	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	MOSCMAX	MOCMED			
NDTMS	1.00000							
NDTMO	.64682	1.00000						
PRECIMM	-.40151	-.13982	1.00000					
MOSCMAX	.46015	.25066	-.49169	1.00000				
MOCMED	.56157	.45224	-.69074	.49483	1.00000			

TABLA 8

PERIODO 1945-90

	ARO	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM25	NDTM30
ARO	1.00000							
MAXABS	.11786	1.00000						
MINABS	.21194	.29215	1.00000					
MEDMAX	.09659	.82423	.42795	1.00000				
MEDMIN	.24991	.42884	.69804	.45629	1.00000			
MEDMES	.18463	.75522	.64534	.87087	.82895	1.00000		
NDTM25	.07712	.74049	.29755	.78498	.32846	.66518	1.00000	
NDTM30	.19269	.68465	.21623	.69077	.34971	.60913	.75932	1.00000
NDTMS	-.19686	-.04907	-.51015	-.02697	-.60164	-.35092	.10427	.11124
NDTMO	-.17607	-.30413	-.55784	-.29705	-.85214	-.64728	-.15975	-.19258
PRECIMM	-.01458	-.27208	.17686	-.38321	.20045	-.12632	-.35303	-.41997
MOSCMAX	-.08788	.55955	-.62916	.29901	-.25639	.05454	.34396	.36906
MOCMED	-.13432	.42340	-.21812	.57266	-.46818	.10110	.47690	.36377
	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	MOSCMAX	MOCMED			
NDTMS	1.00000							
NDTMO	.65592	1.00000						
PRECIMM	-.40741	-.22692	1.00000					
MOSCMAX	.40221	.23625	-.37439	1.00000				
MOCMED	.52750	.49008	-.56521	.53314	1.00000			

TABLA 9

PERIODO 1945-60

	ARO	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM25	NDTM30
ARO	1.00000							
MAXABS	-.54055	1.00000						
MINABS	.20507	.13948	1.00000					
MEDMAX	-.64878	.82215	.20610	1.00000				
MEDMIN	.04208	.48071	.71652	.32640	1.00000			
MEDMES	-.38196	.80817	.55677	.83062	.79712	1.00000		
NDTM25	-.62079	.83531	.15199	.78606	.34735	.70144	1.00000	
NDTM30	-.61445	.72923	.13934	.70863	.23259	.58595	.90733	1.00000
NDTMS	-.06410	-.21084	-.62761	-.11511	-.73890	-.50583	-.04916	.09614
NDTMO	.08484	-.38005	-.59711	-.21802	-.87769	-.64902	-.34807	-.28211
PRECIMM	.17220	.04735	.34291	-.14514	.37499	.13148	-.08008	-.25537
MOSCMAX	-.54571	.58432	-.72209	.40547	-.25137	.10832	.45902	.39527
MOCMED	-.60867	.32374	-.41836	.61026	-.54963	.06604	.40361	.43136
	NDTMS	NDTMO	PRECIMM	MOSCMAX	MOCMED			
NDTMS	1.00000							
NDTMO	.68037	1.00000						
PRECIMM	-.45496	-.34303	1.00000					
MOSCMAX	.36704	.22384	-.24795	1.00000				
MOCMED	.51753	.54290	-.44256	.56904	1.00000			

TABLA 10

PERIODO 1961-75

	ARD	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM25	NDTM30
ARD	1.00000							
MAXABS	-.24057	1.00000						
MINABS	-.09353	.63917	1.00000					
MEDMAX	-.51815	.82217	.70666	1.00000				
MEDMIN	-.49883	.26388	.56850	.47066	1.00000			
MEDMES	-.56334	.72900	.76710	.92914	.74727	1.00000		
NDTM25	-.43243	.81301	.50213	.89435	.31061	.79292	1.00000	
NDTM30	-.54044	.74895	.43154	.77665	.32702	.67285	.74749	1.00000
NDTMO	.03164	.12141	-.12666	.17338	-.33205	-.05329	.30313	.34303
NDTMS	.41149	-.01352	-.28473	-.13179	-.77473	-.41415	.01658	.06794
PRECIMM	.71224	-.62498	-.27540	-.71887	-.19199	-.60114	-.67229	-.64660
MOSCHMAX	-.17679	.44295	-.40638	.15300	-.34922	-.02815	.38055	.38674
MOSCMED	-.27728	.76557	.44715	.83877	-.08563	.58807	.81824	.67520
		NDTMO	PRECIMM	MOSCHMAX	MOSCMED			
NDTMS	1.00000							
NDTMO	.64341	1.00000						
PRECIMM	-.06983	.06641	1.00000					
MOSCHMAX	.29190	.31587	-.42147	1.00000				
MOSCMED	.40069	.32927	-.69328	.38827	1.00000			

TABLA 11

PERIODO 1976-90

	ARD	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM25	NDTM30
ARD	1.00000							
MAXABS	.36490	1.00000						
MINABS	.61359	-.16021	1.00000					
MEDMAX	.59648	.77083	.24829	1.00000				
MEDMIN	.76284	.29422	.68671	.46515	1.00000			
MEDMES	.76399	.64138	.52186	.85377	.85030	1.00000		
NDTM25	.55732	.52286	.07847	.67735	.32257	.56735	1.00000	
NDTM30	.56699	.57555	-.01926	.61623	.46034	.61724	.67340	1.00000
NDTMS	-.18745	.22687	-.58112	.16135	-.50898	-.21400	.28866	.16722
NDTMO	-.57525	-.25005	-.59145	-.33173	-.82269	-.66487	-.02378	-.20024
PRECIMM	.20796	-.35758	.52959	-.42211	.33982	-.04789	-.26214	-.37074
MOSCHMAX	-.15304	.77034	-.75282	.35363	-.24740	.09059	.29797	.39625
MOSCMED	-.24477	.39170	-.47983	.42272	-.60563	-.10303	.27865	.08266
		NDTMS	NDTMO	PRECIMM	MOSCHMAX	MOSCMED		
NDTMS	1.00000							
NDTMO	.63084	1.00000						
PRECIMM	-.69915	-.42193	1.00000					
MOSCHMAX	.32668	.21532	-.58056	1.00000				
MOSCMED	.66611	.54404	-.72733	.57116	1.00000			

las variables dependientes MEDMIN y MEDMES, en los dos casos las pendientes de las rectas de regresión indican un calentamiento, cuyo crecimiento es bastante lineal con el transcurso de los años.

Si atendemos a la variable PRECIMM, en todos los períodos se muestra muy independiente de las otras variables de temperatura, salvo en el período 1961-75.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS MENSUALES

El anexo IV contiene cinco tablas con los resúmenes mensuales y sus desviaciones típicas para los cinco períodos de años considerados.

En las tablas 12 y 13 se resumen los valores medios mensuales de las variables estudiadas para los períodos 1961-90 y 1945-90 respectivamente, con sus correspondientes valores medios anuales. Presentan unos resultados casi coincidentes en las

variables de temperaturas, detectándose un ligerísimo calentamiento junto con un ligero descenso de las precipitaciones en el período de 30 años.

Para ambos períodos, sólo hay dos meses libres de heladas, julio y agosto, siendo enero con unos 22 días de helada el mes más frío. En todo el período, solamente 3 días han tenido una T^a mínima superior a 20 °C, siendo la oscilación térmica máxima en verano de unos 30 °C y en invierno de unos 25 °C; se trata de un clima continental extremado. Las precipitaciones son máximas en mayo y junio, presentando un segundo máximo relativo en el otoño; su valor anual se encuentra en el límite de los climas áridos y desérticos.

Comparando los períodos 45-90 y 61-90 y refiriéndonos a este último, se observa que:

- los meses de enero y febrero han sido más cálidos y húmedos, con menores oscilaciones térmicas.
- a partir del mes de marzo hasta junio incluido, las temperaturas son más bajas, indicando una prolongación del invierno, siendo marzo y abril más húmedos y mayo y junio más secos.
- de julio a octubre las temperaturas son más altas, descendiendo las precipitaciones; se prolonga el verano.
- noviembre y diciembre son más fríos y presentan un aumento de las precipitaciones en noviembre.

En las tablas 14, 15 y 16 se muestran los resultados para los tres períodos cortos: en una descripción general de los valores medios anuales, el período 45-60 fue seguido de un período más frío, el 61-75, siendo el 76-90 el más cálido; es en este último donde se encuentran los 3 días con T^a mínima ≥ 20 °C, hay tres meses libres de heladas y las temperaturas son las más altas. A lo largo de los tres períodos se observa un calentamiento sucesivo si se atiende a los valores de NDTM20, NDTM25, NDTM30 y NDTM5.

Para poder comparar las variables mensualmente durante los tres períodos, en el anexo V se han representado gráficamente MAXABS (Gráfica 7), MINABS (gráfica 8), MEDMAX (gráfica 9), MEDMIN (gráfica 10), MEDMES (gráfica 11), (en todas ellas se han representado además los valores anuales medios) PRECIMM (gráfica 12), NDTM25 (gráfica 13), NDTM30 (gráfica 14), NDTMO (gráfica 15) y NDTM5 (gráfica 16). Comparando los meses iguales de los tres períodos:

- enero y febrero han sufrido un calentamiento y un aumento de precipitaciones progresivos a lo largo de los 46 años.
- marzo y abril sufren las T^a más bajas en 61-75, y las más altas en 45-60, desplazándose el máximo de precipitaciones hacia los años 76-90.
- mayo sufre un enfriamiento a lo largo de los 46 años, aunque para algunas variables, el período 61-75 es el más frío y seco y el 76-90 el más húmedo.
- junio es más frío en 61-75, disminuyendo las precipitaciones durante los 46 años.
- julio sufre calentamiento a lo largo de los 46 años, aunque las temperaturas mínimas son más bajas en 61-75, siendo el período más seco el 76-90.

ANEXO IV

TABLA 12
VALORES MENSUALES MEDIOS

AÑOS 1961-90

MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTH0	PRECIMM	OSCHMAX	OSCHMED
ENERO	14,72	-10,02	8,45	-2,48	2,97	0,00	0,00	0,00	10,47	21,83	21,93	24,74	10,92
FEBRERO	17,35	-9,45	10,26	-1,85	4,18	0,00	0,00	0,00	8,10	19,60	22,14	26,80	12,11
MARZO	21,35	-7,68	12,95	-0,79	6,09	0,00	0,13	0,00	5,60	19,27	26,47	29,03	13,74
ABRIL	23,33	-4,92	15,22	1,52	8,25	0,00	0,73	0,00	1,27	10,60	38,20	28,25	13,70
MAYO	27,67	-1,65	19,66	4,59	12,12	0,00	5,27	0,63	0,10	3,83	56,05	29,33	15,07
JUNIO	32,38	1,84	24,69	8,27	16,47	0,00	15,60	4,93	0,00	0,30	56,02	30,55	16,43
JULIO	36,17	5,24	29,74	11,10	20,51	0,07	26,93	17,07	0,00	0,00	27,79	30,92	18,63
AGOSTO	35,57	5,08	28,97	11,15	20,05	0,03	25,80	14,63	0,00	0,00	28,08	30,49	17,82
SEPTIEMBRE	31,62	2,41	25,14	8,64	16,89	0,00	17,43	5,47	0,00	0,20	31,59	29,21	16,50
OCTUBRE	25,80	-1,52	18,73	4,62	11,66	0,00	3,10	0,00	0,13	3,90	36,07	27,31	14,10
NOVIEMBRE	19,54	-6,40	12,20	0,74	6,46	0,00	0,03	0,00	3,30	14,73	35,10	25,94	11,45
DICIEMBRE	14,85	-10,21	8,42	-2,06	3,17	0,00	0,00	0,00	8,90	20,10	20,78	25,06	10,48
AÑO	25,03	-3,11	17,87	3,62	10,74	0,10	95,03	42,73	37,87	114,37	400,21	28,14	14,25

DESVIACIONES TÍPICAS

AÑOS 1961-90

MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTH0	PRECIMM	OSCHMAX	OSCHMED
ENERO	2,01	4,07	1,65	2,01	1,48	0,00	0,00	0,00	6,35	5,77	18,01	3,94	2,21
FEBRERO	2,61	3,36	2,40	1,66	1,72	0,00	0,00	0,00	5,03	4,24	12,77	3,04	2,20
MARZO	2,84	2,18	2,19	1,63	1,49	0,00	0,43	0,00	4,47	5,49	19,83	2,85	2,46
ABRIL	2,52	2,05	1,68	1,43	1,26	0,00	1,26	0,00	1,95	5,07	22,95	3,56	1,69
MAYO	2,79	1,92	2,66	1,40	1,82	0,00	4,31	1,30	0,40	2,89	32,80	3,22	2,19
JUNIO	2,70	1,89	1,86	1,40	1,47	0,00	5,07	4,01	0,00	0,70	36,15	3,13	1,48
JULIO	2,34	2,18	1,76	1,47	1,54	0,25	3,47	5,76	0,00	0,00	21,84	2,65	1,50
AGOSTO	2,12	1,65	1,67	1,23	1,30	0,18	3,34	5,18	0,00	0,00	24,75	2,70	1,32
SEPTIEMBRE	3,14	2,27	2,45	1,50	1,77	0,00	6,92	4,90	0,00	0,48	27,90	3,22	1,95
OCTUBRE	2,26	1,84	2,19	1,52	1,39	0,00	3,20	0,00	0,57	3,51	25,64	2,98	2,54
NOVIEMBRE	2,48	2,46	1,81	1,97	1,48	0,00	0,18	0,00	3,03	6,57	26,58	3,43	2,35
DICIEMBRE	2,22	5,29	1,92	2,48	2,06	0,00	0,00	0,00	5,86	6,42	14,27	5,02	1,63

TABLA 13
VALORES MENSUALES MEDIOS

AÑOS 1945-90

MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTMS	NDTH0	PRECIMM	OSCHMAX	OSCHMED
ENERO	14,90	-11,36	7,90	-2,92	2,48	0,00	0,00	0,00	11,43	22,46	21,18	26,26	10,82
FEBRERO	17,40	-9,86	10,15	-2,20	3,98	0,00	0,04	0,00	8,72	20,33	20,10	27,27	12,36
MARZO	21,71	-7,80	13,46	-0,78	6,34	0,00	0,20	0,00	5,91	18,63	26,07	29,52	14,23
ABRIL	23,36	-4,52	15,63	1,49	8,49	0,00	1,04	0,00	1,20	10,48	36,93	27,88	14,14
MAYO	27,73	-1,37	19,78	4,82	12,30	0,00	5,43	0,70	0,07	3,28	58,41	29,09	14,96
JUNIO	32,33	2,38	24,72	8,61	16,66	0,00	15,76	4,74	0,00	0,22	58,28	29,95	16,12
JULIO	36,00	5,57	29,57	11,22	20,45	0,04	26,57	16,52	0,00	0,00	28,09	30,43	18,36
AGOSTO	35,43	5,21	28,76	11,16	19,95	0,02	25,78	14,04	0,00	0,00	32,14	30,22	17,60
SEPTIEMBRE	31,47	2,30	24,94	8,62	16,78	0,00	16,76	4,93	0,00	0,35	36,53	29,17	16,32
OCTUBRE	25,26	-1,85	18,39	4,49	11,44	0,00	2,48	0,00	0,17	4,28	36,03	27,11	13,90
NOVIEMBRE	19,52	-6,55	12,35	0,72	6,52	0,00	0,04	0,00	3,15	14,83	29,18	26,06	11,63
DICIEMBRE	14,70	-9,47	8,35	-1,86	3,24	0,00	0,00	0,00	8,48	19,87	24,86	24,16	10,21
AÑO	24,98	-3,11	17,83	3,61	10,72	0,07	94,11	40,93	39,13	114,72	407,80	28,09	14,22

Descripción climática de la Comarca de Calamocha

TABLA 13
DESVIACIONES TÍPICAS

AÑOS 1945-90													
MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCHMAX	OSCHMED
ENERO	1,99	5,18	1,90	2,55	1,99	0,00	0,00	0,00	6,88	5,90	16,99	5,00	2,10
FEBRERO	3,08	3,38	2,56	1,81	1,86	0,00	0,29	0,00	5,18	4,23	13,36	3,30	2,41
MARZO	2,81	2,38	2,29	1,87	1,48	0,00	0,54	0,00	5,01	5,85	18,67	3,20	2,93
ABRIL	2,90	2,55	2,10	1,47	1,49	0,00	1,87	0,00	1,86	5,69	22,73	4,37	2,04
MAYO	3,14	1,96	2,59	1,35	1,76	0,00	4,54	1,31	0,33	2,87	32,34	3,79	2,15
JUNIO	2,48	2,24	1,88	1,45	1,49	0,00	5,03	3,74	0,00	0,59	33,18	2,89	1,54
JULIO	2,09	2,50	1,72	1,54	1,53	0,21	3,36	5,62	0,00	0,00	22,57	3,02	1,44
AGOSTO	1,96	1,68	1,68	1,24	1,27	0,15	3,08	4,92	0,00	0,00	28,86	2,54	1,47
SEPTIEMB	2,79	2,43	2,25	1,58	1,66	0,00	6,48	4,56	0,00	0,79	30,25	3,33	2,01
OCTUBRE	2,48	1,90	2,23	1,48	1,46	0,00	2,94	0,00	0,64	3,48	29,23	2,90	2,39
NOVIEMBR	2,64	2,67	2,14	1,81	1,59	0,00	0,21	0,00	2,86	6,22	23,79	3,76	2,38
DICIEMBR	1,97	4,58	1,86	2,41	1,94	0,00	0,00	0,00	5,82	6,86	19,80	4,44	1,85

TABLA 14
VALORES MENSUALES MEDIOS

AÑOS 1945-60													
MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCHAX	OSCHMED
ENERO	15,24	-13,86	6,87	-3,75	1,56	0,00	0,00	0,00	13,25	23,63	19,78	29,11	10,62
FEBRERO	17,51	-10,63	9,96	-2,87	3,60	0,00	0,13	0,00	9,88	21,69	16,27	28,14	12,82
MARZO	22,39	-8,04	14,40	-0,75	6,81	0,00	0,31	0,00	6,50	17,44	25,33	30,43	15,15
ABRIL	23,41	-3,78	16,41	1,45	8,94	0,00	1,63	0,00	1,06	10,25	34,55	27,19	14,96
MAYO	27,83	-0,83	20,01	5,26	12,63	0,00	5,75	0,81	0,00	2,25	62,84	28,65	14,75
JUNIO	32,23	3,41	24,78	9,25	17,02	0,00	16,06	4,38	0,00	0,06	62,51	28,82	15,53
JULIO	35,69	6,19	29,26	11,43	20,33	0,00	25,88	15,50	0,00	0,00	28,66	29,51	17,84
AGOSTO	35,16	5,44	28,36	11,17	19,76	0,00	25,75	12,94	0,00	0,00	39,76	29,73	17,19
SEPTIEMB	31,20	2,09	24,57	8,58	16,57	0,00	15,50	3,94	0,00	0,63	45,79	29,11	15,99
OCTUBRE	24,26	-2,47	17,76	4,25	11,01	0,00	1,31	0,00	0,25	5,00	35,97	26,73	13,51
NOVIEMBR	19,48	-6,81	12,63	0,68	6,65	0,00	0,06	0,00	2,88	15,00	18,08	26,29	11,95
DICIEMBR	14,41	-8,07	8,21	-1,50	3,36	0,00	0,00	0,00	7,69	19,44	32,51	22,48	9,71
AÑO	24,90	-3,11	17,77	3,60	10,69	0,00	92,38	37,56	41,50	115,38	422,02	28,01	14,17

DESVIACIONES TÍPICAS

AÑOS 1945-60													
MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCHMAX	OSCHMED
ENERO	1,98	6,18	1,96	3,25	2,50	0,00	0,00	0,00	7,66	6,15	15,35	5,63	1,93
FEBRERO	3,91	3,39	2,89	1,93	2,10	0,00	0,50	0,00	5,41	3,98	14,02	3,69	2,77
MARZO	2,70	2,76	2,22	2,30	1,39	0,00	0,70	0,00	6,01	6,49	16,87	3,70	3,55
ABRIL	3,59	3,24	2,62	1,60	1,80	0,00	2,63	0,00	1,73	6,89	22,86	5,65	2,42
MAYO	3,82	2,00	2,53	1,16	1,66	0,00	5,08	1,38	0,00	2,62	32,01	4,78	2,12
JUNIO	2,08	2,54	1,99	1,35	1,51	0,00	5,12	3,26	0,00	0,25	27,34	2,02	1,54
JULIO	1,53	2,98	1,64	1,70	1,56	0,00	3,14	5,39	0,00	0,00	24,60	3,53	1,18
AGOSTO	1,63	1,77	1,67	1,28	1,23	0,00	2,62	4,33	0,00	0,00	34,92	2,21	1,69
SEPTIEMB	2,05	2,78	1,83	1,77	1,45	0,00	5,54	3,79	0,00	1,15	33,18	3,62	2,14
OCTUBRE	2,65	1,92	2,22	1,42	1,54	0,00	1,99	0,00	0,77	3,43	35,95	2,81	2,12
NOVIEMBR	3,01	3,11	2,69	1,54	1,82	0,00	0,25	0,00	2,58	5,72	11,40	4,42	2,46
DICIEMBR	1,42	2,34	1,79	2,31	1,75	0,00	0,00	0,00	5,85	7,82	26,21	2,41	2,17

TABLA 15
VALORES MENSUALES MEDIOS

AÑOS 1961-75	MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCMAX	OSCMED
ENERO	15,27	-10,43	8,39	-2,43	2,96	0,00	0,00	0,00	0,00	10,20	22,27	20,10	25,70	10,82
FEBRERO	17,17	-9,23	9,93	-2,34	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	8,20	20,93	20,05	26,40	12,27
MARZO	20,03	-8,37	12,13	-1,23	5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	21,00	31,27	28,40	13,37
ABRIL	23,40	-5,27	15,34	1,14	8,23	0,00	0,87	0,00	1,40	10,93	36,77	28,67	14,20	
MAYO	28,50	-1,93	20,14	4,25	12,19	0,00	6,20	1,13	0,13	4,13	47,64	30,43	15,89	
JUNIO	32,47	1,17	24,34	7,81	16,07	0,00	14,53	4,73	0,00	0,60	61,36	31,30	16,53	
JULIO	35,53	4,77	29,57	10,71	20,34	0,00	27,47	15,93	0,00	0,00	31,63	30,77	18,85	
AGOSTO	35,17	4,90	28,65	10,73	19,70	0,00	25,33	14,00	0,00	0,00	28,16	30,27	17,93	
SEPTIEMB	31,03	2,20	24,45	8,18	16,31	0,00	15,00	4,87	0,00	0,27	36,61	28,83	16,27	
OCTUBRE	25,03	-1,80	18,51	4,33	11,40	0,00	3,13	0,00	0,07	4,33	36,11	26,83	14,17	
NOVIEMBRE	18,93	-6,20	11,70	0,58	6,13	0,00	0,00	0,00	2,73	15,60	36,94	25,13	11,12	
DICIEMBRE	13,77	-11,90	7,42	-3,07	2,16	0,00	0,00	0,00	10,13	21,80	21,87	25,67	10,49	
AÑO	24,69	-3,51	17,55	3,22	10,39	0,00	92,53	40,67	40,07	121,87	408,52	28,20	14,33	

DESVIACIONES TÍPICAS

AÑOS 1961-75	MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCMAX	OSCMED
ENERO	2,12	4,41	1,75	1,76	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03	5,02	13,51	3,60	1,64
FEBRERO	3,05	3,27	2,49	1,56	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	4,62	4,50	10,36	2,97	2,35
MARZO	2,63	2,37	2,35	1,93	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	5,87	24,37	2,95	3,08
ABRIL	2,34	2,17	1,21	1,34	1,02	0,00	1,46	0,00	1,92	5,80	23,80	3,50	1,56	
MAYO	2,72	1,94	2,35	1,43	1,70	0,00	4,75	1,64	0,52	3,09	31,04	2,86	1,89	
JUNIO	1,89	1,98	1,50	1,06	1,06	0,00	3,78	4,17	0,00	0,91	42,02	3,10	1,51	
JULIO	1,32	2,26	1,35	0,70	1,23	0,00	2,80	5,47	0,00	0,00	17,28	2,18	1,23	
AGOSTO	1,76	1,30	1,57	0,81	1,11	0,00	3,48	4,64	0,00	0,00	25,96	1,74	1,12	
SEPTIEMB	3,54	1,91	2,75	1,44	1,94	0,00	8,15	5,17	0,00	0,59	33,77	3,14	2,02	
OCTUBRE	2,39	1,76	2,56	1,54	1,68	0,00	3,87	0,00	0,26	3,37	27,67	2,69	2,52	
NOVIEMBRE	2,09	2,23	1,87	1,60	1,45	0,00	0,00	0,00	2,58	5,64	26,36	2,41	1,92	
DICIEMBRE	1,65	6,58	1,90	2,12	1,84	0,00	0,00	0,00	5,26	5,77	17,55	6,12	1,58	

– agosto y septiembre se hacen progresivamente más secos, siendo el 61-75 el período más frío y 76-90 el más cálido.

– octubre se hace progresivamente más cálido, indicando todas las variables una prolongación del verano. Las precipitaciones permanecen constantes en los tres períodos.

– noviembre es más frío y húmedo en 61-75 seguido de 76-90.

– diciembre se hace progresivamente más seco, siendo más frío en 61-75 y más cálido en 76-90.

CONCLUSIONES

Se ha estudiado la evolución climática del área de Calamocha a lo largo de 46 años utilizando datos de temperaturas y precipitaciones globales.

La representación gráfica de los datos permite visualizar tres períodos cálidos (1945-50, 1960-68 y 1980-90) alternados con fríos (1951-59 y 1969-79). Es sin em-

Descripción climática de la Comarca de Calamocha

TABLA 16
VALORES MENSUALES MEDIOS

AÑOS 1976-90													
MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCHAX	OSCHMED
ENERO	14,17	-9,61	8,51	-2,52	2,99	0,00	0,00	0,00	10,73	21,40	23,77	23,78	11,03
FEBRERO	17,53	-9,67	10,59	-1,36	4,58	0,00	0,00	0,00	8,00	18,27	24,23	27,20	11,95
MARZO	22,67	-6,99	13,77	-0,35	6,75	0,00	0,27	0,00	4,00	17,53	21,66	29,66	14,12
ABRIL	23,27	-4,57	15,09	1,89	8,27	0,00	0,60	0,00	1,13	10,27	39,62	27,84	13,20
MAYO	26,85	-1,37	19,18	4,93	12,05	0,00	4,33	0,13	0,07	3,53	64,47	28,22	14,25
JUNIO	32,30	2,51	25,05	8,72	16,88	0,00	16,67	5,13	0,00	0,00	50,68	29,79	16,33
JULIO	36,80	5,72	29,91	11,49	20,69	0,13	26,40	18,20	0,00	0,00	23,95	31,08	18,41
AGOSTO	35,97	5,27	29,28	11,57	20,40	0,07	26,27	15,27	0,00	0,00	27,99	30,71	17,71
SEPTIEMBRE	32,21	2,63	25,83	9,10	17,46	0,00	19,87	6,07	0,00	0,13	26,57	29,58	16,73
OCTUBRE	26,56	-1,23	18,95	4,91	11,92	0,00	3,07	0,00	0,20	3,47	36,02	27,79	14,03
NOVIEMBRE	20,15	-6,61	12,69	0,91	6,79	0,00	0,07	0,00	3,87	13,87	33,27	26,75	11,79
DICIEMBRE	15,93	-8,53	9,43	-1,04	4,18	0,00	0,00	0,00	7,67	18,40	19,68	24,45	10,47
AÑO	25,37	-2,70	18,19	4,02	11,08	0,20	97,53	44,80	35,67	106,87	391,90	28,07	14,17

DESVIACIONES TÍPICAS

AÑOS 1976-90													
MES	MAXABS	MINABS	MEDMAX	MEDMIN	MEDMES	NDTM20	NDTM25	NDTM30	NDTM5	NDTM0	PRECIMM	OSCHAX	OSCHMED
ENERO	1,79	3,81	1,60	2,29	1,45	0,00	0,00	0,00	7,62	6,59	21,96	4,16	2,72
FEBRERO	2,18	3,56	2,35	1,67	1,69	0,00	0,00	0,00	5,57	3,63	14,87	3,15	2,11
MARZO	2,47	1,80	1,73	1,18	1,20	0,00	0,59	0,00	2,88	4,64	13,08	2,69	1,66
ABRIL	2,78	1,92	2,08	1,46	1,49	0,00	1,06	0,00	2,03	4,40	22,81	3,68	1,73
MAYO	2,70	1,91	2,93	1,34	1,99	0,00	3,74	0,52	0,26	2,75	33,38	3,27	2,21
JUNIO	3,40	1,58	2,16	1,59	1,73	0,00	6,04	3,98	0,00	0,00	29,67	3,08	1,48
JULIO	2,96	2,07	2,14	1,91	1,83	0,35	4,07	6,00	0,00	0,00	25,66	3,12	1,74
AGOSTO	2,43	1,97	1,77	1,45	1,42	0,26	3,24	5,76	0,00	0,00	24,38	3,46	1,53
SEPTIEMBRE	2,67	2,64	1,96	1,47	1,42	0,00	4,49	4,71	0,00	0,35	20,45	3,36	1,93
OCTUBRE	1,91	1,93	1,83	1,49	1,00	0,00	2,49	0,00	0,77	3,70	24,40	3,26	2,64
NOVIEMBRE	2,76	2,73	1,68	2,33	1,49	0,00	0,26	0,00	3,42	7,48	27,60	4,14	2,74
DICIEMBRE	2,24	2,94	1,37	2,45	1,79	0,00	0,00	0,00	6,34	6,78	10,55	3,72	1,74

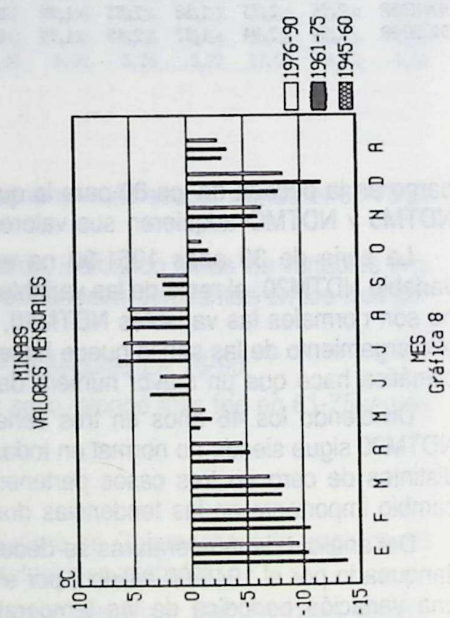
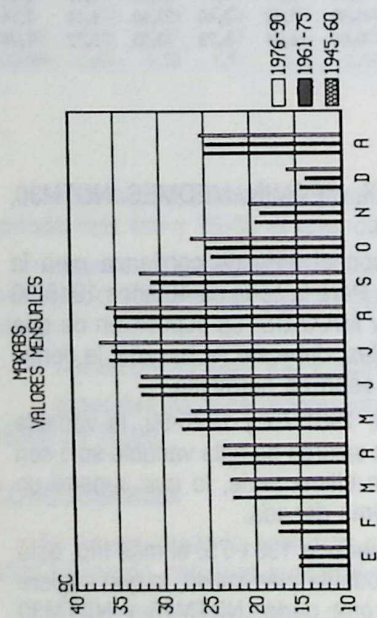
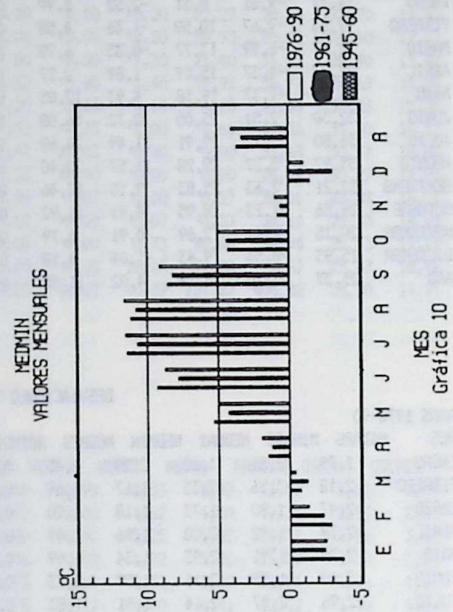
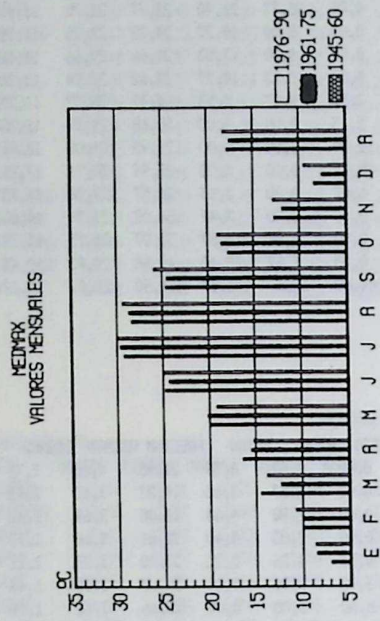
bargo en la década de los 80 para la que MEDMAX, MEDMIN, MEDMES, NDTM30, NDTM5 y NDTM0 adquieren sus valores máximos.

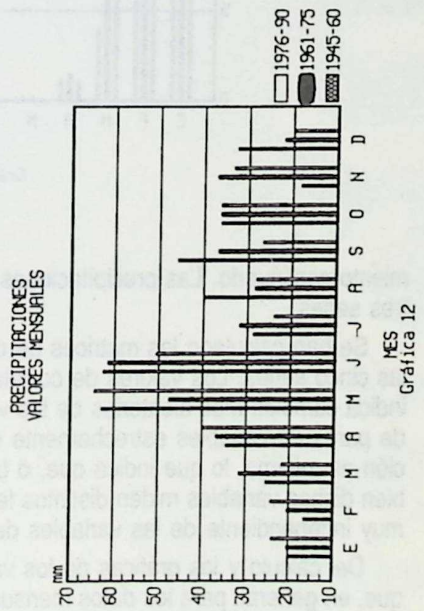
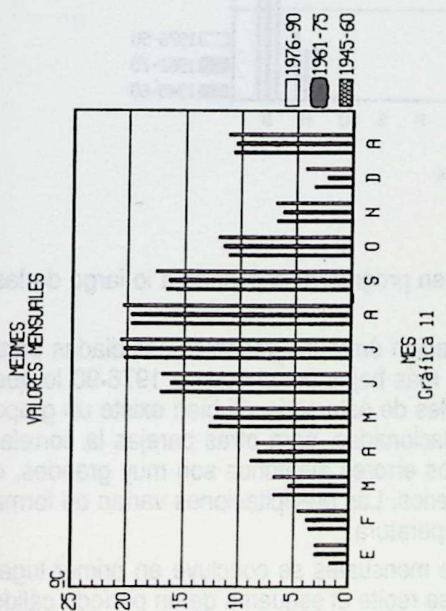
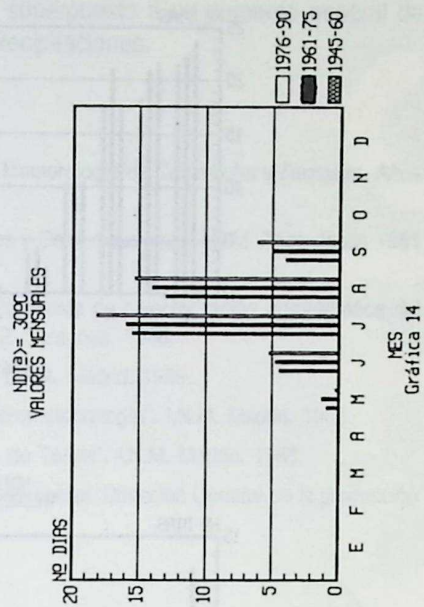
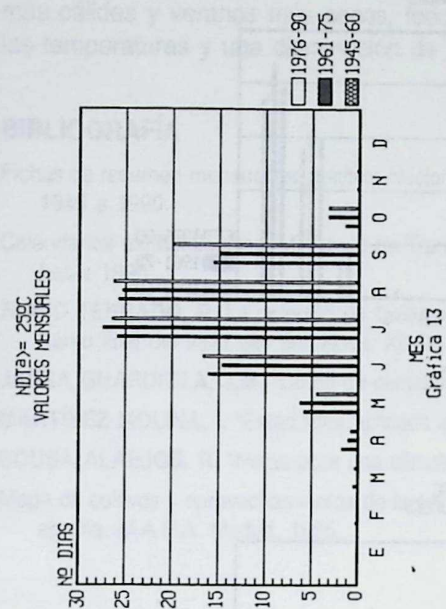
La serie de 30 años 1961-90 no es normal con el 95% de confianza para la variable NDTM20; el resto de las variables sí lo son. Para la serie de 46 años 1945-90 no son normales las variables NDTM20, NDTM30 y MAXABS. La suposición de que el alargamiento de las series puede hacerlas normales, debe ser rechazada; la deriva climática hace que un mayor número de variables sean no normales.

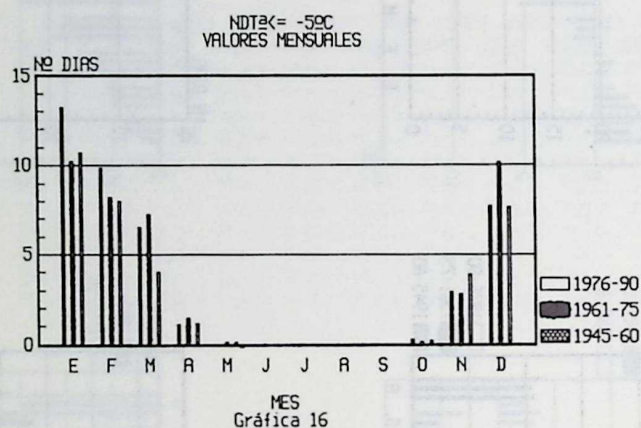
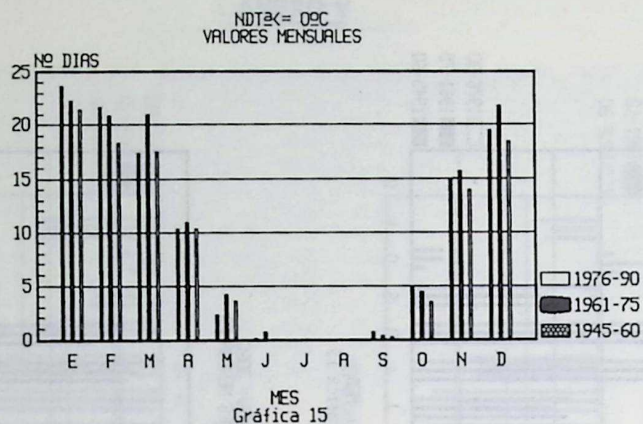
Dividiendo los 46 años en tres series 1945-60, 1961-75 y 1976-90, la variable NDTM20 sigue siendo no normal en todas ellas. Los valores de esta variable sólo son distintos de cero en tres casos pertenecientes a la última serie, lo que supone un cambio importante en las tendencias durante la última década.

Del análisis de temperaturas se deduce que el período 1961-75, el más frío, está flanqueado por el 1945-60 cálido y por el 1976-90 todavía más cálido, lo que sugiere una variación periódica de las temperaturas. Por otra parte, NDTM25 y NDTM30 crecen a lo largo de los tres períodos y NDTM5 disminuye lo que indica un calenta-

ANEXO V







miento continuado. Las precipitaciones van en progresivo descenso a lo largo de las tres series.

Se han calculado las matrices de correlación entre las variables estudiadas para las cinco series. Los valores de correlación más bajos pertenecen a 1976-90 lo que indica cambios más aleatorios de las variables de esta serie. Si bien existe un grupo de pares de variables estrechamente correlacionadas, para otras parejas la correlación es mínima, lo que indica que, o bien los errores aleatorios son muy grandes, o bien dichas variables miden distintos fenómenos. Las precipitaciones varían de forma muy independiente de las variables de temperatura.

Del cálculo y las gráficas de los valores mensuales se concluye en primer lugar que, en general, para los datos mensuales se repite el esquema de un período cálido (1945-60) seguido de un período frío (1961-75) y de otro todavía más cálido (1976-90). Por otra parte, se advierte un desplazamiento de las estaciones, claramente

visible en el enfriamiento de mayo y el calentamiento de octubre, junto con inviernos más cálidos y veranos más secos, todo ello superpuesto a un aumento general de las temperaturas y una disminución de las precipitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Fichas de resumen mensual del Instituto Nacional de Meteorología de Calamocha y Zaragoza. Años 1945 a 1990.

Calendarios meteorológicos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. I.N.M. Años desde 1981 hasta 1990.

RUBIO TERRADO, P. La estación de Calamocha: Propuesta de caracterización agroclimática del tramo final del valle alto del Jiloca. XILOCA n.º 2. Zaragoza. 1988.

JANSA GUARDIOLA, J.M. "Curso de climatología". I.N.M. Madrid. 1969.

MARTÍNEZ MOLINA, I. "Estadística aplicada a la hidrometeorología". I.N.M. Madrid. 1986.

SOUSA ALAEJOS, R. "Notas para una climatología de Teruel". I.N.M. Madrid. 1988.

Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Teruel. Dirección General de la producción agraria. M.A.P.A. Madrid. 1985.