

RGH 21296

Universidad de Sevilla

Facultad de Geografía e Historia

Tesis 208

Tomo I

"SEQUIAS EN EL BAJO GUADALQUIVIR"

2 vols.

Tesis Doctoral presentada por:  
D<sup>a</sup> Maria Fernanda PITA LOPEZ,  
bajo la dirección del Prof.Dr.D.  
JOSE MANUEL RUBIO RECIO, Ca-  
tedrático de la Universidad de  
Sevilla.

Sevilla, abril 1986

*Agradecimiento.*

*Agradecemos a Margarita ITURRALDE, Programadora de Aplicaciones Científicas, la realización de los programas utilizados para el tratamiento estadístico de los datos climáticos, y al Centro de Cálculo de la Universidad de Sevilla, la cesión de sus instalaciones.*

I N D I C E

## I N D I C E

	<u>Págs.</u>
<i>INTRODUCCION</i>	
0.1. <i>EL ESTUDIO DE LAS SEQUIAS DESDE LA CLIMATOLOGIA.....</i>	1
0.1.1. <u><i>Los estudios de sequias en los años sesenta: El Natural Hazards Research Group.....</i></u>	11
0.1.1.1. <i>El concepto de desastre natural</i>	14
0.1.1.2. <i>El estudio de los desastres naturales.....</i>	17
0.1.1.3. <i>La especificidad de las sequías dentro del conjunto de los desastres naturales.....</i>	29
0.1.2. <u><i>Los estudios de sequías en la actualidad</i></u>	39
0.1.3. <u><i>La sequía como vulnerabilidad social frente a la falta de agua.....</i></u>	54
0.2. <i>OBJETIVO DEL TRABAJO.....</i>	88
0.3. <i>METODOLOGIA.....</i>	108
0.4. <i>FUENTES .....</i>	110
0.4.1. <u><i>Fuentes climáticas .....</i></u>	110
0.4.2. <u><i>Fuentes expresivas de la conmoción generada por la sequía.....</i></u>	119
<i>Notas a la Introduccion.....</i>	129



	<u>Págs</u>
<u>PRIMERA PARTE: LA SEQUIA COMO FENOMENO CLIMATICO</u>	131
<u>CAPITULO I: LA SEQUIA PLUVIOMETRICA</u> .....	134
1.1. <u>CONCEPTUALIZACION DE LA SEQUIA PLUVIOMETRICA</u> .....	134
1.2. <u>LAS SEQUIAS PLUVIOMETRICAS EN LA CUENCA BAJA DEL GUADALQUIVIR</u> .....	149
1.2.1. <u>Las precipitaciones anuales</u> .....	149
1.2.2. <u>Las precipitaciones mensuales</u> .....	154
1.2.3. <u>Las secuencias secas</u> .....	165
Notas al Capítulo I.....	169
Anexo 1.1.....	170
<u>CAPITULO II : LA SEQUIA EDAFICA</u> .....	171
2.1. <u>CONCEPTUALIZACION DE LA SEQUIA EDAFICA</u> ....	171
2.1.1. <u>El balance de agua del suelo</u> .....	177
2.1.1.1. <u>El modelo de balance de agua</u> . .....	180
2.1.1.2. <u>Los elementos del balance de agua</u> .....	187
2.1.1.2.1. <u>La evapotranspiración potencial</u> .....	187
2.1.1.2.2. <u>La reserva útil de agua del suelo</u> .....	211
2.2. <u>LAS SEQUIAS EDAFICAS EN LA CUENCA BAJA DEL GUADALQUIVIR</u> .....	214
Notas al capítulo II.....	227
Anexo 2.1.....	228

	<u>Págs.</u>
<u>SEGUNDA PARTE: LA SEQUIA A TRAVES DE LA PRENSA SEVILLANA</u> .....	229
<u>CAPITULO III: LAS NOTICIAS DE PRENSA RELATIVAS A LA SEQUIA DURANTE EL PERIODO 1940-1982</u> .....	235
3.1. <u>PRESENCIA DE LA SEQUIA EN LA PRENSA SEVILLANA DURANTE EL PERIODO 1940-1982</u> .....	237
3.2. <u>VOLUMEN DE LAS NOTICIAS RELATIVAS A LA SEQUIA EN LA PRENSA SEVILLANA DURANTE EL PERIODO 1940-1982</u> .....	242
3.3. <u>PARTICIPACION SECTORIAL EN LA INFORMACION DE PRENSA DEL PERIODO 1940-1982</u> .....	249
Notas al Capítulo III .....	259
<u>CAPITULO IV: LAS SECUENCIAS SECAS EXISTENTES DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO</u> .....	261
4.1. <u>PRIMERA SECUENCIA SECA (DICIEMBRE 1943-DICIEMBRE 1945)</u> .....	262
4.1.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	262
4.1.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> ..	274
4.2. <u>SEGUNDA SECUENCIA SECA (FEBRERO 1946-AGOSTO 1948)</u> .....	281
4.2.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	281
4.2.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> ..	286

	<u>Págs.</u>
4.3. TERCERA SECUENCIA SECA (SEPTIEMBRE 1948- FEBRERO 1951).....	291
4.3.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	291
4.3.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> .	313
4.4. CUARTA SECUENCIA SECA (MARZO 1951-MAYO 1953)	317
4.4.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	317
4.4.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> .	324
4.5. QUINTA SECUENCIA SECA (JUNIO 1953-FEBRERO 1955).....	328
4.5.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	328
4.5.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u>	337
4.6. SEXTA SECUENCIA SECA (SEPTIEMBRE 1956-SEP TIEMBRE 1957).....	341
4.6.1. <u>La vivencia seca</u> .....	341
4.6.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> .	349
4.7. SEPTIMA SECUENCIA SECA (NOVIEMBRE 1964- NOVIEMBRE 1965).....	352
4.7.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	352
4.7.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u>	358
4.8. OCTAVA SECUENCIA SECA (JULIO 1972-FEBRERO 1977).....	362

	<u>Págs</u>
4.8.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	362
4.8.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> .....	388
4.9. NOVENA SECUENCIA SECA (NOVIEMBRE 1979-AGOSTO 1982).....	393
4.9.1. <u>La vivencia de la sequía</u> .....	393
4.9.2. <u>Aspectos informativos de la secuencia</u> ....	428
4.10. JERARQUIZACION DE LAS SECUENCIAS SECAS.....	434
Notas al Capítulo IV.....	441
<u>TERCERA PARTE: LA EVOLUCION DE LA VULNERABILIDAD FRENTE A LA FALTA DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL GUADALQUIVIR</u> .....	442
<u>CAPITULO V : LA EVOLUCION DE LA VULNERABILIDAD FRENTE A LA FALTA DE AGUA EN LOS SECTORES ALIMENTADOS CON AGUA REGULADA</u> .....	444
5.1. RELACION GENERAL EXISTENTE ENTRE LOS PARAMETROS CLIMATICOS Y LOS PARAMETROS PERIODISTICOS.....	446
5.2. EL COMPORTAMIENTO DE LAS GRANDES SECUENCIAS SECAS.....	455
5.2.1. <u>La dependencia respecto a los ritmos de la precipitación</u> .....	455
5.2.1.1. Los inicios de las secuencias secas.....	455
5.2.1.2. Los finales de las secuencias secas.....	465

	<u>Págs.</u>
5.2.2. <u>La intensidad de la conmoción generada por los déficits hídricos.....</u>	486
5.2.3. <u>La variedad de los impactos generados por los déficits hídricos.....</u>	516
5.2.3.1. <u>La variedad de los impactos registrados en las secuencias secas del período .....</u>	517
5.2.3.2. <u>La evolución experimentada por los distintos sectores de actividad....</u>	526
Notas al Capítulo V.....	544
 <u>CAPITULO VI: LA EVOLUCION DE LA VULNERABILIDAD FRENTE A LA FALTA DE AGUA EN LA AGRICULTURA DE SECANO.....</u>	 545
6.1. <u>LA SEQUIA AGRARIA A TRAVES DEL COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS.....</u>	548
6.1.1. <u>Los rendimientos de los cultivos.....</u>	554
6.1.2. <u>La variabilidad de los rendimientos como medida de la vulnerabilidad de la agricultura de secano.....</u>	560
6.1.3. <u>El comportamiento diferencial del secano y el regadío. El papel de la sequía en la vulnerabilidad de la agricultura de secano.....</u>	572

	<u>Págs.</u>
6.2. LA SEQUIA AGRARIA A TRAVES DE LA PRENSA SEVILLANA.....	580
6.3. EL PAPEL DEL CLIMA EN LA CONFIGURACION DE LA SEQUIA AGRARIA.....	596
6.3.1. <u>Los umbrales de sequía</u> .....	599
6.3.2. <u>El papel de la sequía como agente de adversidad agraria</u> .....	607
Notas al Capítulo VI.....	613
CONCLUSIONES .....	616
Notas a las Conclusiones.....	647
BIBLIOGRAFIA.....	648

*I N T R O D U C C I O N*

0.1. EL ESTUDIO DE LAS SEQUIAS DESDE LA CLIMATOLOGIA.

Las sequías, como objeto de estudio científico, apenas cuentan con veinte o treinta años de vida. Así pues, su historia es corta, como lo es, aunque en menor medida, la propia historia de la climatología.

Ambos hechos resultan igualmente sorprendentes, dada su enorme incidencia sobre las condiciones de vida de los hombres, incidencia de la que éstos, por otra parte, han sido siempre conscientes. Ya en la medicina hipocrática se hacen alusiones a la importancia de las relaciones clima-salud, y en cuanto a las sequías, parece demostrada su parte de responsabilidad en la caída de civilizaciones antiguas (BRYSON y MURRAY, 1977).



A pesar de ello, durante siglos el tema no consiguió rebasar el nivel de preocupación, y como afirma Péguy, los científicos prefirieron dedicar sus esfuerzos a dominar los efectos de los caprichos del clima, antes de profundizar en su conocimiento (PEGUY y MARCHAND, 1982, 186).

Como resultado de esta actitud, la climatología no empezará a desarrollarse hasta bien entrado el siglo XIX (una vez que las estaciones de observación tuvieron una cierta cobertura espacial y temporal), y en cuanto a las sequías, tendrán que esperar aún hasta mediados del siglo XX para ser abordadas con cierta sistematización.

Ambas situaciones aluden al hecho de que son necesarias ciertas condiciones para que un tema pueda llegar a ser objeto de estudio científico. Son estas condiciones las que vamos a tratar de precisar para explicar el origen de los estudios relativos a sequías durante los años cincuenta-sesenta, marginando por el momento los factores explicativos del nacimiento de la climatología.

Los estudios climáticos relativos a sequías comienzan a tomar cuerpo en países como Estados Unidos,

la Unión Soviética y Australia, a finales de la década de los años cincuenta y comienzos de los sesenta. Para ello ha sido necesario que en estas coordenadas espacio-temporales se reúnan cuatro condiciones básicas:

A) En primer lugar, y como condición *sine qua non*, la existencia de series de observación lo suficientemente largas como para abordar cualquier tema relativo a variabilidad climática. En los años cincuenta las series centenarias ya no son excepción, y ello posibilita el estudio riguroso de los fenómenos pluviométricos extremos (PEGUY, 1979,6).

B) Al mismo tiempo, se asiste a la acumulación de estudios y técnicas estadísticas que permiten tratar convenientemente estas fuentes. Como caso ejemplificador, recordemos que las técnicas de análisis probabilístico de valores extremos se inician en los años veinte-treinta con los trabajos de Frechet, Fisher y Tippett, y no se consolidan plenamente hasta los años cincuenta, gracias a la obra de Gumbel (ARLERY, GRISSOLLET y GUILMET, 1973, 151).

C) Todo este bagaje de fuentes y técnicas

se pondrá en funcionamiento ante la necesidad de solucionar los problemas de ordenación territorial que precisamente ahora se plantean en los países ya mencionados, todos ellos accediendo en mayor o menor medida tras la segunda guerra mundial al estatus de grandes potencias, con inmensas superficies por ocupar y en buena medida aún desconocidas, y con estados que se proponen precisamente la intensificación de la ocupación humana de esas superficies (LEBOVICH, 1976 y FRUTOS MEJIAS, 1982).

Es evidente que para los propósitos de evaluación y ordenación de recursos, los tradicionales estudios basados en la elaboración de valores medios de los elementos climáticos eran insuficientes. La idea de la consideración del clima como recurso natural, que ahora se inicia, y que tan fructífero desarrollo tendrá más adelante (PITA, 1984), impone el análisis de la variabilidad climática y de sus manifestaciones extremas. Las sequías empiezan así a imponerse en los estudios de climatología.

D) Por último, el proceso se ve favorecido y propiciado por la crisis que en estos momentos experimenta el paradigma historicista en las ciencias sociales, y más concretamente, el paradigma posibilista en geografía.

Parece un hecho confirmado el que el auge de los estudios climáticos se produce siempre en conexión con el predominio del paradigma determinista. Este, en su intento de asimilar las ciencias sociales a las naturales, y al enfatizar el carácter condicionante del medio sobre el hombre, propicia una intensificación de los estudios relativos a aquél, y más concretamente la intensificación de los estudios climáticos.

Tal situación es la que encontraremos en los albores del siglo XX, con una geografía impregnada de determinismo ambiental, y en la que el clima está omnipresente, y ello, tanto en Estados Unidos (HUNTINGTON, SEMPLE, etc.), como en Europa (SORRE) (ESTEBANEZ, 1982).

Posiblemente los propios excesos del determinismo climático -el clima estaba en el origen de cualquier manifestación humana- determinaron su propia crisis, y ya en el período de entreguerras, los duros ataques de que es objeto le hacen perder credibilidad.

Esto supondrá la pérdida de peso específico de la climatología en el conjunto de la geografía durante

tres o cuatro décadas, justo aquellas en las que se asiste a la eclosión del paradigma posibilista. Si el medio ya no es un condicionante para el hombre, sino solo un abanico de posibilidades abierto ante él, si lo determinante en la configuración de los paisajes geográficos son los grupos humanos con su bagaje histórico y cultural, si la geografía ya no tiene por qué asimilarse a las ciencias físico-naturales, la insistencia en los estudios climáticos ya no tiene sentido.

La climatología pierde relevancia, especialmente en sus vertientes más aplicadas. Así, el establecimiento científico de las relaciones entre el hombre y las actividades humanas prácticamente desaparece de la literatura geográfica durante estos años; el clima pasa a ser un elemento más en la elaboración de las síntesis regionales y la climatología pasa a convertirse en una "especie de enciclopedia que suministra valores numéricos de las condiciones medias de la atmósfera sobre lugares concretos" (ATKINSON, 1980, 116).

Y no hay que olvidar que en estos momentos el clima es un objeto de estudio eminentemente geográfico. La meteorología, en los inicios del desarrollo de la aviación

civil, se ocupa de la elaboración de mapas sinópticos para la previsión del tiempo y desdeña las tareas puramente climatológicas. Estas serán asumidas por la Universidad, y dentro de ella, por la geografía, o en su defecto, por la biología (PEGUY y MARCHAND, 1982, 187). Así pues, el paradigma imperante en la geografía será decisivo en el desarrollo de la climatología.

Esta situación persiste hasta los años cincuenta. En estos momentos las concepciones neopositivistas del Círculo de Viena se expanden por Estados Unidos. Ello supone la recuperación de la idea de una ciencia universal basada en el lenguaje lógico-matemático, y asimismo, una recuperación de los principios deterministas (GOMEZ MENDOZA y otros, 1982).

Será, desde luego, un determinismo de nuevo cuño, en el que, como consecuencia del propio desarrollo de las ciencias físicas, las leyes causales serán en gran medida sustituidas por leyes probabilísticas, pero en definitiva, propiciará de nuevo un intento de asimilación de las ciencias sociales a las físico-naturales y una búsqueda de las leyes generales que presiden el comportamiento de las sociedades, expresadas éstas, en la medida de lo posible, en lenguaje matemático.

En geografía, la eclosión del determinismo propiciará la aparición de la revolución cuantitativa, iniciada en los años cincuenta en los Estados Unidos, y extendida más tarde a todo el mundo (BURTON, 1963).

Con ella se impondrán en el seno de la geografía el lenguaje matemático, la búsqueda de leyes -en su mayoría probabilísticas- en las distribuciones espaciales y la preocupación por las relaciones entre el hombre y su medio.

Inmediatamente ésto producirá un nuevo auge de los estudios climáticos, pero ahora en condiciones muy distintas a las existentes durante el determinismo inicial. Ahora, a la preocupación por la incidencia del medio sobre el hombre se añadirán las tres condiciones más arriba apuntadas. La unión de todas ellas determinará el nacimiento de una climatología centrada en la variabilidad de los elementos meteorológicos, en sus manifestaciones extremas y en los efectos que éstas determinan sobre las actividades humanas.

En estas circunstancias se hace posible el inicio de un estudio continuado y sistemático de las manifestaciones extremas del clima, fenómeno que se producirá

en Estados Unidos a finales de los años cincuenta, extendiéndose durante los sesenta a todo el ámbito anglosajón.

Entre estas manifestaciones extremas, las sequías ocuparán un lugar relevante.

Ello no supone que no puedan detectarse precedentes del fenómeno con anterioridad. De hecho, lo que se hace durante los años sesenta es recoger, ampliar y sistematizar todas las aportaciones individuales que se habían ido produciendo en los años anteriores para formar un cuerpo teórico y técnico sobre las sequías, que todavía pervive.

En realidad, ya pueden considerarse como precedentes de los posteriores estudios de sequías, los índices de aridez, que se originan con profusión en los años veinte-treinta (Lang, 1915; Martonne, 1926, Köppen, 1931, Thornthwaite, 1931) y que, al introducir la idea de "precipitación efectiva", pondrán las bases de los futuros estudios de balances de agua.

Estos comenzarán a desarrollarse en los años cuarenta-cincuenta en Estados Unidos y la Unión Soviética (Inanov, 1948, Popov, 1948, Thornthwaite y Maher, 1955) y contribuirán a ampliar y enriquecer los parámetros



definitorios de la sequía, que hasta entonces se reducían prácticamente a las precipitaciones como aporte de agua, sin tener en consideración la demanda impuesta por el medio.

Por su parte, la concepción del fenómeno sequía que se impone en los años sesenta, también se alimentará de las aportaciones anteriores.

Ya en los años treinta aparece la noción de sequía como un período más o menos prolongado de escasas precipitaciones, y se producen intentos de establecer umbrales de sequía con base en dos criterios: la duración y la magnitud de la escasez de lluvias. Entre estos intentos cabe situar a Cole, que en 1933 define la sequía en Estados Unidos como un período de 15 días o más sin ninguna precipitación, o la British Rainfall Organisation, que, por las mismas fechas (1936), establece tres umbrales de sequía para Gran Bretaña: la sequía absoluta, que sería un período de 15 días con menos de 0,25 mms. de precipitación, la sequía parcial, como período de 29 días con menos de 0,25 mms. de lluvia por día, y la secuencia seca, o período de 15 días con precipitación inferior a 1 mm.

A finales de los años treinta y durante los cuarenta esta noción se enriquecerá por medio de la expresión de la magnitud de la sequía, no en términos absolutos, sino relativos. Se impondrá entonces una concepción de la sequía como período más o menos prolongado que registra una precipitación inferior a la normal en un lugar dado. En consecuencia, el umbral de sequía no se expresará ya en milímetros, sino en porcentaje.

Entre los representantes de esta concepción encontramos a Bates, Hoyt o la Tennessee Valley Authority en Estados Unidos, o a Baldwin y Wiseman en Australia (ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL, 1975,).

Ya solo falta la inclusión del parámetro frecuencia para configurar la noción de sequía que se impone durante los años sesenta.

#### 0.1.1. Los estudios de sequías en los años sesenta: El Natural Hazards Research Group.

La sistematización de los estudios de sequías durante los años sesenta se lleva a cabo dentro de un programa mas amplio de estudio de los desastres naturales en general, que se inicia en los Estados Unidos en 1957.

En 1936, tras la ocurrencia de una serie de inundaciones desastrosas en el Mississippi, el gobierno de Estados Unidos decide emprender una política de control de las mismas, invirtiendo considerables sumas de dinero para paliar sus efectos negativos. Después de veinte años de realizaciones en este sentido, y cuando ya se está en disposición de valorar los resultados, se observa que, paradójicamente, el aumento en el nivel de gastos empleados para controlar las inundaciones, ha ido acompañado de un aumento paralelo en el nivel de pérdidas originadas por ellas. Mientras grandes zonas de los fondos de valles habían sido protegidas de las inundaciones, se había producido una progresiva ocupación de los lechos de inundación de los ríos, que generaba un aumento notable del riesgo de pérdidas por pequeñas avenidas, y que de hecho ocasionó un aumento de las pérdidas totales nacionales por daños de inundaciones.

Consecuencia de todo ello fué el inicio, en 1957, de una investigación geográfica tendente a explicitar los mecanismos por los cuales este paradójico fenómeno se había producido, y tendente también a orientar a los poderes públicos en torno a la manera de evitarlo en lo sucesivo (WITE, 1975).

El tema objeto de investigación exigía la respuesta a una pregunta fundamental: ¿por qué ocupaba la gente los lechos de inundación?. A su vez, esta pregunta orientaba la investigación hacia tres aspectos básicos: los efectos producidos en la sociedad por las inundaciones, y por extensión, por todos los desastres naturales, la gama de ajustes posibles ante estos desastres, y los mecanismos por los cuales la sociedad seleccionaba de entre estos ajustes, aquellos que consideraba más convenientes. Entre estos mecanismos, ocuparon un lugar prioritario los procesos de percepción por parte de la gente, tanto de la naturaleza del desastre, como de los ajustes que se ofrecían para paliarlo, y los procesos posteriores de toma de decisiones.

La importancia del tema abordado y la novedad de la línea de investigación con él abierta despertó pronto el interés internacional, surgiendo así un programa general de trabajo sobre los desastres naturales que se desarrollará a lo largo de casi dos décadas, bajo los auspicios de organismos tales como la Organización de las Naciones Unidas, la National Science Foundation, la Unión Geográfica Internacional etc. (WHITE, 1975 y CALVO GARCIA TORNEL, 1984).

Las sequías ocuparon pronto un lugar relevante dentro del bloque general de los desastres naturales.

Aquí, la participación de los Estados Unidos con Saarinen y la de Australia con Heathcote fueron decisivas (CAPEL, 1973), si bien, la necesidad de verificar las conclusiones en diversos medios y culturas, originó el desarrollo de numerosos trabajos sobre el tema en países subdesarrollados tales como Brasil, Tanzania, Kenia, México, etc. (WHITE, 1974).

Resultado de todo este trabajo conjunto será la configuración de un cuerpo conceptual y metodológico sobre los desastres naturales, y por ende, sobre las sequías.

#### 0.1.1.1. El concepto de desastre natural

Las mayores novedades que ahora se introducen en la conceptualización de los desastres naturales proceden del énfasis que desde un principio se pone en el análisis de los perjuicios por ellos ocasionados y en las medidas emprendidas por la sociedad para paliarlos.

Resultado de ello es la configuración de una noción de desastre natural que se caracteriza por la aparición conjunta y simultánea de una serie de rasgos específicos, siendo precisamente la coexistencia de todos ellos la que determina la

asignación del término desastre natural a una situación dada.

Así el desastre natural se define como todo fenómeno extremo del medio físico que resulta perjudicial para el hombre y que está originado por fuerzas externas a él, siendo estas fuerzas incontrolables o imprevisibles, de manera que otorgan al desastre un carácter azaroso que lo convierte en riesgo para la sociedad (BURTON y KATES, 1972, 283)

Esta definición implica la existencia en la noción de desastre natural de dos componentes de distinta naturaleza pero igualmente imprescindibles: por un lado, la componente extrema y azarosa del evento físico, y por otro, la componente humana y socioeconómica del perjuicio originado. La ausencia de cualquiera de ellas imposibilita el acaecimiento del desastre natural.

Por definición, no existen desastres naturales independientemente del ajuste humano a ellos, y éste depende de la peculiar combinación del ambiente físico y social que predomina en unas coordenadas espacio-temporales precisas. La naturaleza se entiende pues, como una materia neutra, y es la cultura la que determina qué elementos de ella se consideren recursos y cuáles son considerados como resistencias (BUR

TON y KATES, 1972, 283). El riesgo no viene dado por la naturaleza, sino que es un establecimiento negociado entre un medio ambiente y una tecnología; asimismo, cada cultura debe resolver, y resuelve a su manera, la cantidad de riesgo o pérdidas que puede asumir (PORTER, 1972, 139).

Esto casi nos obliga a entrecomillar el calificativo de natural aplicado a los desastres, los cuales serán tan naturales como culturales.

Por otro lado, la enfatización de la importancia de la componente cultural en el acaecimiento de los desastres, introduce un nuevo matiz en la consideración de éstos, y es su carácter variable en lo espacial y dinámico en lo temporal.

Fenómenos físicos igualmente extremos serán considerados o no como desastres naturales en distintos espacios, dependiendo de las sociedades que ocupen esos espacios. A su vez, el ritmo de la evolución socio-cultural, económica o tecnológica de un lugar dado determinará una evolución paralela en la consideración de los fenómenos extremos como desastres naturales (BURTON y KATES, 1972, 283). Porque el peligro potencial de un paroxismo puede permanecer idéntico, pero no la intensidad del desastre por él generado, la cual estará

en función de las condiciones históricas, socio-económicas, de uso del suelo etc. de la zona (GERASIMOV y ZVONKA, 1974).

Desde esta óptica, el estudio de los desastres naturales se convierte en el estudio de la vulnerabilidad de las distintas sociedades ante los fenómenos extremos del medio, pudiendo incluso esta vulnerabilidad ser diferente para cada sector de actividad.

#### 0.1.1.2. El estudio de los desastres naturales.

La propia concepción del desastre natural que ahora se impone determina los caracteres fundamentales de su estudio, al poner el acento sobre aquellas facetas que en él se consideran definitorias y distintivas. Así, la investigación se convierte en el análisis sucesivo de cada una de estas facetas, para finalmente engranarse en una síntesis valorativa del desastre en su conjunto.

Siguiendo el orden propuesto en la definición de desastre natural, la investigación implicaría en primer lugar el análisis del fenómeno físico que lo origina.

Su carácter de fenómeno extremo impone su identi-



ficación y definición en términos de magnitud y frecuencia del mismo (BURTON y KATES, 1972). Ello implica en primer lugar, elegir el parámetro más adecuado para expresar convenientemente la naturaleza del fenómeno estudiado; a continuación, se mediría su magnitud por medio de su distanciamiento con respecto a los valores normales; por último se expresaría la frecuencia media de su acaecimiento.

Porque, en efecto, - y ésto supone una gran novedad con respecto a los estudios realizados con anterioridad- tanto la magnitud como la frecuencia son indispensables para la expresión del carácter extremo de que adolecen los desastres naturales. Acontecimientos que se alejan significativamente de la media no alcanzarán el carácter de desastre natural cuando se produzcan con una frecuencia elevada, así como tampoco suelen conceptuarse como desastres naturales aquellos fenómenos que sólo se producen ocasionalmente, pero que presentan valores muy próximos a los registrados normalmente por el elemento en cuestión. Es el binomio magnitud-frecuencia el que determina la naturaleza extrema del desastre natural.

A su vez, caracteres como la duración y extensión espacial del fenómeno se imponen en la descripción del

mismo si se pretende evaluar en su justa medida el impacto por él generado en la sociedad.

Por su parte, el carácter azaroso de los eventos naturales determina la elaboración de su estudio en términos de probabilidad de acaecimiento o período de retorno de los mismos. Tal parece ser, hoy por hoy, la única forma de aproximación al estudio de fenómenos cuyos mecanismos en gran parte desconocen, lo que imposibilita su expresión a través de leyes deterministas y en consecuencia, su previsión al cien por cien. La cartografía de las probabilidades de aparición de acontecimientos extremos se convierte así en una especie de cartografía del riesgo que contribuye a prevenir sus efectos adversos (PORTER, 1972.140).

El estudio de los caracteres puramente geofísicos del desastre natural de paso al análisis de los perjuicios que ocasiona.

Este apartado, a pesar de ser uno de los objetivos prioritarios e impulsores de toda la línea de investigación, es uno de los menos sistematizados y peor cubiertos en la mayoría de los estudios.

Las razones habría que buscarlas, por un lado, en la escasez de fuentes de información suficientemente fidedignas y en su dispersión, y por otro lado, en la propia dificultad que entraña la aprehensión del entramado en el cual se organizan la multitud de impactos generados por el evento.

Porque, efectivamente, los impactos son múltiples y de distinto orden, desde los impactos puramente biológicos (pérdidas de cosechas, plantas, animales, vidas humanas....) hasta los económicos, sociales, políticos y culturales, cada uno de un orden superior al anterior en función de su distanciamiento con respecto al evento originario.

Los impactos de primer orden o impactos biológicos suelen ser los más fáciles de establecer; no ocurre lo mismo con los impactos de orden superior, aumentando la dificultad a medida que avanzamos en la escala (WIGLEY, 1983).

Este aumento progresivo de la dificultad se derivan de cuatro hechos fundamentales:

A) En primer lugar, de la complejidad que caracteriza a las relaciones existentes entre los cinco órdenes del esquema anterior, esquema que voluntariamente hemos simplificado, presentándolo como una cadena ligada por relaciones de causa-efecto, pero que en la realidad presenta una naturaleza mucho más dialéctica e inaprensible.

B) Pero además, esta propia naturaleza dialéctica determina el que en el origen de cada eslabón superior se introduzcan factores ajenos al propio fenómeno geofísico, los cuales dificultan aún más el establecimiento de las relaciones evento-impacto.

C) Una nueva fuente de dificultad surge de la variación que los impactos superiores presentan en función de la escala espacial examinada, lo cual es patente sobre todo, en el caso de los impactos económicos (así, no es infrecuente, por ejemplo, que la ruina de un municipio agrícola por causa de cualquier evento natural, determine el enriquecimiento del municipio vecino que no fué afectado por él, o tenga una incidencia nula a nivel regional o nacional).

D) Por último, los problemas se multiplican

al considerar la variabilidad de los impactos en función de la persona o entidad que los experimenta. Es evidente que una inundación, una sequía o cualquier otro evento, no son vividos de la misma manera por un gran empresa, un asalariado, un desempleado, un pequeño comerciante etc., por no mencionar el hecho que acontecimientos que pueden ser catastróficos para un sector de la población, pueden ser enormemente beneficiosos para otros sectores (THORNES, 1980).

Estas consideraciones enlazan directamente con otro de los rasgos que se atribuían al desastre natural: el de su consideración como resultado de la interacción entre dos sistemas de distinta naturaleza, el sistema físico y el sistema humano y socio-económico.

El papel de la estructura socioeconómica de la población en la aparición de los desastres naturales, se concreta en tres intervenciones fundamentales:

A) Por un lado, es esta estructura la que determina el número y la naturaleza de los desastres que se van a experimentar, al ser ella la que, en virtud de su peculiar uso y gestión de los recursos, fije los

umbrales que separan el fenómeno extremo del fenómeno desastroso.

B) Además, será la estructura socioeconómica la que determine la magnitud de los efectos generados por el evento.

C) Por último, intervendrá determinando la capacidad de reacción o ajuste ante él.

A la hora de abordar la investigación, estas consideraciones se traducen en una doble exigencia: por un lado, conocer a fondo la estructura socioeconómica presente en la zona de estudio (de ahí que todos los trabajos sobre desastres naturales le dediquen un capítulo importante a este tema) (WITE, 1974,5), y por otro lado, conocer el sistema de relaciones que la sociedad establece con el sistema físico que la sustenta, y más concretamente, con sus manifestaciones extremas y azarosas.

La aportación fundamental del grupo de trabajo sobre desastres naturales se realiza precisamente en este último aspecto. No hay que olvidar que el problema central que se pretendía resolver en un principio era

"explicar el distinto comportamiento observado por individuos y grupos en cuanto al manejo y medidas adoptadas respecto de los riesgos de inundación" (WHITE, 1975, 293). La resolución del problema pasaba forzosamente por el conocimiento de los procesos por medio de los cuales la gente se enfrentaba con los desastres naturales (WHITE, 1974,3).

Esto supuso la revisión del modelo de toma de decisiones imperante hasta entonces, el modelo basado en el criterio de optimización, según el cual los agentes de decisión, con un conocimiento relativamente completo de las características de la zona que habitaban, optarían por aquellas alternativas que se orientasen hacia una optimización económica.

Asimismo, se puso en tela de juicio el modelo de la utilidad subjetiva, según el cual el agente de decisión tendería, efectivamente, hacia la optimización económica, pero basándose en un conocimiento incompleto de las consecuencias de sus actos y partiendo, por tanto, de una perspectiva subjetiva (WHITE, 1975, 294).

Se propuso por último, y se aceptó por su mayor adecuación a la realidad, el modelo de la racionalidad

limitada, basado en dos principios fundamentales, : la existencia en el hombre de importantes limitaciones de percepción y de cognición, y su propensión, en la toma de decisiones, a la obtención de satisfacciones, pero no forzosamente de la máxima satisfacción (SLOVIC y otros, 1974). Así, entre la realidad y la toma de decisiones se situaba un elemento intermedio: la percepción de esta realidad por el hombre, la cual estaba mediatizada por multitud de factores: fisiológicos, de personalidad, culturales, etc. (CAPEL, 1973).

A partir de ese momento, el centro de las investigaciones se desplazó hacia el análisis de la percepción, por parte de los usuarios del medio, tanto de la naturaleza, magnitud y frecuencia de los desastres, como de las gamas posibles de ajustes que se encontraban a su disposición. El conocimiento de estos principios podría ser útil a los poderes públicos en torno a las medidas a adoptar para orientar las decisiones de los usuarios hacia aquellos ajustes que minimizaran las pérdidas ocasionadas por los desastres naturales.

El proyecto pretendía establecer conclusiones generales sobre estos mecanismos de percepción, para



lo cual se partió, en medios, culturas y desastres diferentes, de una misma metodología: la realización de una encuesta común (WHITE, 1974) entre los usuarios de los distintos espacios, encuesta a la que solo se le introdujeron retoques de detalle en función de los caracteres propios de cada investigación (SAARINEN, 1974).

A pesar de los esfuerzos desplegados, aún quedan numerosas incógnitas por despejar en el tema, y son pocas las conclusiones verdaderamente generales que sobre él se han extraído. Entre ellas cabe destacar (BURTON y KATES, 1974):

A) La constatación de la existencia de diferencias de percepción de los desastres naturales entre el personal técnico y el usuario del medio, en función de la consideración de la naturaleza como una materia neutra por parte del primero, fenómeno que no se da entre los usuarios.

B) La verificación, a su vez, de la existencia de diferencias de percepción entre los distintos usuarios. Estas diferencias estarían en función de:

a) La magnitud y frecuencia de los desastres siendo las diferencias máximas cuando los desastres presentan una frecuencia intermedia, ni muy alta, ni demasiado pequeña.

b) la proximidad del acaecimiento del desastre y sobre todo, la magnitud de los daños experimentados

c) la importancia del desastre para la renta personal o los intereses locales y

d) factores de personalidad individual entre los que destacarían la concepción de la naturaleza (benevolente, neutra, malevolente) y la actitud general frente a la incertidumbre.

C) La constatación de que los factores socio-económicos, tales como renta, educación, etc. son poco relevantes en la percepción de los eventos naturales.

D) La conclusión de que parte de los ajustes

disponibles para hacer frente al desastre escapan a la consideración de los usuarios y otros. se hacen imposibles de utilizar en función de reglas locales o tradiciones culturales (SLOVIC y otros, 1974, 190).

Por otra parte, el estudio permitió sistematizar el análisis de los ajustes de las distintas sociedades ante los desastres naturales, clasificándolos en tres tipos:

A) El ajuste folk o preindustrial, con acciones tendentes a modificar los comportamientos hacia una mayor armonía con la naturaleza.

B) El ajuste moderno o industrial, que pretendería, por medio de la tecnología, un mayor control sobre la naturaleza antes que una mejor adaptación a ella.

C) El ajuste comprensivo o postindustrial, que comprendería medidas de las dos etapas anteriores (WHITE, 1974).

Otro de los aspectos que adquiere ahora relevancia en el estudio de los desastres naturales es el relativo a la evolución de la vulnerabilidad de las sociedades frente a ellos.

Esto implica analizar con detalle la propia evolución socioeconómica y tecnológica de la sociedad, con especial énfasis en aquellos aspectos que muestran su relación con los fenómenos extremos de la naturaleza. Asimismo, cobra importancia el estudio comparativo de los impactos generados por fenómenos físicos similares en épocas distintas, recurriendo para ello a fuentes de muy diversos tipo: peridísticas, archivísticas etc, que hasta ahora no habían tenido cabida en los trabajos (HEATHCOTE, 1974).

Se trata en el fondo de averiguar hasta qué punto la evolución de la sociedad conduce a una mayor o menor dependencia de la naturaleza, haciéndonos más o menos vulnerables a sus manifestaciones extremas.

0.1.1.3. La especificidad de las sequías dentro del conjunto de los desastres naturales.

Dentro del conjunto de los desastres naturales, las sequías serán uno de los aspectos peor abordados y ello en función de los caracteres peculiares que este fenómeno presenta en tanto que evento físico.

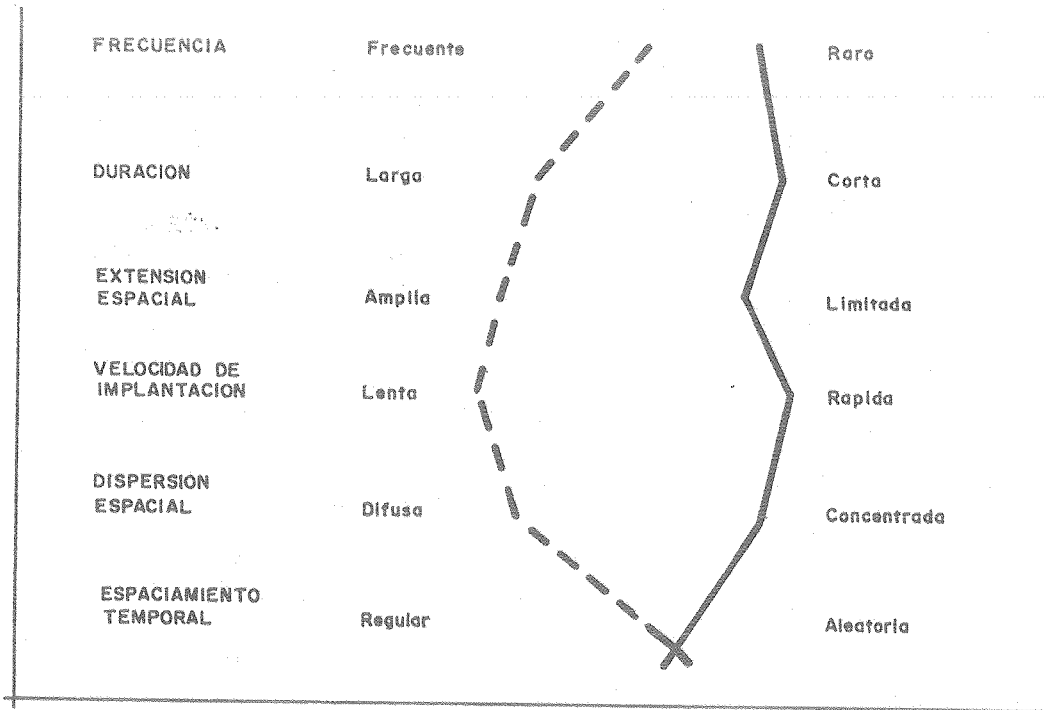
Son estos caracteres los que han llevado al Natural Hazards Research Group a definir a la sequía como un desastre penetrante frente a la mayoría de los restantes desastres naturales, que pueden considerarse como intensivos (BURTON, KATES y WHITE, 1978).

Los rasgos que caracterizan a un desastre penetrante son una alta frecuencia de aparición, una duración prolongada, una amplia extensión espacial, una lenta velocidad de implantación, una dispersión espacial amplia, difusa y difícilmente delimitable, y un espaciamiento temporal aleatorio y no regular.

Por su parte, los desastres intensivos —de los cuales, los terremotos podrían ser el arquetipo— se caracterizan por rasgos totalmente opuestos a los presentados hasta ahora: una escasa frecuencia de aparición, una duración corta, una limitada extensión espacial, una rápida velocidad de implantación, una escasa dispersión espacial y un espaciamiento temporal aleatorio (ver gráfico 0.1.).

Cada uno de estos rasgos determina el enfoque que ha de darse al análisis de los impactos socioeconómicos

GRAFICO 0.1: CARACTERIZACION FISICA DE LOS DESASTRES PENETRANTES  
(SEQUIAS) E INTENSIVOS (TERREMOTOS)



————— TERREMOTOS  
- - - - - SEQUIAS

FUENTE: BURTON, KATES Y WHITE: "The environment as hazard"  
New York, Oxford University Press, 1978, p. 29

generados por él, porque la naturaleza de los impactos y de los ajustes que la sociedad emprende frente a ellos, está en gran medida determinada por estos rasgos, la mayoría de los cuales contribuye precisamente a dificultar el análisis de las sequías.

En efecto, la primera dificultad surge al intentar identificar la sequía en tanto que fenómeno extremo y azaroso del clima de un lugar. Porque si examinamos la mayoría de los desastres naturales comúnmente analizados (terremotos, avalanchas, erupciones volcánicas, tornados, ciclones tripicales, incendios, inundaciones, heladas....), observamos como en todos ellos el acaecimiento del desastre se presenta en términos dicotómicos, se produce o no se produce, existiendo una distinción neta entre ambas situaciones. La sequía, sin embargo, es un fenómeno más difícilmente identificable por estar inserto dentro de una escala pluviométrica variable, existiendo gran cantidad de posibles situaciones entre el excedente de agua y el déficit extremado de la misma (no en vano su velocidad de implantación es muy lenta).

Surge así en este caso, la necesidad de fijar un umbral de sequía, un valor pluviométrico que divida

las situaciones secas de las no secas, como paso previo al análisis del desastre natural. El establecimiento de este umbral, que encierra grandes dificultades, no es necesario en la mayoría de los restantes desastres naturales.

Esta misma ambigüedad e indefinición aparece con respecto a la ubicación espacio-temporal de la sequía. Así, la distribución de las precipitaciones en el espacio suele presentar una suave gradación (salvo en el caso de la existencia de grandes accidentes geográficos que introduzcan diferenciaciones bruscas), siendo difícil fijar el límite entre las zonas afectadas por la sequía y aquellas otras cuya pluviometría puede considerarse normal (la amplia extensión espacial de la sequía y su carácter difuso y disperso contribuyen a generar esta dificultad).

En lo temporal el problema es aún mayor, ya que la propia noción de sequía lleva implícito el carácter de duración: a mayor duración, mayor grado de sequía, independientemente del umbral establecido. Es más, se puede afirmar que el propio umbral debe contener la dimensión temporal, definiéndose aquél como un determinado total pluviométrico en un tiempo dado,



de forma tal que una prolongación del tiempo de acaecimiento podría traducirse en un aumento del total pluviométrico y viceversa. Así, podría registrarse el mismo grado de sequía cuando se localizara una precipitación nula durante un mes o cuando se alcanzaran 10 mms. de precipitación durante dos meses.

Pero ello introduce una segunda dificultad: ¿cómo establecer con rigor la duración de una sequía?, ¿cuándo acaba y cuándo empieza una sequía?. De nuevo nos encontramos ante una situación de cambio gradual en las disponibilidades de agua, ante una magnitud continua en la que es difícil establecer el límite (la larga duración que caracteriza a las sequías estaría aquí en la base del problema).

En relación también con la identificación del fenómeno, nos encontramos con la dificultad planteada por la elección del parámetro climático capaz de expresar el grado de sequía. Este parámetro sería algún valor representativo de las disponibilidades de agua, como el total pluviométrico o el balance de agua del suelo, pero éstos podrán ser considerados puntualmente en la zona afectada, o bien en zonas más amplias, en cuencas hidrográficas, cuando se disponga de mecanismos

de regulación del agua para su uso. A su vez, en ciertas actividades, como la agricultura de secano, la época o el momento concreto en que se producen las precipitaciones puede ser más importante que estas mismas precipitaciones.

En suma, nos encontramos con un fenómeno que a priori está indefinido y que, por lo tanto, exige como primera fase del análisis un esfuerzo de identificación y definición sin el cual, por otro lado, se imposibilitaría el estudio riguroso de su probabilidad de acaecimiento o período de retorno.

Las dificultades continúan cuando se aborda el análisis de los efectos perjudiciales generados por las sequías. Los desastres intensivos, al estar bien delimitados en el espacio y en el tiempo y al ser claramente identificables por oposición a la situación de no acaecimiento del desastre, presentan un conjunto de efectos discernibles con facilidad: los destrozos originados por un terremoto, una avalancha o un ciclón tropical no se prestan a ambigüedades.

En el caso de las sequías la situación es

mucho más compleja. En primer lugar, porque habría que empezar a distinguir entre aquellas actividades que dependen del consumo de aguas reguladas (agricultura de regadío, consumos urbanos e industriales....) de aquellas otras que están a merced del curso natural de la precipitación (agricultura de secano, actividades forestales....). En uno y otro caso se experimenta situación de sequía en circunstancias diferentes, lo cual dificulta ya en principio el establecimiento de los efectos globales de una sequía.

Pero incluso ciñéndonos al caso más simple, el de la agricultura de secano, encontramos dificultades a la hora de establecer y cuantificar los impactos. Tales impactos hacen alusión, sin duda, a una disminución de las producciones obtenidas en los cultivos de la zona, ahora, bien, estas producciones son el resultado de un conjunto de factores entre los cuales la disponibilidad de agua no es sino un factor más. En consecuencia, ante un descenso de las producciones unitarias se hace difícil fijar la parte proporcional que es atribuible al déficit de agua, salvo en el caso de que el resto de los factores estuviera perfectamente controlado (parcelas experimentales), cosa que no sucede en el estudio de una zona amplia.

Por otro lado, la lenta velocidad de implantación de la sequía posibilita el que se vayan emprendiendo medidas correctoras y de ajuste simultáneamente al proceso de excavación del déficit pluviométrico, y esta interferencia continua entre ajustes e impactos dificulta la delimitación precisa de unos y otros.

También son peculiares las sequías por lo que respecta a su carácter de elemento de interacción entre la sociedad y la naturaleza. En los desastres intensivos, el papel de la sociedad en su acaecimiento y manifestaciones se concreta en dos actuaciones básicas: el grado de ocupación de las zonas afectadas por ellos y la protección frente a sus impactos negativos, normalmente, por medio de obras de arquitectura o ingeniería.

Las sequías, sin embargo, no son sino la deficiencia de un recurso básico, el agua, deficiencia que se produce como resultado de un balance establecido entre la oferta de agua y la demanda. En este caso la sociedad puede actuar sobre los dos elementos del balance: su actuación en la demanda, a través de los consumos generados por las distintas actividades, es evidente, pero también puede actuar la sociedad sobre la oferta, en virtud del carácter de fluido material

que el agua presenta, fluido que se puede almacenar, gastar o trasladar de unos lugares a otros.

En estas circunstancias, la tarea de deslindar la participación de la naturaleza de la participación de la sociedad en el acaecimiento y la intensidad del desastre se hace más difícil que en el resto de los eventos naturales.

Y esta misma dificultad se manifiesta a la hora de estudiar el desastre natural como reflejo de la vulnerabilidad de la sociedad frente a las manifestaciones extremas de la naturaleza.

En el caso concreto de las sequías, la evolución de la vulnerabilidad sería el resultado de la relación dialéctica establecida entre la evolución de la demanda (los consumos) y de la oferta (las precipitaciones más la regulación) con sus correspondientes equilibrios o desequilibrios en cada momento histórico, que expresarían la tendencia experimentada por la sociedad hacia un progresivo acercamiento o alejamiento de la naturaleza y, en consecuencia, hacia una progresiva independencia o dependencia de sus manifestaciones extremas.

Estamos, en suma, ante un fenómeno físico especial y peculiar que genera a su vez la configuración de un desastre natural con personalidad propia, lo cual conlleva un aumento de las dificultades de análisis.

Si a ésto añadimos el hecho de que los estudios sobre desastres naturales se originan con un mero propósito de orientación a los poderes públicos en torno a las medidas a tomar para paliar sus efectos adversos, y sin integrarse en un principio en los cauces de la investigación pura, podemos comprender las lagunas e incógnitas que se dejan sin resolver al abordar el tema.

Así, los estudios de sequías en estos momentos suelen hacer alusión a déficits de agua que acaecen en coordenadas espacio-temporales muy concretas, pero no se realizan grandes esfuerzos por sistematizar y generalizar los grandes conceptos implicados en el tema: la propia noción de sequía, la identificación de los parámetros climáticos que la definen, el establecimiento de umbrales de sequía, la catalogación detallada de sus efectos adversos etc....

Por otro lado, en los estudios se privilegia

con toda claridad el análisis de sus efectos adversos sobre la agricultura de secano, obviando así el problema de establecer distinciones entre la utilización regulada o no de las aguas.

Por último, se enfatizan los aspectos relacionados con la percepción del fenómeno por parte de la sociedad y los ajustes que ésta selecciona para enfrentarse a él.

Así pues, en estos momentos se ponen las bases metodológicas para el estudio de las sequías, pero aún persisten grandes lagunas en el tema, el cual, por otro lado, sigue siendo objeto de interés en el marco exclusivo de la ordenación territorial y no consigue integrarse en el seno de la climatología pura como objeto central de análisis.

#### 0.1.2. Los estudios de sequías en la actualidad.

Los años finales de la década de los setenta y, sobre todo, los años ochenta constituyen un nuevo salto adelante, y de importancia capital, en el estudio de las sequías. En estos momentos, por distintas circunstancias que trataremos de examinar, la climatología

experimenta un desarrollo espectacular, y en el centro de ella, los paroxismos climáticos.

En la raíz de este auge se sitúan, por un lado, la aparición de problemas medioambientales en un grado ya alarmante y de los que la sociedad toma plena conciencia y, por otro lado, el acaecimiento de anomalías climáticas intensas y continuadas que consiguen desplazar la atención de la opinión pública hacia temas atmosféricos.

La preocupación medioambiental presenta un doble foco de interés: en primer lugar, el agotamiento y deterioro de los recursos naturales frente a una población en aumento creciente y, en segundo lugar, las intervenciones humanas sobre los sistemas naturales, intervenciones cada vez más potentes y más capaces de alterar los equilibrios frágiles que presiden el funcionamiento del sistema planetario en su conjunto.

La producción científica refleja esta doble preocupación incrementando los estudios destinados a la optimización en la utilización de los recursos, evitando al mismo tiempo su degradación, lo que supone una



*intensificación de los análisis en torno a las relaciones naturaleza-sociedad: además se produce un incremento notable de los trabajos orientados a desentrañar el funcionamiento y la dinámica de los sistemas naturales, como medio de evitar su progresivo deterioro.*

*En el campo de la climatología las repercusiones de estos fenómenos son transcendentales. El clima, como parte fundamental del sistema planetario y asiento de los flujos de agua y energía que en él se producen, se convierte en centro de interés científico de primer orden y, consecuentemente, los estudios climáticos se multiplican. Pero además, surgen en su interior nuevas temáticas y métodos que permiten hablar de la existencia de una auténtica revolución climática (PEGUY y MARCHAND, 1982), cuando no, de un cambio paradigmático en los estudios atmosféricos (THORNES, 1981).*

*Dos nuevas orientaciones de investigación se imponen como centrales en la climatología a partir de los años setenta: el estudio del clima como recurso y el estudio del clima como sistema. Ambas confluirán en la determinación de dos centros prioritarios de interés por parte de los climatólogos: las expresiones o manifestaciones del dinamismo del clima, como fluctuaciones,*

cambios climáticos y, en suma, variabilidad del clima, y las relaciones clima-sociedad en su doble dirección, influencia del clima sobre el hombre y acción del hombre sobre el clima (PITA, 1984).

En este contexto, se producen a lo largo de los años setenta sucesivas anomalías climáticas en todo el mundo que acaban de acelerar el proceso de transformación de la climatología.

Las anomalías, no solo consagran el interés por la variabilidad de los climas, sino que además refuerzan la atención prestada a sus manifestaciones extremas, a sus paroxismos, que a partir de ahora trataran de explicarse, predecirse y valorarse dentro del contexto climático general, como vía de acercamiento al conocimiento de la posible estabilidad o inestabilidad de los equilibrios climáticos mundiales.

A su vez, estas mismas anomalías consagran el interés por el estudio de las relaciones clima-sociedad, al revitalizar la idea según la cual el hombre depende para el desenvolvimiento de sus actividades de los ritmos que el clima le impone y que los progresos tecnológicos

no han conseguido superar. Surge, pues, la noción de clima como un recurso peculiar en el sentido de que, junto a sus manifestaciones beneficiosas, que han de aprovecharse al máximo, presenta otras claramente perjudiciales de las que es necesario protegerse; un recurso cuya utilización óptima exige la adaptación a él, implicando esta adaptación el no alterar los equilibrios que presiden su funcionamiento dinámico.

Este interés creciente por los paroxismos, que no es exclusivo de la climatología, sino que se detecta también en las restantes ciencias de la tierra, llevará a las Naciones Unidas a crear el "Disaster Relief Office" y el "International Journal of Disaster: Studies and Practices". Asimismo se acuña el término de "neocatastrofismo" para aludir al espíritu que impregna a la ciencia del momento (DURY, 1980).

Es este espíritu, en efecto, el que impregnará los preparativos y las sesiones de la Conferencia Mundial sobre el Clima, organizada por numerosas instituciones internacionales en 1979, y el Programa Mundial sobre el Clima que de ella resulta; un programa que surge de la alarma ante las anomalías y del temor de que éstas no sean sino manifestaciones de una alteración

de los equilibrios del sistema planetario, asignada por la acción antrópica, y capaces de desencadenar un cambio climático mundial (PITA, 1982).

En consecuencia, el programa se centrará, por un lado, en el estudio del funcionamiento del sistema climático a través de su subprograma de Investigación sobre el Clima y, por otro lado, propiciará los estudios relativos a las relaciones clima-sociedad a través del subprograma de Aplicaciones del Clima y del subprograma de Estudios de la Influencia del Clima.

Dada la trascendencia que a nivel mundial tiene un programa de este tipo, no es extraño que a partir de los años setenta proliferen los estudios relativos a paroxismos climáticos, de los que se hará eco la Unión Geográfica Internacional en sus coloquios de Moscú (1976) y Tokio (1980) (PAGNEY, 1981).

Pero además, dentro de ellos las sequías ocuparán un lugar relevante en función de que dos de las anomalías más importantes que entonces se producen son, por un lado, la sequía del Sahel, que se inicia en 1968 y perdura durante la primera mitad de los años setenta y, por otro lado, la sequía que asola a Gran Bretaña y Europa Occidental durante el año 1975-76.

La primera, por su magnitud y duración,

se vivirá como una auténtica crisis climática, y desviará la atención hacia el análisis de sus causas (entre ellas, la acción antrópica), su posibilidad de predicción, y su papel dentro del sistema climático mundial. La segunda, menos intensa y duradera, provocará una reflexión en torno a la vulnerabilidad de las sociedades industrializadas frente a la falta de agua. Ambas constituirán un revulsivo que provocará la proliferación de estudios y actividades centradas en torno a la sequía (WARD, 1980).

*Pero ¿qué innovaciones temáticas y metodológicas produce este importante desarrollo de las investigaciones?*

*En primer lugar, abrir ampliamente el abanico de posibilidades ofrecido por los estudios de sequías.*

*Así, los trabajos elaborados en los años sesenta, que se centraban casi exclusivamente en la descripción del fenómeno físico y en sus impactos sobre la sociedad, se ven ahora incrementados por la proliferación de estudios relativos a:*

*A) Las causas desencadenantes de las sequías, tanto inmediatas o situaciones de tiempo originarias*

del bloqueo de la precipitación, a las que se dedican predominantemente los investigadores de la escuela francesa (BLANCHET, 1977, SCHULLE, 1975, VOIRON, 1977), como sobre todo, las causas profundas, que implican la comprensión del sistema en su conjunto, encajando las sequías en su contexto global, y que obligan a considerar situaciones muy alejadas en el espacio y en el tiempo de aquéllas que desencadenan de modo inmediato la sequía en un lugar concreto; en esta segunda aproximación destaca la intervención de los climatólogos anglosajones (TYSON, 1981, NEWELL y KIDSON, 1984, KELLY y WRIGHT, 1978, RATT CLIFFE; 1977), si bien, son también destacables los estudios sobre el Sahel del nigeriano OGUNTOYINBO (1976) y del francés PEDELABORDE (1976).

B) Las teleconexiones, que enlazan sequías puntuales con fenómenos atmosféricos simultáneos o antecedentes, a fin de predecir su acaecimiento futuro desde bases más sólidas y eficaces que las proporcionadas por método probabilístico.

Esta aproximación, recomendada especialmente por la Organización Meteorológica Mundial en el Programa Mundial sobre el Clima, y cuyo precedente más reconocido

son los trabajos de Namias en los Estados Unidos, gozará de especial predicamento en la escuela anglosajona (KELLY y WRIGTH, 1978, TYSON, 1981), aunque también está inserta en el Plan Nacional Francés de Estudio de la Dinámica de los Climas (PITA, 1982).

C) La evaluación de la acción antrópica en el desencadenamiento de las sequías y en la desertización y degradación medioambiental de los territorios por ella afectados (PITTE, 1975, HIDORE, 1976, PECHOUX, 1977, GAZELLE, 1977).

Además, se enriquecerán las descripciones del fenómeno físico en cuanto tal, con la aparición de nuevos parámetros definitorios de la sequía, cada vez menos abstractos y más cercanos a la disponibilidad de agua de una zona dada.

Así, los totales mensuales de precipitación son progresivamente sustituidos por expresiones que incluyen la consideración del balance de agua de la zona, como el déficit de evapotranspiración (MOUNIER, 1977) o el índice de Palmer, ideado en los años sesenta pero que ahora se impone en los Estados Unidos (PALMER,

1965, KARL y KOSCIELNY, 1982).

En cuanto a los períodos considerados, comienzan a perder abstracción (valores mensuales y anuales), estableciéndose ahora más en función de los caracteres de los sectores afectados por la sequía (en agricultura, valores de precipitación de años agrícolas, en hidrología, de años hidrológicos etc.) o de las propias secuencias naturales que presenta la lluvia en su acontecer (DOUGUEDROIT, 1980 y 1981).

Por último, los análisis de duración-extensión de las sequías se perfeccionan gracias al empleo de técnicas estadísticas avanzadas, como el análisis espectral para los aspectos relativos a la dimensión temporal, o el análisis factorial en los referentes a su extensión espacial (1).

Pero, sobre todo, los problemas medioambientales y las anomalías climáticas de los años setenta constituyen un toque de atención para los medios científicos e institucionales, que a partir de ahora iniciarán una profunda reflexión en torno al papel de los desastres naturales -y en este caso, las sequías- en la sociedad. No se trata ya de estudiar sequías puntuales con el fin de



orientar la actuación de los poderes públicos, sino de replantear el sentido mismo de la noción de sequía.

A su vez, estas reflexiones se imbrican, como ya anunciábamos antes, en un replanteamiento general del concepto de clima y del sentido profundo de la climatología, fenómeno que es especialmente patente en la escuela francesa, y del que son plenamente conscientes algunos de sus representantes más destacados (PAGNEY, 1984, PEGUY, MOUNIER y DOUGUEDROIT, 1984).

Ciertamente, el grueso de las reflexiones resulta de la consolidación de las aportaciones hechas en este sentido por el Natural Hazards Research Group, pero ahora estas aportaciones se sistematizan y, sobre todo, se profundiza en algunos de sus aspectos fundamentales, como las nociones de umbral de sequía y de vulnerabilidad frente a la escasez de agua, así como en las relaciones de uso que la sociedad establece con sus recursos climáticos.

Como resultado de estas reflexiones se fijan algunas nociones que hoy gozan del consenso de los investigadores, y entre las que cabe destacar las siguientes:

A) Se consolida la definición de sequía como un déficit hídrico perjudicial para la economía de una zona dada, siendo los dos componentes de la definición fundamentales en la misma.

En efecto, al ser la precipitación y el balance hídrico elementos variables, el único indicativo capaz de separar situaciones normales de situaciones secas es el efecto perjudicial generado por éstas últimas sobre la sociedad o, lo que es lo mismo, la conciencia por parte de ésta de que sus necesidades de agua en un momento dado no quedan satisfechas por los aportes.

B) Esto supone la consolidación de la sequía como un hecho no puramente climático, sino también socioeconómico. En realidad, la sequía no es sino la manifestación de un desequilibrio entre las necesidades y los recursos de agua; ahora bien, las necesidades de agua vienen impuestas por la economía, con lo cual ésta es tan responsable del acaecimiento de sequías como los mecanismos atmosféricos (CHARRE, 1977).

C) Pero si ésto es así, tanto el parámetro definitorio de la sequía, como el umbral que en él se

establezca para delimitarla, no serán a priori, sino que estarán en función de los efectos perjudiciales generados.

La vía de investigación será pues, identificar los momentos en que se registraron estos efectos perjudiciales y analizar los rasgos climáticos comunes que éstos presentan; estos rasgos nos permitirán fijar el umbral de sequía en el parámetro más adecuado para ello (MOUNIER, 1977).

D) Ahora bien, dado que cada uso del suelo o sector de actividad presenta unas exigencias hídricas específicas, esto supone que, en realidad, no habrá una sequía, sino muchas, tantas como usos del suelo se registren en la zona estudiada, cada uno de los cuales experimentará situación de sequía en unas circunstancias diferentes. En consecuencia, no podrá fijarse un único umbral de sequía para una región dada, sino que habrá tantos umbrales de sequía como usos del suelo (VERSTAPPEN, 1980).

E) Pero además, estos umbrales no serán estáticos, sino que variarán en el tiempo al socaire de las propias variaciones de la sociedad.

El umbral de sequía se establece como resultado del balance necesidades/recursos de agua. Pero las necesidades cambian al ritmo marcado por la evolución de la economía: en cuanto a los recursos, aunque en principio no presentan tendencia en ningún sentido (aunque sufran variaciones aleatorias interanuales), si lo hace su disponibilidad, gracias a los trabajos de regulación del agua. Ambas evoluciones no son siempre paralelas y, resultado de esa diferencia en los ritmos de evolución, se producen los cambios en los umbrales de sequía (CHARRE, 1977).

F) Este carácter evolutivo y fluctuante del umbral supone que el riesgo de sequía no puede conocerse solamente a través de su estudio probabilístico, sino que ha de plantearse como un estudio de la evolución de la vulnerabilidad de la sociedad frente a la falta de agua, es decir, como un estudio de las relaciones dialécticas y evolutivas hombre-clima.

Esto es especialmente importante en unos momentos como los actuales en que los cambios tecnológicos y socioeconómicos hacen que esta relaciones varíen a gran velocidad.

G) Pero la vulnerabilidad frente a la falta de agua no sólo es variable en el tiempo; también varía en función de la escala espacial y del nivel socioeconómico considerados.

Así, los efectos de una sequía pueden variar enormemente según que los analicemos a escala municipal, regional, nacional etc.; por otro lado, dentro de la escala nacional, la vulnerabilidad será tanto mayor cuanto más homogéneos sean los mecanismos meteorológicos que se den en el país, dado que en ese caso, las sequías afectarán a una gran parte del territorio, con lo cual se imposibilita la compensación dentro del estado (CHARRE, 1977).

Es también evidente que los efectos de una sequía se experimentan de muy distinta manera en función de la ubicación personal dentro del proceso productivo.

Todas estas afirmaciones revelan, en suma, que la sequía en estos momentos se considera como una expresión de las relaciones que el hombre mantiene con su medio, entendido éste en tanto que recurso natural.

En este sentido, la geografía, olvidadas ya las separaciones entre geografía física y geografía humana (JOHSTON, 1983), se encuentra especialmente bien situada para abordar su estudio (WARD, 1980).

Pero, sobre todo, lo que estas reflexiones han puesto de manifiesto es la necesidad de considerar a los paroxismos climáticos como elementos integrantes del clima de un lugar y en este sentido, cualquier estudio climático comienza a pasar obligatoriamente por la descripción del comportamiento de estos paroxismos (DAUPHINE, 1981). Así, los recientes manuales de climatología general y regional empiezan ya a incluir en sus descripciones climáticas regionales un capítulo dedicado a las sequías (LOCKWOOD, 1979).

El tema ya no es solo de interés por parte de los poderes públicos; ahora ha rebasado los límites de la climatología aplicada y ha tomado carta de naturaleza en el seno de la climatología fundamental.

### 0.1.3. La sequía como vulnerabilidad social frente a la falta de agua.

*La consagración, durante los años sesenta, de la idea según la cual la sequía no es un hecho puramente climático, sino además, un hecho socioeconómico, consagra a su vez la idea de que el acaecimiento de una sequía no es sino la muestra de la existencia de una sociedad vulnerable frente a la falta de agua, y tanto más vulnerable, cuanto mayor frecuencia e intensidad revistan las sequías por ella experimentadas.*

*Como consecuencia de este hecho pronto empezará a imponerse la necesidad de abordar los análisis de sequías como estudios de la vulnerabilidad social frente a los déficits hídricos.*

*Estos presupuesto conceptuales irán alcanzando un predicamento cada vez mayor a lo largo de los años setenta, como consecuencia de la necesidad que entonces se plantea de predecir el acaecimiento de futuras sequías.*

*Si la sequía es un hecho socioeconómico, ya no basta con estudiar la probabilidad de recurrencia de los déficits hídricos prolongados, se hace necesario, además, conocer la tendencia que dibujan las evoluciones simultáneas de las disponibilidades y los consumos de*

agua. Esta tendencia mostrará hasta qué punto la evolución socioeconómica de una comunidad dada tiende a hacerla progresivamente más o menos vulnerable frente a la falta de agua.

Resultado de todo ello es el énfasis puesto a partir de los años setenta en la necesidad de abordar estudios comparativos en el tiempo y en el espacio de vulnerabilidad social frente a las adversidades climáticas y, especialmente, frente a las sequías.

Estas recomendaciones parten, tanto de iniciativas particulares (CHARRE, 1977, KATES, 1980, SUGAWARA, 1978), como colectivas o institucionales; tal es el caso de la comunidad científica estadounidense en las conclusiones de la "Conferencia sobre Necesidades de Investigación en torno a las sequías", celebrada en 1977 (DROUGHT RESEARCH NEEDS, 1978) y de la "Conferencia sobre Investigación de Estrategias de Lucha contra la Sequía en las Grandes Llanuras", celebrada en 1979 (ROSENBERG, 1980), o el de la propia Organización Meteorológica Mundial en la elaboración, en 1979, del Programa Mundial sobre el Clima (PITA, 1982 y 1984).



A su vez, estas recomendaciones se acompañan en la mayoría de los casos de hipótesis y especulaciones en torno al sentido de la evolución experimentada, si bien, lo habitual en ellas es la discordancia.

Estas afirmaciones suelen ser de carácter general, sin alusión específica a lugares y medios concretos y tienden a mostrar la incidencia de determinados factores sobre la evolución de la vulnerabilidad frente a la falta de agua en el mundo actual y, más genéricamente, la evolución frente a todo tipo de anomalías climatológicas.

Entre los factores que determinan el sentido de esta evolución destacan los siguientes:

A) El desarrollo tecnológico: Parece una evidencia que en los momentos presentes todas las sociedades experimentan una evolución tendente hacia un empleo cada vez más masivo de la tecnología. Se admite, además, que ésta juega un papel fundamental en las relaciones que se establecen entre el hombre y la naturaleza, siendo, por tanto, un factor de primera importancia en la génesis de cambios en la vulnerabilidad social frente a la falta de agua. No parece tan claro, sin

embargo, el sentido de los cambios que ésta propia.

A la tecnología se le suele asignar un bagaje positivo en tanto que generadora de una mayor flexibilidad para responder a las adversidades climáticas.

En el sector de la agricultura se admite su papel beneficioso, con aportaciones tales como el regadío, que mantiene altas producciones incluso en períodos de déficits hídricos, o el empleo de fertilizantes y potentes maquinarias que permiten trabajos rápidos en momentos de emergencia (ROSENBERG, 1980).

Nadie discute tampoco su poder de flexibilización de la oferta de agua en virtud de la capacidad que otorga para explotar al máximo los recursos hídricos (construcción de embalses, alumbramiento de manantiales y pozos etc.). (HEATHCOTE, 1974).

Pero este bagaje se ve contrapesado por multitud de aspectos negativos que son, precisamente, los que tienden a enfatizarse al evaluar globalmente su papel en el desarrollo de la vulnerabilidad frente a la falta de agua.

*El propio regadío, considerado tradicionalmente como panacea frente a la aleatoriedad de las precipitaciones, puede ser también valorado como elemento capaz de maximizar los impactos negativos generados por un déficit hídrico suficientemente prolongado.*

*Así, en una agricultura de secano el acaecimiento de una sequía pronunciada convierte a la precipitación, de elemento neutro, en elemento adverso; en una agricultura de regadío éste puede volverse, no ya adverso, sino catastrófico, si no se consiguen suministrar las dotaciones de agua necesarias para el desenvolvimiento de los cultivos (CHARRE, 1977).*

*Por otro lado, con la capacidad que ofrece para dominar a la naturaleza y alterarla en beneficio de las necesidades humanas, puede conducir a realizaciones que se traduzcan en un incremento de la vulnerabilidad frente a la falta de agua.*

*Como caso ejemplificador de este aserto, en las grandes llanuras americanas se ha asistido a un agotamiento progresivo de las aguas subterráneas como consecuencia de la intensa excavación de pozos, cada*

vez más profundos, que se hacía posible por la avanzada tecnología allí imperante. Ello ha supuesto la eliminación de los elementos más valiosos de flexibilidad en momentos de déficits hídricos, exacerbando así la vulnerabilidad ante sequías futuras.

En el mismo medio, la implantación de riego por goteo ha permitido el cultivo de terrenos demasiado arenosos para el riego superficial, con lo cual ha aumentado considerablemente su susceptibilidad frente a la erosión eólica, muy importante en tiempos de sequía.

Y éstos sólo son algunos ejemplos de las distintas formas en que la tecnología, cuando no se emplea adecuadamente, coadyuva a incrementar la vulnerabilidad frente a la falta de agua (ROSENBERG, 1980).

Además, el empleo de la tecnología impone a sus usuarios fuertes cargas financieras -de las que ocupan un porcentaje elevado los costes crecientes de energía- que determinan su endeudamiento a la menor adversidad. En muchos casos -y de nuevo el ejemplo está tomado de la agricultura de las grandes llanuras americanas- la necesidad de permanecer solventes lleva a los agricultores a la ocupación de tierras marginales,

con abundantes períodos deficitarios en humedad, o a la implantación de cultivos de alta rentabilidad económica, pero poco adaptados a la escasez de agua.

En cualquiera de los casos, el empleo de la tecnología vuelve a traducirse en una dependencia más rígida del aporte de las precipitaciones y en una mayor vulnerabilidad frente a su escasez (ROSENBERG, 1980).

En realidad, parece imponerse cada vez con mayor fuerza la idea según la cual, las innovaciones tecnológicas suelen encaminarse más hacia la maximización de la rentabilidad que hacia la minimización de los riesgos, en gran medida, por el hecho de que no son las mismas clases sociales las que se benefician de la rentabilidad y las que sufren la consecuencia del riesgo (CHARRE, 1977). Esto es especialmente cierto en períodos de clima benigno, dado que es imposible predecir cuándo éste volverá a adquirir su faz perjudicial.

Asimismo, y como consecuencia de todo lo anterior, la tecnología en muchos casos tenderá a reforzar las desigualdades sociales, complicando así el análisis de la evolución de la vulnerabilidad frente a la falta de agua. Ciertos sectores conseguirían una mayor indepen-

cia frente a la aleatoriedad climática, mientras que otros verían aumentar progresivamente su vulnerabilidad frente a ella (CHARRE, 1977 y ROSENBERG, 1980).

B) La implantación creciente de medidas de protección frente a los paroxismos climáticos: Es también un hecho admitido el que la evolución socioeconómica y tecnológica mundial conlleva la adopción progresiva y creciente de medidas tendentes a evitar las adversidades climáticas o, en su defecto, a paliar sus impactos negativos. En especial, los momentos posteriores al acaecimiento de un desastre suelen registrar una gran actividad encaminada a prevenir la posibilidad de su acaecimiento futuro.

Parece una realidad, sin embargo, que tales medidas nunca consiguen prevenir los desastres futuros al cien por cien; son eficaces para evitar el acaecimiento de desastres inferiores al promedio, pero inútiles para sucesos extremadamente grandes.

Por otro lado, la pretensión de salvaguardarse frente a cualquier tipo de adversidad resulta ilusoria: los costes que ello exigiría nunca podrían ser compensados

por las pérdidas evitadas en caso de acontecimiento de desastres muy extremos.

*La solución óptima en la prevención de desastres siempre comporta una fuerte inversión económica y tecnológica tendente a evitar el acaecimiento de las adversidades más frecuentes, pero al mismo tiempo exige la asunción de algunos riesgos residuales (DROUGHT RESEARCH NEEDS, 1978).*

*Sucede, sin embargo, que la sociedad, protegida de los desastres más frecuentes, adquiere un sentimiento excesivo de seguridad, lo cual, unido a su poca experiencia para hacer frente a estas pequeñas adversidades, la hace más susceptible frente a las de gran magnitud. El resultado es que todos los métodos de prevención de desastres presentarían el carácter peculiar de actuar protegiendo frente a las pequeñas adversidades, pero aumentando los daños producidos por los grandes desastres (SUGAWARA, 1978).*

*En estudios comparativos sobre vulnerabilidad frente a la sequía realizados entre la cuenca del río Colorado y la zona de Bostwana, en Africa, se ha puesto*

de manifiesto cómo en el primero de los lugares citados las actividades económicas son muy vulnerables frente a los déficits de agua por depender de un suministro seguro que les viene dado por las grandes inversiones realizadas en su almacenamiento para preservar a la sociedad de la sequía. En Bostwana, por el contrario, apenas existen tales inversiones, pero sus habitantes han generado un complejo sistema de adaptación a la sequía -del que la organización familiar y tribal no son ajenos- que, por el momento, apenas exige un aumento en el suministro de agua (DROUGHT RESEARCH NEEDS, 1978) (2).

De todo ello parece concluirse que la tendencia a largo plazo en esta cuestión apunta hacia la existencia de ajustes que reducen los daños acusados por acontecimientos cuya periodicidad es aproximadamente de una generación humana, pero se observa, como contrapartida, un aumento de los efectos catastróficos en acontecimientos cuyo período de retorno es superior (KATES, 1980).

C) El aumento de la población y la demanda de recursos: Otro de los agentes a los que se atribuye



gran responsabilidad en la creciente vulnerabilidad mundial frente a la falta de agua es el aumento constante de la población, con el consiguiente incremento de las necesidades de recursos y, entre ellos, el agua. El Programa Mundial sobre el Clima es taxativo a este respecto (PITA, 1984).

El fenómeno se agrava, además, por el hecho de que este aumento de la población se acompaña de una búsqueda creciente de mayores niveles de vida. Ello determina el que las reservas de seguridad de la producción de alimentos estén disminuyendo, pudiendo, en esas circunstancias, generarse una verdadera catástrofe ante el acaecimiento de cualquier anomalía climática.

Razones de este tipo son las que se aducen para explicar el tremendo impacto generado por las últimas sequías. Es el caso de la sufrida por el Sahel de 1968 a 1973, cuyas repercusiones hubieran sido impensables hace veinticinco o cincuenta años, con la mitad o un tercio de la población y la ganadería asentadas actualmente en el territorio.

Sería también el caso de la crisis mundial del mercado

de cereales que se originó como consecuencia de la pérdida de la cosecha de trigo en la Unión Soviética en 1972 (OMM, 1979).

Pero además, esta creciente demanda de recursos lleva aparejada una intensificación, a veces excesiva, en el uso del suelo, hasta el punto de ocuparse zonas o medios incapaces de sustentar las actividades que se les asignan. Parece que estas circunstancias de presión de la demanda de los recursos llevan a los distintos países a extender sus actividades económicas, y especialmente la agricultura, hasta los límites del medio existentes en situaciones ambientales óptimas.

En estas condiciones, cualquier fluctuación registrada en el medio ambiente origina grandes impactos sobre el conjunto de la población (HIDORE, 1976).

D) La pérdida de flexibilidad económica y productiva: La evolución socioeconómica, sobre todo, en los países en vías de desarrollo parece llevar hacia una especialización regional cada vez más marcada. Se constituyen regiones trigueras, regiones cafeteras, zonas industriales, áreas metropolitanas etc.... Esta compartimentación del espacio en actividades casi exclusivas

aumenta la vulnerabilidad de tales espacios frente a las anomalías climáticas (DROUGHT RESARCH NEEDS, 1978).

Es un hecho admitido que una zona es tanto más vulnerable frente a la falta de agua cuanto más homogéneos sean los mecanismos meteorológicos que en ella tienen lugar, puesto que la homogeneidad imposibilita las compensaciones interregionales (CHARRE, 1977). Del mismo modo, se admite que en los aspectos económicos y productivos la flexibilidad es una estrategia en la lucha contra la sequía.

El hecho de que esta flexibilidad se pierda progresivamente -sin duda, por los costes y pérdidas de oportunidades que implica- es un elemento más a añadir en la lista de los agentes desencadenantes del aumento de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua (ROSENBERG, 1980).

E) El aumento de la interdependencia mundial:

El papel de este factor se juzga como doble y contrapuesto. Por un lado, el aumento de la interdependencia mundial determinaría la rápida expansión de los impactos negativos

de un desastre natural a áreas muy alejadas del lugar directamente afectado. El resultado sería el incremento de los efectos cuantitativos de la sequía (DROUGHT RESEARCH NEEDS, 1978). Pero, por otro lado, la propia interdependencia y el desarrollo de las comunicaciones a ella asociado propiciarían mayores posibilidades de recibir ayuda internacional en caso de desastre, interviniendo en ello también la existencia de nuevas actitudes en torno a la responsabilidad social en tales casos extremos (ROSENBERG, 1980).

Son éstos los mecanismos invocados por los sustentadores de la opinión según la cual el Sahel actual es capaz de soportar con menos trauma que antaño los impactos negativos de una sequía tan intensa como la padecida en estos momentos (KATES, 1980).

Es difícil establecer un balance entre ambas influencias: cabría hablar, más bien, de un cambio en las formas que adopta la vulnerabilidad. Aumentaría la cobertura espacial del desastre, incrementándose el número de personas afectadas, pero se reduciría la intensidad del impacto en virtud del socorro internacional prestado a los damnificados.

F) La alteración creciente de los ecosistemas naturales: Todos los procesos descritos hasta ahora pueden sintetizarse en la afirmación de que la evolución socioeconómica de la humanidad se caracteriza por la alteración progresiva de los ecosistemas naturales. Tal alteración se traduce en que los productos de la civilización se encuentran en un estado muy ordenado, con poca entropía, por lo cual son inestables, con arreglo al segundo principio de la termodinámica (SUGAWARA, 1978).

Se ha podido así sugerir que, en realidad, la sequía sólo sucede en relación con las comunidades humanas y sus usos del suelo, porque un ecosistema estable está en equilibrio con los extremos de su medio, incluida la restricción en el suministro de agua. Es el hombre, al tratar de sacar del sistema más de lo que ha producido previamente, el que exagera los efectos del déficit de agua (DROUGHT RESEARCH NEEDS, 1978).

Y es indudable, también, que la capacidad de respuesta ante las adversidades climáticas es muy superior en los ecosistemas naturales, diversificados y estables, que en los generados a partir de la intervención humana.

De todo lo expuesto hasta ahora, y dado el énfasis con que se han presentado los aspectos negativos

de la evolución socioeconómica mundial, podría concluirse que nos encaminamos irremisiblemente hacia un aumento de la vulnerabilidad frente a la falta de agua. Sin embargo, esta afirmación tan taxativa no llega a proclamarse con claridad en ninguno de los estudios consultados; lo que en ellos predomina es la hipótesis y la ambigüedad. Una ambigüedad que, hasta cierto punto, es comprensible, teniendo en cuenta la enorme pretensión que supone el intento de determinar el comportamiento en este sentido de todo el mundo.

Un fenómeno de cariz tan marcadamente socioeconómico como la sequía difícilmente puede responder a un análisis tan globalizador como el elaborado a escala mundial. En él se impone como primera compartimentación, al menos, la que separa a los países desarrollados de los subdesarrollados, presumiblemente, con comportamientos muy diferentes frente a los desastres naturales en general.

Hay que afirmar, sin embargo, que en este terreno -también abordado por la mayoría de los estudiosos del tema- las ideas no están mucho más claras.

Ateniéndonos a la incidencia negativa de cada uno de los factores comentados con anterioridad, cabría pensar que el desarrollo, en tanto que propiciador de todos ellos, implicaría un aumento de la vulnerabilidad frente a la falta de agua, y algunos autores así lo manifiestan.

Entre los resultados de la "Conferencia sobre Necesidades de Investigación en torno a las Sequías" se llega a afirmar que los déficits de agua conducentes a la sequía pueden tener mayores consecuencias en las economías de los países desarrollados, dado que en ellos el empleo de tecnología avanzada, unido a la fuerte demanda de recursos, propende a un incremento en la proporción de utilización del total de los recursos de agua disponibles, siendo difícil en estas condiciones hacer frente a los déficits hídricos (DROUGHT RESEARCH NEEDS, 1978).

En opinión de Joël Charre, por el contrario, serían los países subdesarrollados los que peor soportarían las situaciones de sequía por la escasa flexibilidad que les otorga una economía protagonizada casi en exclusiva por el sector agrario, uno de los más dependientes

de los ritmos pluviométricos. El acceso de éstos a la situación de países en vías de desarrollo tampoco solucionaría los problemas, agudizándolos más bien, el cambio de status implicaría una muy escasa diversificación económica protagonizada por un sector terciario parasitario y financiada por un sector agrario cada vez menos flexible y más endeudado (CHARRE, 1977).

El profesor Kates muestra, en este sentido, cómo, en términos absolutos, son los países ricos y desarrollados los que sufren mayores pérdidas como consecuencia del acaecimiento de desastres naturales, pero si éstas se comparan con el producto nacional bruto se invierten los términos, correspondiendo a los países pobres una carga veinte o treinta veces superior a la de aquéllos (KATES, 1980).

En el caso de la Organización Meteorológica Mundial la expresión de la ambigüedad que rodea al tema roza incluso la contradicción. En la Declaración de la Conferencia Mundial sobre el Clima se afirma que la dependencia respecto a los acontecimientos climáticos no ha desaparecido gracias a las modernas tecnologías, sino que, por el contrario, se ha agudizado. Ello



no impide que a continuación se manifieste que los países más vulnerables frente a las variaciones y anomalías climáticas son los países en desarrollo (supuestamente, los dotados de menor capacidad tecnológica), especialmente, los situados en regiones áridas, semiáridas o de intensas precipitaciones (OMM, 1979).

En relación con las diferencias existentes entre desarrollo y subdesarrollo las aportaciones más globalizadoras y sistemáticas proceden -como en tantos otros campos- del NATURAL HAZARDS RESEARCH GROUP, cuyos integrantes, tras dos décadas de investigación sobre el tema en medios espaciales y sociales muy distintos han publicado recientemente un trabajo de síntesis que puede considerarse expresivo del estado actual de la cuestión (BURTON, KATES y WHITE, 1978).

Partiendo de la idea según la cual la vulnerabilidad social frente a los acontecimientos extremos - y por ende, frente a la falta de agua- está en gran medida determinada por las actitudes que se toman ante ellos, estos autores proceden a examinar los diferentes grados de vulnerabilidad existentes en países desarrollados y subdesarrollados, en función de las distintas actitudes

que existen en ambos casos en relación con los fenómenos extremos.

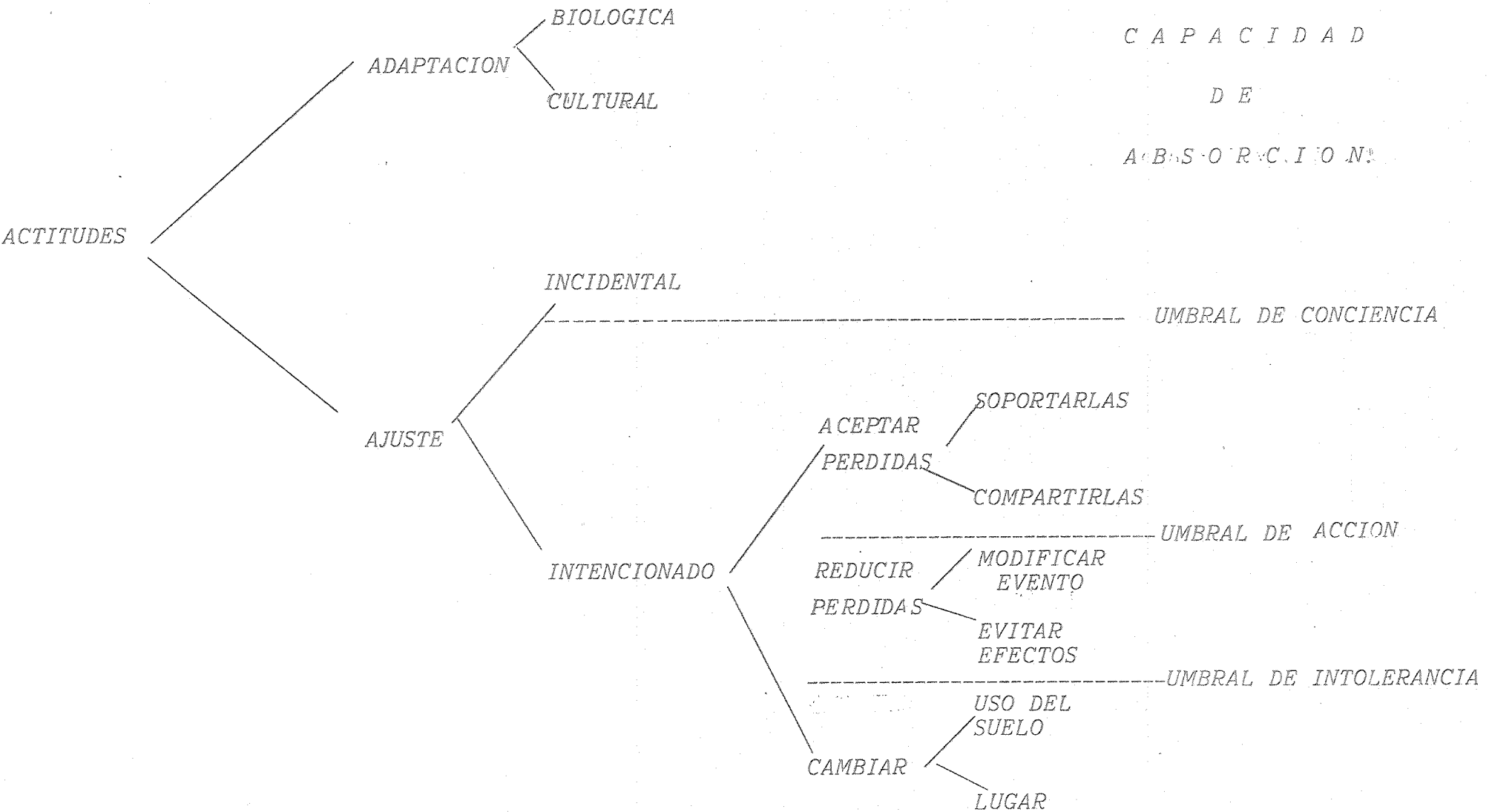
En opinión de estos autores sólo habría dos actitudes básicas en relación con los desastres naturales: la adaptación a ellos o el ajuste frente a ellos (ver esquema adjunto).

La adaptación puede ser de dos tipos: biológica y cultural, y en conjunto incluye las vías por las cuales los hombres han estructurado secularmente sus actividades para convivir con los fenómenos extremos de su medio, minimizando sus efectos negativos.

Un buen sistema de adaptación a los fenómenos extremos permite en gran medida absorber sus impactos sin grave quebranto para la vida colectiva. Hay, sin embargo, eventos de especial intensidad que sobrepasan la capacidad de adaptación de la sociedad y ante ellos se necesario tomar medidas de ajuste.

Estos ajustes se pueden clasificar en dos tipos fundamentales: aquellos que se emprenden de forma

POSIBLES ACTITUDES ANTE LOS DESASTRES NATURALES



Fuente: Elaboración propia a partir de : BURTON, KATES y WHITE: "The environment as hazard".  
New York, Oxford University Press, 1978.

intencionada, como modos específicos de lucha contra los desastres, y aquellos otros que no tienen una relación directa o primaria con el desastre, pero que contribuyen a reducir sus pérdidas potenciales. Estos últimos reciben el nombre de ajustes incidentales y tienen la cualidad de solaparse en gran medida con las adaptaciones culturales, determinando conjuntamente la capacidad de absorción de que dispone la sociedad frente a los desastres naturales.

A su vez, sería esta capacidad de absorción la que delimitaría el umbral de conciencia frente al desastre, de forma tal que, con anterioridad a su establecimiento, la sociedad sería inconsciente de estar viviendo bajo una situación extrema del medio por no experimentar sus impactos negativos.

No resulta fácil en la mayoría de los casos determinar hasta dónde llegan las adaptaciones culturales de una sociedad y dónde empiezan sus ajustes incidentales. Puede suceder, incluso, que una medida que se toma en principio como un ajuste intencionado, pase a convertirse en un ajuste incidental, para acabar constituyendo una adaptación cultural. En el caso de las sequías,

la construcción de embalses para almacenar el agua puede ejemplificar este tipo de procesos.

Una vez sobrepasado el umbral de conciencia la sociedad empieza a experimentar los impactos del desastre y, en consecuencia, a emprender ajustes intencionados frente a él.

Tales ajustes, en principio, suelen adoptar la forma de aceptar las pérdidas sin intentar cambiar sus causas, aceptación que puede comportar dos formas diferentes: la asunción individual de tales pérdidas o el reparto de las mismas entre una comunidad más amplia de individuos. Hay numerosas formas de distribuir el peso de los impactos, formas que van desde las subvenciones y ayudas estatales ante los desastres, hasta los propios sistemas de seguros, los cuales, sobre todo cuando se realizan con participación del Estado, suponen una manera de distribuir las pérdidas entre todos los contribuyentes.

Cuando los impactos negativos son lo suficientemente importantes, la capacidad de aceptación es desbordada y se rebasa entonces el umbral de acción; ya hay que emprender medidas encaminadas a reducir las pérdidas.

Estas medidas pueden dirigirse a modificar el evento físico (la provocación de lluvia artificial en el caso de las sequías sería una medida de este tipo) o, lo que es más frecuente, a evitar sus efectos (sistemas de aviso y prevención, evacuaciones de emergencia, construcción de diques de contención frente a las inundaciones etc...).

Por último, cuando estos ajustes se muestran insuficientes para paliar los impactos del desastre, se rebasa el umbral de intolerancia de la sociedad y ésta opta por el cambio, bien del uso del suelo o del modelo productivo, bien del lugar de asentamiento, emigrando a otro lugar.

La combinación específica de estas medidas que se da en una sociedad, define su actitud global ante los desastres naturales y determina su grado de vulnerabilidad frente a ellos. Pero estas combinaciones son estrechamente dependientes del desarrollo socioeconómico y tecnológico de la propia sociedad. Por esta vía, la evolución de la vulnerabilidad frente a la falta de agua se conecta con la evolución socioeconómica y tecnológica de los lugares analizados.

El NATURAL HAZARDS RESEARCH GROUP distingue cuatro etapas en este proceso evolutivo, estando cada una de ellas definida por su actitud global frente a los desastres naturales.

La primera etapa corresponde a la sociedad folk, protagonizada en lo económico por el sector agrario y con escasísimo desarrollo industrial. En una segunda etapa se accede a la sociedad mixta, con un desarrollo industrial incipiente que comparte todavía el protagonismo de la economía con el sector agrario. La tercera etapa corresponde a la sociedad industrial, en la cual el peso de la agricultura en la economía es ya mínimo. Por último se accede a la sociedad post-industrial, que es la que caracteriza en la actualidad a los países más desarrollados.

De los rasgos que individualizan a la sociedad folk en sus modos de lucha contra los desastres naturales destaca su elevada capacidad de absorción de éstos, la cual les viene dada, esencialmente por una secular adaptación cultural al entorno, capaz de demorar la aparición de los impactos negativos de sus manifestaciones extremas. Ello supone la existencia en estas sociedades

de ajustes cooperadores con la naturaleza más que controladores de ésta.

También disponen de una elevada capacidad de aceptación de las pérdidas, a través, sobre todo, de eficaces sistemas de distribución del peso de las mismas entre el conjunto de la comunidad. Una distribución en la que los gobiernos -muy débiles, por otro lado- juegan un escaso papel, siendo más bien la propia organización comunitaria, familiar, tribal etc. la que asumiría esta tarea.

Esta elevada capacidad de aceptación de las pérdidas hace que se retrase considerablemente el umbral de acción, el cual, por otro lado, enseguida será superado por la escasa capacidad de reducción de pérdidas de que adolecen estas sociedades.

La capacidad llega a ser casi nula por lo que respecta a las posibilidades de modificación del evento físico y algo mayor en cuanto a la evitación de pérdidas generadas por el desastre. En cualquier caso, es siempre una capacidad basada en la cooperación



comunitaria más que en inversiones tecnológicas o financieras.

La consecuencia de ello es que rápidamente se rebasa el umbral de intolerancia, propiciándose cambios que conduzcan a una situación más favorable.

Estos cambios afectan esencialmente al lugar de asentamiento, dado que en estas sociedades la capacidad de generar nuevos usos del suelo o nuevos modelos productivos es muy escasa.

Se trata, en suma, de sociedades con una variada gama de ajustes ante las manifestaciones extremas del medio, los cuales, por estar basados en prácticas seculares, son flexibles y cambiantes de unos lugares a otros. Son además ajustes muy eficaces en caso de acontecimiento de desastres poco intensos, aunque son incapaces de hacer frente a los impactos generados por acontecimientos de gran intensidad.

Cuando en este tipo de sociedades comienzan a penetrar las actividades industriales y empieza a esbozarse un ligero desarrollo tecnológico se produce el paso hacia las sociedades mixtas, dominantes hoy en los países subdesarrollados que empiezan a insertarse

en los circuitos y esquemas de la economía occidental.

Son probablemente las sociedades peor dotadas para hacer frente a los desastres naturales en virtud de su carácter de sociedades en transición; están abandonando sus modos de lucha tradicionales, pero aún no han asimilado los que caracterizan a las sociedades industriales.

Así, su capacidad de absorción disminuye enormemente por el abandono de las adaptaciones seculares, con lo cual, el umbral de conciencia es rápidamente superado.

Asimismo, la capacidad de aceptación de pérdidas cambia de carácter. Una vez que la organización comunitaria y familiar tradicional se ha deshecho, la posibilidad de compartir las pérdidas se reduce extraordinariamente; por otro lado, los gobiernos disponen aún de recursos insuficientes para cumplir esta función. La consecuencia es que las pérdidas han de aceptarse, predominantemente, de modo individual, lo que agudiza el impacto en las víctimas que lo soportan.

En cuanto a la capacidad de reducir pérdidas, aumenta en esta etapa, cambiando, además, de sentido. El mayor desarrollo tecnológico hace que ahora se inviertan mayores esfuerzos en los intentos de controlar la naturaleza, en la modificación de los eventos físicos, que en la disminución de las pérdidas generadas por éstos.

Se retrasa, en cualquier caso, el umbral de intolerancia y se reduce, al mismo tiempo, la capacidad de cambio en la sociedad, cuyos miembros, al tener más que perder, son menos proclives a efectuar modificaciones en sus modelos productivos y, mucho menos aún, a cambiar de lugar de residencia.

Las sociedades industriales consolidan un nuevo modelo de lucha contra los desastres naturales, el cual, aunque más costoso en inversiones y tecnología, resulta menos penoso para las víctimas potenciales.

En primer lugar, se produce de nuevo un retraso en la llegada del umbral de conciencia por aumento de la capacidad de absorción de la sociedad, la cual, una vez asentada y consolidada en su nuevo status, dispone ya de una mayor capacidad de adaptación cultural y realiza mayores esfuerzos en ajustes incidentales.

Además, la aceptación individual de las pérdidas disminuye en beneficio de su distribución entre la colectividad, una distribución que ya no corre a cargo de la organización familiar, sino que es asumida, esencialmente, por los gobiernos en forma de ayudas, subvenciones, seguros etc.

También aumenta la capacidad de la sociedad para reducir las pérdidas en virtud del mayor desarrollo tecnológico, que enfatiza los sistemas para el control de la naturaleza aunque también propicia mayores esfuerzos encaminados a reducir las pérdidas potenciales de los desastres.

Con ello el umbral de intolerancia vuelve a elevarse, limitándose a casos muy extremos los cambios de modelo productivo y haciéndose prácticamente nulos los cambios de lugar de residencia.

Toda esta gama de ajustes, costosos en inversiones y tecnología, escapa de la acción individual y exige una sociedad interconectada e interdependiente; por lo mismo, carece de flexibilidad y capacidad de cambio y tiende a ser uniforme en su aplicación.

El último estadio de la evolución corresponde a las sociedades post-industriales, las cuales se caracterizan por combinar de manera armónica la mayor variedad posible de ajustes.

Incrementan extraordinariamente su capacidad de absorción gracias a adaptaciones culturales y ajustes incidentales muy desarrollados. Además, reducen al mínimo la aceptación individual de pérdidas, predominando su distribución entre todo el colectivo. Por otro lado, invierten el sentido de su capacidad de reducir pérdidas, minimizando los intentos de control de la naturaleza e intensificando los esfuerzos encaminados a evitar los impactos. Por último, cuando el umbral de intolerancia es rebasado, la sociedad post-industrial tenderá a cambiar el modelo productivo o el lugar de residencia, ampliando la capacidad de cambio con respecto a las sociedades industriales.

Parece, pues, que en la última etapa se redescubren las ventajas de la variedad en los ajustes y la flexibilidad, que habían caracterizado a las sociedades folk, aunque ahora, desde una situación diferente.

Así, en cuanto a la capacidad de absorción, predominan ahora los ajustes incidentales sobre las adaptaciones culturales; además, la capacidad de compartir pérdidas —que es incluso mayor que en las sociedades folk— se realiza por medio de acciones gubernamentales o estatales y no en virtud de organizaciones familiares o tribales; y es también notorio el aumento de la capacidad de evitar pérdidas, lo que no impide la posibilidad de cambiar cuando ello es necesario.

Estos matices diferenciales se traducen en la existencia en las sociedades desarrolladas de una mayor capacidad para soportar, sin grave quebranto, desastres naturales de gran intensidad, así como en la existencia en cada caso de costes sociales muy distintos. A las sociedades industriales correspondería un mayor volumen de pérdidas, pero, en proporción a los productos nacionales brutos respectivos, éstas serían mayores en las sociedades folk y mixtas, siendo también mayores en estas últimas las pérdidas de vidas humanas. Así, se ha podido afirmar que "ser pobre como persona o como nación es ser particularmente vulnerable" (BURTON, KATES y WHITE, 1978, 12).

Y ésta es, a nuestro entender, la conclusión más acertada que cabría obtener de todo lo expuesto con anterioridad. Sin embargo, no es esta la conclusión que se extrae en todos los casos, y cuando se enfatizan los aspectos puramente económicos o monetarios, se insiste en afirmar que los países dotados de alta tecnología y gran desarrollo son los que más daños sufren.

En nuestra opinión, las simplificaciones de este tipo, así como la disparidad de criterios a la hora de definir el propio fenómeno de la vulnerabilidad, son las que originan las ambigüedades que emanan de las conclusiones apuntadas.

A su vez, son estas mismas ambigüedades las que han llevado a la mayoría de los investigadores e instituciones ocupadas en el tema a enfatizar la necesidad de abordar nuevos estudios que esclarezcan todos aquellos aspectos que en él quedan confusos. De hecho, los propios componentes del *NATURAL HAZARDS RESEARCH GROUP* no consideran sus conclusiones más que como un punto de partida desde el cual éstas podrán comenzar a redefinirse gracias a nuevos trabajos en medios y sociedades

mas variadas y a la aplicación de métodos más elaborados (BURTON, KATES y WHITE, 1978). El tema queda pues, abierto y dotado de plena actualidad.

## 0.2. OBJETIVO DEL TRABAJO.

El objetivo de nuestro trabajo se ha definido a partir de la asunción de la idea según la cual la sequía es la expresión de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua; en consecuencia, también hacemos nuestra la concepción que sustenta la necesidad de abordar los estudios de sequías en términos de análisis de la evolución registrada por dicha vulnerabilidad.

En función de estas concepciones, nuestro trabajo, que pretende ser un estudio de sequías, abordará el análisis de la evolución de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua en la Cuenca Baja del Guadalquivir durante el período 1940-1982.

Dadas las ambigüedades e imprecisiones que rodean al fenómeno de la vulnerabilidad, consideramos necesario definir nuestra concepción de dicho fenómeno



para explicitar con claridad el objetivo del trabajo. Una vez cumplida esta tarea, pasaremos a justificar la elección del marco espacial del estudio y el período de tiempo sobre el cual se desarrolla.

Para el establecimiento de la noción de vulnerabilidad, hemos partido del Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, el cual define el término vulnerar como "dañar, perjudicar" y su derivado, vulnerable, como "aquél que puede ser herido o lesionado física o moralmente".

Con arreglo a esta definición nuestro estudio supondrá un intento de averiguar la capacidad que han tenido los sucesivos déficits hídricos a lo largo del período para "dañar o perjudicar" a la sociedad o, planteado en otros términos, la capacidad de esta sociedad para hacer frente o evitar las "lesiones físicas y morales" susceptibles de ser provocadas por tales déficits.

En este sentido, la sociedad evolucionará hacia un grado más alto de vulnerabilidad (evolución negativa) cuando déficits hídricos iguales o menos intensos que los acaecidos con anterioridad provoquen ahora en ella

daños más cuantiosos, siendo la evolución positiva en caso contrario.

Desde esta perspectiva, el estudio de la evolución de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua durante un período dado, exige la puesta en relación, durante dicho período, de los parámetros expresivos del déficit hídrico con aquellos otros que reflejen el impacto causado en la sociedad por tales déficits.

La identificación de los parámetros más adecuados en uno y otro caso exige conocer la naturaleza de los impactos generados por una sequía y el proceso a través del cual se desarrollan y, en este sentido, el hecho fundamental que caracteriza a estos impactos es su encadenamiento progresivo desde el déficit hídrico inicial hasta la conmoción final que experimenta la sociedad.

En este encadenamiento se pueden distinguir tres eslabones fundamentales:

A) El primero de ellos alude al proceso por el cual la falta de lluvias se traduce en un tiempo más o menos dilatado en una falta de agua. Es éste el impacto de primer orden generado por la sequía: la disponibilidad de una

cantidad de agua inferior a la habitual.

La consideración del tiempo que transcurre entre el inicio del déficit pluviométrico y el inicio de la escasez de agua es de importancia capital, por reflejar la dependencia que experimenta la sociedad respecto al comportamiento de las precipitaciones, siendo la vulnerabilidad tanto mayor, cuanto más estrecha sea esta dependencia, es decir, cuanto menor sea este lapso de tiempo. Un lapso que permite situar el umbral de sequía en la escala de las precipitaciones, y que refleja la capacidad de absorción de los déficits hídricos por parte de la sociedad.

Esta capacidad de absorción está determinada por las relaciones establecidas entre la oferta y la demanda de agua y, esencialmente, por el grado de flexibilidad que caracteriza a una y otra, aumentando la capacidad de absorción a medida que se incrementan los grados de flexibilidad.

La flexibilidad en la demanda de agua supone que las actividades de la sociedad pueden reducir coyunturalmente sus consumos sin sufrir graves colapsos. La flexibilidad en la oferta se relaciona con la capacidad de almacenar,

transportar y, en suma, regular el agua disponible, pudiendo ésta ser utilizada en los momentos en que el suministro pluviométrico es insuficiente.

Ambos tipos de flexibilidad, así como su resultante: la capacidad de absorción de los déficits hídricos por parte de la sociedad, son el fruto de la adaptación secular de ésta al medio en que se asienta y de los ajustes incidentales emprendidos frente a la sequía.

B) El segundo eslabon en la vivencia de la sequía se produce cuando la escasez de agua respecto a las dotaciones habituales empieza a generar impactos de todo tipo sobre la sociedad.

Estos impactos pueden ser muy variados y normalmente están interrelacionados por numerosos y complicados bucles que dificultan la tarea de su análisis, como ya hemos comentado. Presentándolos de forma lineal (aunque sin pretender expresar la existencia de relaciones lineales de causa-efecto entre ellos) y reduciéndolos a sus manifestaciones más simples y evidentes, serían los siguientes:

a) Efectos económicos: Son los que acaparan en mayor medida la atención general y aluden a las pérdidas experimentadas por las distintas actividades económicas como consecuencia de la reducción en el consumo de agua. Son especialmente patentes en los sectores de agricultura, industria y turismo-hostelería, pero las interconexiones existentes en el conjunto de la estructura socioeconómica determinan que el impacto se propague a través de toda ella, aunque con distinta intensidad y carácter (3).

El conocimiento profundo de estos impactos exige integrar en el análisis distintas escalas de aproximación al fenómeno, desde la individual, hasta la del conjunto de la región afectada por la anomalía climática, siendo los resultados diferentes en cada una de las escalas examinadas.

b) Efectos sociales y demográficos: Se producen como consecuencia, entre otras cosas, de los impactos de tipo económico, y entre ellos destacan los siguientes:

- Las alteraciones experimentadas por la estructura social, derivadas del hecho de que los impactos económicos

no actúan de la misma forma y en la misma medida sobre los distintos grupos y clases que la componen.

Estas alteraciones suelen apuntar hacia un reforzamiento de las desigualdades, dada la mayor capacidad de que gozan los grupos más favorecidos para hacer frente a la crisis, pero pueden favorecer al mismo tiempo trasvases individuales en la escala social, como consecuencia de la ruptura de la normalidad.

- La extensión del paro y el empobrecimiento consiguiente de muchos sectores de la población, por las dificultades que la escasez de agua genera en las condiciones de producción. Tales dificultades se traducen en muchos casos en la disminución de la actividad de las empresas, cuando no en el cierre de las mismas.

- Los desplazamientos en el espacio (emigración) y en la actividad (cambio de trabajo) de una parte de la población, acuciada por las dificultades existentes en su medio habitual.

Otro tipo de manifestaciones más extremas, como

proliferación de epidemias, muertes etc., que azotan en estas circunstancias a los países subdesarrollados, no tienen lugar, afortunadamente, en nuestro medio.

c) Efectos de orden político: El entramado de efectos económicos y sociales desencadenados por la sequía se suele traducir enseguida en manifestaciones de orden político, que revisten dos formas fundamentales: por parte de los ciudadanos se producen quejas y protestas encaminadas a presionar al poder político de cara a la obtención de paliativos frente a la sequía; el poder, por su parte, recurre con frecuencia a la instrumentalización de esa misma sequía en beneficio propio, responsabilizando a los déficits pluviométricos de situaciones que éstos, por sí solos, nunca hubieran podido generar..

Con todo ello las relaciones entre el poder político y los ciudadanos se desgastan o se refuerzan y, en cualquier caso, pueden variar considerablemente.

d) Efectos ambientales: Los déficits hídricos prolongados suelen llevar aparejadas ciertas formas de degradación del medio ambiente, especialmente en aquellos

lugares de intensa ocupación humana.

Tal ocupación se caracteriza normalmente por dos hechos igualmente nefastos para la vivencia de una sequía: la emisión constante de productos agresivos para el medio, y la reducción de la variedad de los ecosistemas que lo componen, perdiendo éstos capacidad de respuesta ante situaciones de stress. Cuando se producen estas manifestaciones, y éste es el caso de las sequías prolongadas, la degradación ambiental no se hace esperar.

Entre sus manifestaciones más frecuentes e importantes destacan: el aumento de la contaminación de los ríos y cauces de agua -ahora, con menor capacidad para arrastrar los vertidos contaminantes-, la erosión de los suelos -desagregados y sin la protección de una abundante cobertura vegetal- y la contaminación del aire -propiciada por la ausencia de precipitaciones y el predominio de situaciones de estabilidad atmosférica-.

e) Efectos de orden cultural: En este apartado incluimos todos aquellos efectos que se producen en relación con la forma de vida de las comunidades afectadas por



la sequía y con las propias concepciones de la vida que éstas puedan tener. En los dos ámbitos se experimentan los impactos del déficit hídrico.

La vida cotidiana se ve alterada de diversas formas, siendo destacables las incomodidades derivadas de las restricciones impuestas en el consumo de agua doméstico, que, en casos extremos y cuando la merma en la cantidad se ve acompañada de una merma en la calidad del agua, pueden conducir a problemas sanitarios de diversa índole.

Tales incomodidades se acompañan de pérdidas de calidad de vida asociadas a la degradación de los paisajes urbanos (ausencia de riego en las calles, descuido de los jardines públicos etc.) y a la reducción de actividades usuales de ocio, tales como el disfrute de piscinas y otras actividades deportivas, o reuniones en bares y cafés, que ven alterados sus horarios o su actividad como consecuencia de la falta de agua.

A su vez, la vivencia de estas alteraciones económicas, sociales, culturales etc. conduce a la modificación -aunque sea coyuntural- de ciertas concepciones ampliamente

asentadas en las mentalidades colectivas en torno a las adversidades, la naturaleza, el poder, la solidaridad etc.

Este abanico de impactos (los impactos de orden 2 a orden  $n$  de las sequías), que no es ni mucho menos exhaustivo, lo único que pretende es mostrar hasta qué punto las consecuencias de una sequía pueden ser variadas, siendo precisamente la variedad otro de los parámetros que nos permitirá definir el grado de vulnerabilidad social frente a la falta de agua en un momento dado. Asimismo, los cambios que se registran en estos impactos a lo largo del tiempo constituirán elementos clave en la identificación de la evolución de esa misma vulnerabilidad.

Pero esta evolución puede venir marcada, no sólo por variaciones registradas en los tipos de impactos experimentados, sino también, por la intensidad alcanzada en cada momento por dichos impactos. Así, una evolución en sentido creciente de la vulnerabilidad podría derivarse de un incremento en la variedad de los impactos, de un aumento en la intensidad de los mismos o de ambos hechos conjuntamente.

En la base de los procesos que se originan

en este segundo eslabón se encuentran mecanismos de orden esencialmente económico. Entre ellos son determinantes, por un lado, la flexibilidad y variedad del modelo productivo, que permite compensar y amortiguar los impactos de la sequía y, por otro, las interconexiones que caracterizan a la estructura socioeconómica, la cual determina la mayor o menor propagación de estos impactos por los distintos sectores del conjunto social.

También entran en juego en este segundo eslabón los ajustes que la sociedad emprende para hacer frente a la sequía una vez superado el umbral de conciencia de la misma.

El predominio de la aceptación individual de las pérdidas o de su distribución entre el conjunto de la sociedad, y la magnitud de los esfuerzos destinados, tanto a modificar los eventos, como a evitar sus efectos negativos, determinarán la mayor o menor intensidad de los impactos y sus víctimas potenciales, contribuyendo además a adelantar o retrasar el umbral de intolerancia.

C) El tercer eslabón completa el proceso de desarrollo del desastre natural, en este caso, la sequía,

mediante la conversión de esta multitud de impactos negativos en un grado determinado de conmoción social.

Porque estos impactos negativos no tienen una realidad objetiva independiente de los sujetos que los padecen: son fenómenos en el sentido husserliano del término y, en tanto que tales, son objetos vividos, objetos aprehendidos por una conciencia.

En consecuencia, la verdadera conmoción generada por la sequía, su impacto global, sólo puede conocerse y comprenderse mediante el análisis conjunto de los efectos negativos ocasionados y de la forma en que éstos han sido vividos o percibidos por el colectivo que los ha sufrido. Y no siempre hay una relación directa y fija entre los impactos y la conmoción global que generan.

Este fenómeno resulta especialmente evidente en sectores como el abastecimiento de agua para consumo doméstico, en el cual la conmoción generada por la sequía no puede medirse a través del número de horas en que este consumo se ve sometido a restricciones; es la sensación de malestar que estas restricciones provocan la que refleja

el impacto real generado por la sequía, y esta sensación sólo en muy pequeña medida está determinada por la severidad de las propias restricciones (4).

Los impactos medioambientales ejemplifican también adecuadamente este tipo de fenómenos. Así, se puede comprobar cómo los problemas relativos a la degradación del medio como consecuencia de la sequía no impactan en absoluto a la sociedad hasta que ésta no toma conciencia, por un lado, de la propia existencia de la noción de medioambiente y, por otro lado, de los peligros que se derivan de su deterioro. Pero sin esta toma de conciencia por parte de la sociedad ¿puede hablarse realmente de la existencia de problemas medioambientales?, ¿puede, al menos hablarse de ellos al mismo nivel que en los momentos de eclosión de la preocupación ecológica?

Por eso es importante tomar en consideración los mecanismos psicológicos y culturales que permiten el paso de los impactos objetivos de la sequía a la conmoción social que ésta realmente genera, siendo los modos de vida y las mentalidades colectivas imperantes en un momento dado los que configuran, en último término, la intensidad

de esta conmoción.

Este amplio proceso de desarrollo del desastre natural en su conjunto es el que va a inspirar el contenido de nuestro trabajo, el cual parte, pues, de los siguientes presupuestos:

a) La evolución de la vulnerabilidad frente a la falta de agua viene dada por la tendencia registrada en la capacidad de los déficits hídricos para conmocionar a la sociedad.

b) La conmoción social es el resultado final de un largo proceso en el que participan cuatro componentes fundamentales: el déficit de lluvias, la escasez de agua, los impactos de diversos órdenes generados por la escasez, y la forma en que se perciben o se viven esos impactos.

c) La naturaleza y magnitud de esta conmoción -y, en consecuencia, la vulnerabilidad social frente a la falta de agua- pueden medirse a través de tres parámetros que reflejan otras tantas formas de vulnerabilidad: - el lapso de tiempo transcurrido entre el inicio del déficit pluviométrico y la escasez en las disponibilidades de agua.

que refleja la dependencia de la sociedad respecto a los ritmos de la precipitación y fija en cada caso los umbrales de sequía,

- la intensidad alcanzada por la conmoción social y
- la variedad registrada por dicha conmoción.

En consecuencia, la evolución de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua se derivará de la naturaleza y magnitud de los cambios acaecidos en cada uno de estos componentes considerados, tanto aisladamente, como en conjunto.

d) En cuanto a los agentes generadores de tales cambios, hay que buscarlos en los mecanismos que intervienen en cada uno de los tres eslabones constituyentes del proceso de desarrollo del desastre.

Así, una evolución en sentido creciente de la vulnerabilidad puede venir dada por una pérdida de la flexibilidad y una ruptura del equilibrio entre la oferta y la demanda de agua que conduzca al establecimiento de umbrales de sequía cada vez más bajos.

Podría venir dada también por una evolución de la estructura socioeconómica que condujera hacia la aparición de impactos progresivamente más intensos y variados.

Por último, podría derivarse de un aumento progresivo de la sensación de adversidad ante impactos iguales o incluso menos intensos que los registrados en épocas anteriores.

e) Junto a la acción de cada uno de estos mecanismos habría que tomar en consideración el conjunto de estrategias, ajustes y actitudes que la sociedad emprende para hacer frente a la sequía, ya que éstos, a través de su mayor o menor participación, configuran también la conmoción social experimentada.

En virtud de estos presupuestos el objetivo de nuestro trabajo se puede descomponer en tres objetivos elementales:

a) Desentrañar el sentido de la evolución de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua en la Cuenca del Guadalquivir, mediante la toma en consideración de la conmoción global que ésta ha generado a lo largo



del período de estudio y a través del análisis de la evolución seguida por sus tres componentes básicos: la dependencia de la sociedad respecto a los ritmos de la precipitación, la intensidad de los impactos generados por su escasez y la variedad de estos mismos impactos.

b) Identificar los mecanismos responsables de esta evolución y su ubicación en el primero, segundo o tercer eslabón del proceso de desarrollo de las sequías.

c) Analizar el papel jugado en la vivencia de las sequías por las estrategias de ajuste que en cada caso la sociedad ha emprendido frente a ellas, identificando así nuestra situación actual en la escala evolutiva fijada en este sentido por el NATURAL HAZARDS RESEARCH GROUP y el camino que ha conducido a esta situación.

El marco espacial para el desarrollo del trabajo es la Cuenca Baja del Guadalquivir, entendida como aquella porción de la cuenca comprendida, grosso modo, dentro del triángulo Huelva-Córdoba-Tarifa, caracterizada por su apertura hacia el Atlántico y su topografía predominantemente llana, y delimitada, aproximadamente, por la curva de nivel --

200 ms., curva a partir de la cual se inician ya las cadenas montañosas que la rodean por sus flancos norte y sur (Sierra Morena y Cordilleras Béticas) (Ver mapa 0.1) (5).

Este espacio, además de ser para nosotros el más próximo y mejor conocido, goza de una gran homogeneidad fisiográfica, lo que favorece su análisis climático con el mínimo posible de estaciones de observación. Pero además, está muy bien dotado de información climática, contando con varias estaciones completas, de larga duración y de un grado de fiabilidad razonable.

Es, asimismo, un espacio caracterizado por una gran variedad de usos del suelo y de formas de ocupación humana. En él se insertan grandes ciudades y núcleos modestos de habitación, una actividad agraria relevante y variada, tanto en secano como en regadío, junto con un desarrollo industrial de cierta consideración en estos momentos y un sector servicios prepotente, en el que la hostelería y el turismo ocupan papeles nada desdeñables...en suma, toda una gama de actividades que permite considerar las repercusiones de la sequía en un amplio espectro de sectores y formas de ocupación del espacio.

Nos parece interesante, por otro lado, abordar un estudio de sequías en un medio dotado de un grado de desarrollo intermedio dentro del contexto mundial. A nuestro entender, el Grupo de Investigación sobre Desastres Naturales, en su afán de identificar las diferencias existentes en este sentido entre países desarrollados y subdesarrollados, ha enfatizado los estudios relativos a países extremos en la escala del desarrollo (Estados Unidos, Canadá, Australia, frente a Bostwana, Tanzania etc.), dejando sin cubrir suficientemente aquellas áreas ubicadas en los puntos centrales de la misma, acerca de cuyo comportamiento frente a las sequías apenas se conocen los rasgos más elementales.

En cuanto al período de tiempo elegido para la elaboración del estudio, hemos optado por el comprendido entre los años 1940 y 1982, un período de cuarenta y dos años, que resulta, por tanto, lo suficientemente amplio para que en él tengan cabida sucesivas situaciones de sequía.

Se trata, además, de un período muy diverso en acontecimientos socio-económicos. Entre ellos destaca, sobre todo, el proceso de cambio por el cual la sociedad rural tradicional de la Baja Andalucía (y del estado español en su conjunto) se convierte en una sociedad urbana e

industrial. Este proceso, que se desarrolla a partir de los años sesenta, debe reflejarse por fuerza en las relaciones que el hombre establece con los recursos de su medio, de los que el agua es uno de los más relevantes, y con las manifestaciones extremas de la naturaleza, de las que las sequías son un buen exponente. Su conocimiento es, pues, del máximo interés de cara al establecimiento de conclusiones en torno a la evolución de la vulnerabilidad frente a la falta de agua y al papel que en ella juega el grado de desarrollo socio-económico de la comunidad afectada.

### 0.3. METODOLOGIA

Para cubrir el triple objetivo que nos hemos propuesto consideramos necesario proceder a la puesta en relación, a lo largo del período de estudio, de los déficits hídricos que en él tienen lugar y las conmociones sociales que estos déficits generan. Ello implica abordar el trabajo en tres etapas sucesivas:

A) Identificación y caracterización climática de las secuencias secas que se registran en nuestro ámbito de estudio durante el período analizado.

B) Seguimiento de la vivencia de la sequía que se ha producido en cada una de estas secuencias.

C) Puesta en relación de ambos fenómenos a fin de desentrañar la evolución registrada por la capacidad de los déficits hídricos para conmocionar a la sociedad. En esta relación adoptaremos dos puntos de vista diferentes y complementarios:

a) Un punto de vista cuantitativo, que es el que nos permitirá identificar la evolución seguida por la dependencia de la sociedad respecto a los ritmos de la precipitación y por la intensidad de los impactos generados por los sucesivos déficits hídricos. Esta tarea exigirá la identificación previa de los parámetros expresivos, tanto de los déficits hídricos, como de la conmoción social registrada durante su acaecimiento.

b) Un punto de vista cualitativo, que, mediante el seguimiento de los acontecimientos vividos por la sociedad en períodos de sequía, nos permitirá conocer el tipo y la variedad de impactos experimentados en cada caso, los ajustes emprendidos en la lucha contra la sequía y los

mecanismos que están en la base del desarrollo de todos los procesos.

Surge así una división tripartita de la tesis, en la cual, a la primera parte corresponde el estudio de las sequías en términos puramente climáticos, a la segunda, el análisis de los acontecimientos que estas sequías han generado en la sociedad a lo largo del período de estudio, y a la tercera, la puesta en relación de ambos fenómenos, siendo esta última parte la que realmente permite elaborar las conclusiones oportunas en torno a la evolución de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua.

#### 0.4. FUENTES

El esquema del estudio determina la exigencia de trabajar con dos tipos de fuentes fundamentales: fuentes climáticas, para el establecimiento de la naturaleza física del fenómeno de las sequías, y fuentes expresivas de la conmoción suscitada por estas sequías.

##### 0.4.1. Fuentes climáticas

Las fuentes climáticas habrán de ser tales, que nos permitan conocer el grado de sequía que se registra a lo largo del período de estudio en la Cuenca Baja del Guadalquivir. Ahora bien, dada la existencia de mecanismos de regulación del agua en toda la cuenca vertiente, y dado el empleo cada vez más masivo de estas aguas reguladas para las distintas actividades económicas, no podemos limitarnos a considerar el ámbito restringido de la cuenca baja. La vivencia de la sequía en este ámbito reducido estará en función, no sólo de los acontecimientos meteorológicos que en él se registren, sino además, de aquellos que tengan lugar en el ámbito superior constituido por todo el conjunto de la cuenca.

En consecuencia, la elección de las fuentes susceptibles de expresar esta realidad estará determinada por la mayor o menor homogeneidad climática existente en la Cuenca Baja del Guadalquivir y por las propias similitudes o diferencias que este ámbito presente respecto al comportamiento climático del conjunto de la cuenca.

Supuesto que la homogeneidad fuera la nota dominante en todo el espacio, la elección de una estación

de observación representativa sería suficiente para nuestros propósitos; en caso contrario, habría que proceder a una compartimentación del ámbito de estudio y al análisis individualizado de cada uno de los compartimentos resultantes.

Dado que lo que nos interesa es estudiar la sequía, la homogeneidad en nuestro caso hace referencia al comportamiento de las distintas estaciones respecto a este fenómeno preciso, siendo irrelevantes otras variables que en una caracterización climática general de la zona pudieran ser incluso determinantes. Así pues, para nosotros el espacio será climáticamente homogéneo cuando en su interior se registren años secos de forma casi simultánea y con un grado similar de intensidad.

Por ello, para verificar la posible homogeneidad, procederemos a analizar comparativamente las series pluviométricas registradas en las estaciones de observación del ámbito del estudio, pasando a continuación a relacionarlas con las precipitaciones recogidas en el conjunto de la cuenca del Guadalquivir. Este tipo de análisis nos parece suficientemente satisfactorio dado el carácter determinante que la precipitación presenta en relación con el establecimiento



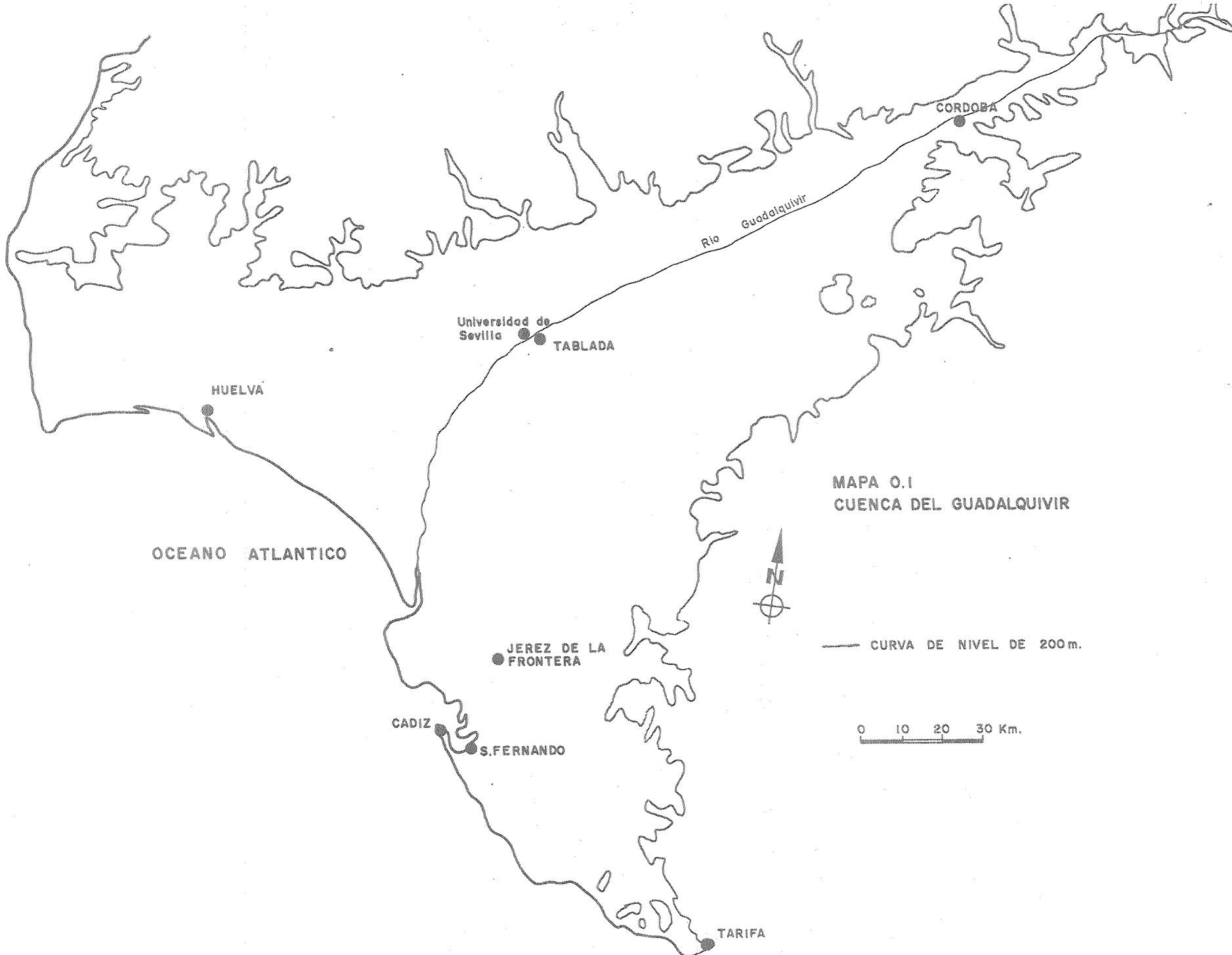
de las sequías y dada la gran variabilidad espacial que caracteriza a este elemento.

Del abanico de posibilidades ofrecido por la red de observatorios del Instituto Nacional de Meteorología en la Cuenca Baja del Guadalquivir seleccionamos en principio las ocho estaciones de mayor duración y dotadas de un mayor grado de fiabilidad: San Fernando, Cádiz, Jerez de la Frontera, Universidad de Sevilla, Tablada (Sevilla), Córdoba y Tarifa (ver mapa 0.1). Posteriores eliminaciones nos llevaron finalmente a la consideración de sólo tres: San Fernando, Jerez de la Frontera y Tablada.

Los observatorios de Córdoba y Tarifa fueron eliminados por su posición marginal en la zona y por estar sometidos a la influencia alteradora de acentuados relieves montañosos en sus inmediaciones; por otro lado, ambos habían sufrido sucesivos cambios en su emplazamiento (cuatro en el caso de Córdoba y tres en el de Tarifa), lo cual podía reducir la validez de sus observaciones.

Prescindimos, a continuación, de las estaciones de Cádiz y Universidad de Sevilla como resultado de la

PORTUGAL



CORDOBA

Rio Guadalquivir

Universidad de Sevilla  
TABLADA

HUELVA

OCEANO ATLANTICO

MAPA 0.1  
CUENCA DEL GUADALQUIVIR



— CURVA DE NIVEL DE 200 m.

JEREZ DE LA FRONTERA

CADIZ  
S.FERNANDO

0 10 20 30 Km.

TARIFA

elección que nos posibilitaba la duplicación de observatorios en emplazamientos muy próximos entre sí. La elección entre Cádiz y San Fernando era obvia por la mayor duración y fiabilidad de esta última. En cuanto al binomio Universidad de Sevilla-Tablada, la elección hubo de ser más cuidadosa. La primera presentaba a su favor la larga duración de la serie (comienza en 1865 frente a la de Tablada que no lo hace hasta 1922). Sin embargo, y como contrapartida, se interrumpía en 1967, privándonos de los años más recientes -ricos en situaciones secas-, adolecía de ciertas lagunas, presentaba algunas anomalías en los años iniciales y estaba emplazada en el casco urbano, pudiendo por ello ser menos representativa del entorno. En función de estas razones la elección se inclinó hacia la estación de Tablada.

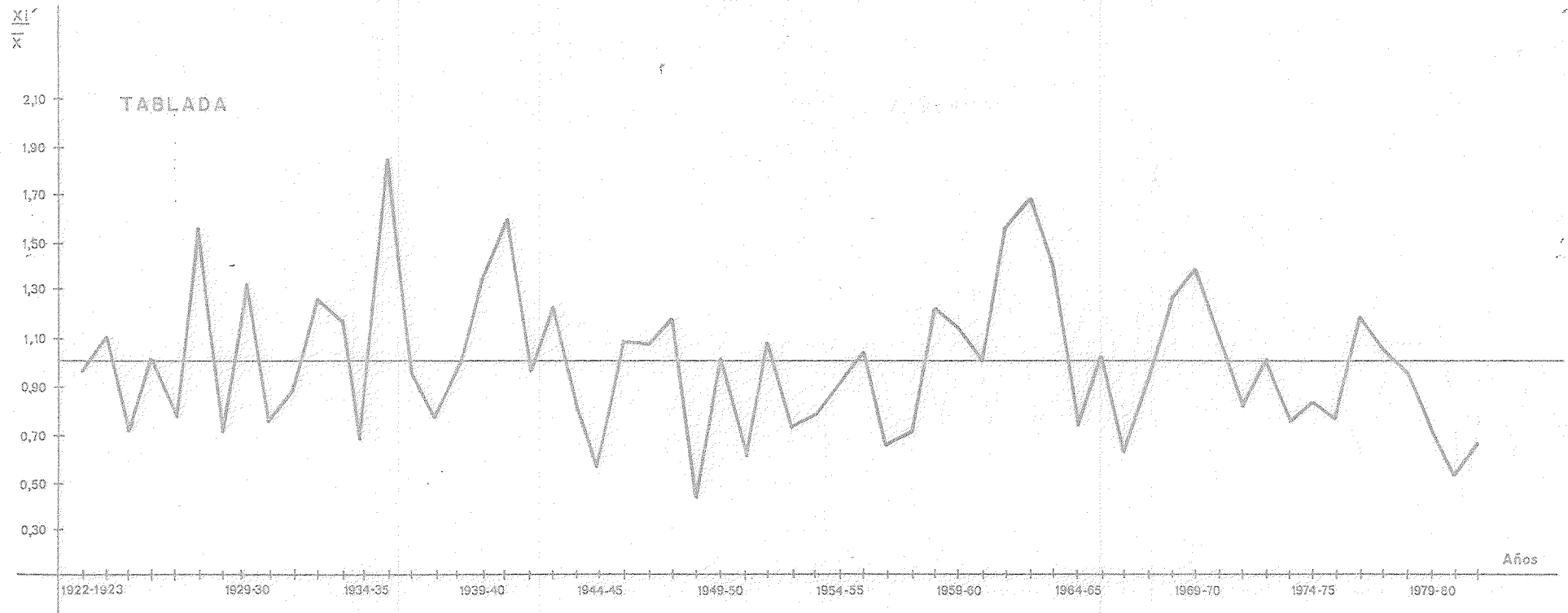
El espacio objeto de estudio quedaba así cubierto por tres estaciones: la estación de San Fernando, con un período de observaciones que abarca de 1838 hasta la actualidad, la de Jerez de la Frontera, iniciada en 1893, y la de Tablada, cuyo período de observaciones transcurre desde 1922 hasta el momento actual.

Para verificar la posible homogeneidad existente

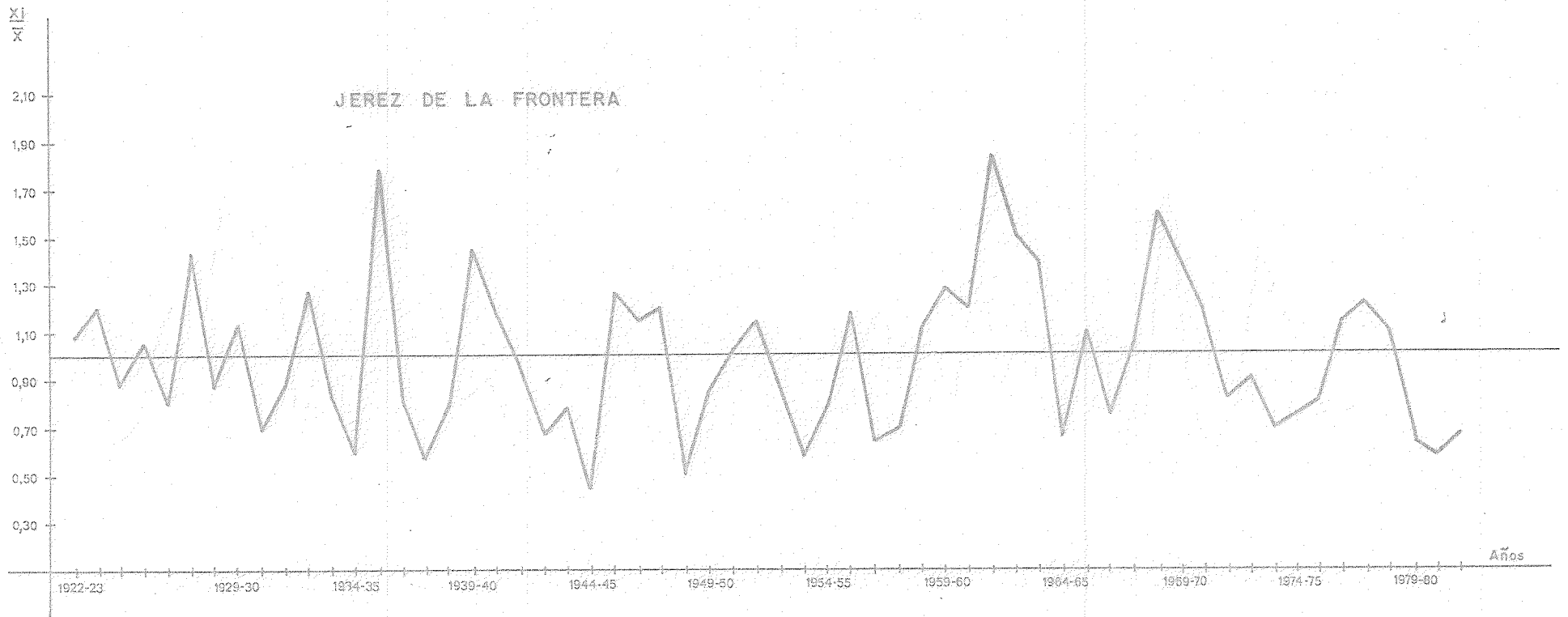
entre sus respectivas series pluviométricas, sometimos éstas a dos pruebas diferentes: el análisis de correlación simple entre los valores alcanzados por los datos de las tres estaciones tomadas de dos en dos, y el análisis de la covariación entre las series, previa estandarización de sus valores. El método elegido para la estandarización consistió en la división de cada uno de los valores de la variable por su valor normal respectivo, considerando como valor normal al valor medio (ARLERY, GRISSOLLET Y GUILMET, 1973, 190).

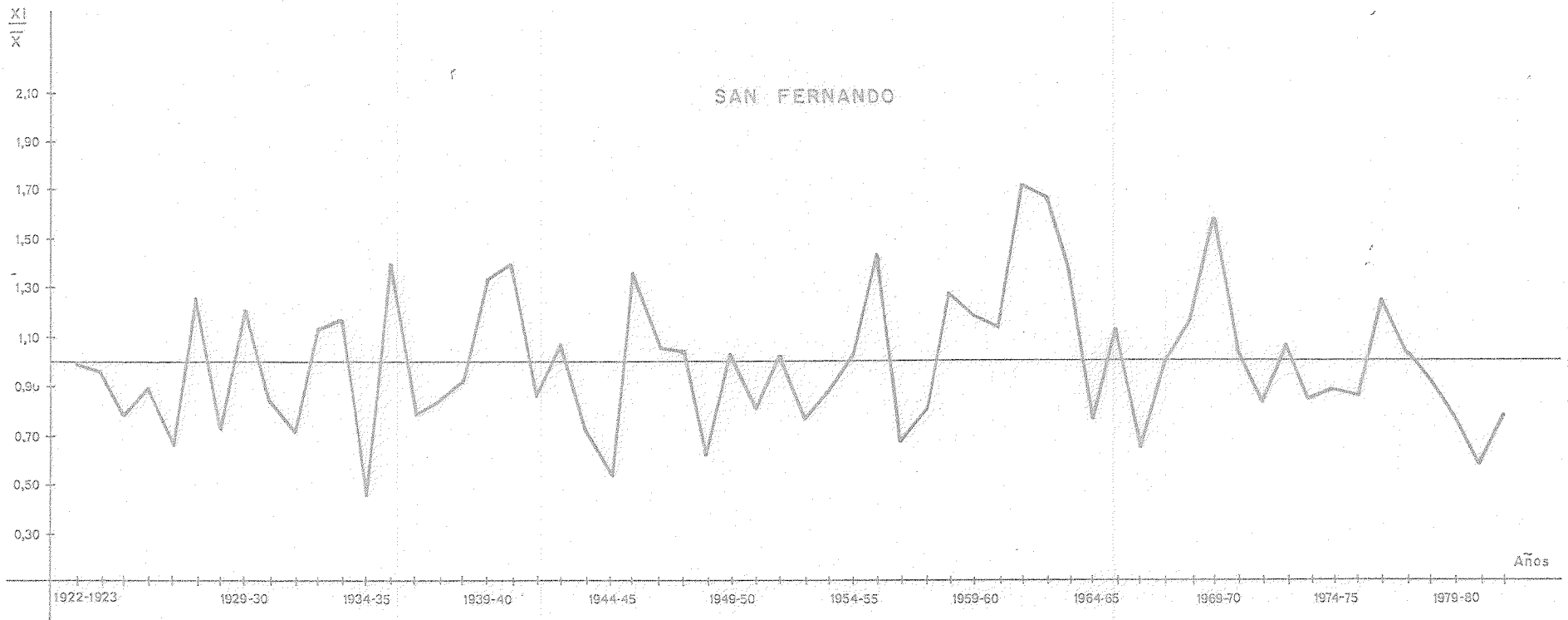
En ambos casos los resultados apuntaron hacia una clara homogeneidad, siendo ésta especialmente patente entre las estaciones de Jerez y San Fernando. Los valores alcanzados por el coeficiente de correlación de Pearson fueron respectivamente de 0,88 unidades para las series de Jerez y San Fernando, de 0,85 para Jerez y Tablada y de 0,83 para Tablada y San Fernando. En cuanto a la covariación, ofreció resultados similares, alcanzándose una diferencia media de sólo 0,10 unidades entre los valores estandarizados de las series de Jerez y San Fernando, de 0,12 para los datos de Jerez y Tablada, y de 0,15 para Tablada y San Fernando (ver gráfico 0.2.).

GRAFICO 0.2: COVARIACION DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES :



JEREZ DE LA FRONTERA





$\frac{X_i}{\bar{X}}$

2,10  
1,90  
1,70  
1,50  
1,30  
1,10  
0,90  
0,70  
0,50  
0,30

CUENCA DEL GUADALQUIVIR

Años

1929-30

1934-35

1939-40

1944-45

1949-50

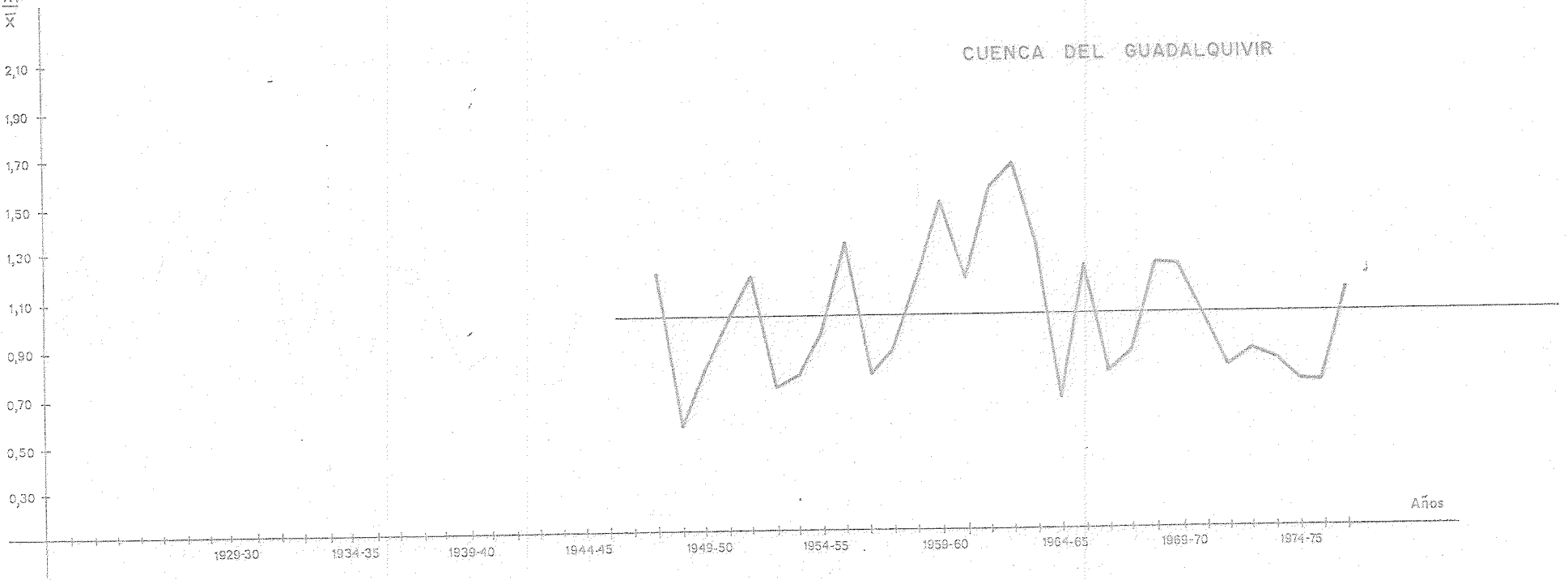
1954-55

1959-60

1964-65

1969-70

1974-75





En función de estos resultados optamos por seleccionar como estación representativa de la Cuenca Baja del Guadalquivir a la estación de Tablada, que, al ocupar una posición central en la misma, era la que garantizaba en mayor medida esta representatividad.

Sólo restaba entonces verificar en qué medida el comportamiento pluviométrico de esta estación era coincidente con el registrado en el conjunto de la cuenca. Para ello hubimos de efectuar las correspondientes comparaciones entre los datos de precipitación consignados en Tablada y los volúmenes de agua precipitados en el área total de la cuenca del Guadalquivir, los cuales se publican periódicamente en el "Calendario Meteorofenológico", editado anualmente por el Instituto Nacional de Meteorología.

También en este caso los resultados mostraron un alto grado de homogeneidad entre las dos series comparadas, registrándose entre ambas un coeficiente de correlación lineal de 0,898 unidades y una diferencia media entre sus respectivos valores estandarizados de 0,10 (ver gráfico 0.2.).

Para mayor seguridad efectuamos los coeficientes

de correlación en las series mensuales de precipitación, obteniendo los resultados que se consignan en el cuadro 0.1. resultados que son satisfactorios, para treinta pares de observaciones y cualquier nivel de significación considerado, en todos los meses del año, con la única excepción del mes de Agosto.

Durante los meses estivales, el peso de las precipitaciones convectivas y de inestabilidad registradas en las estribaciones montañosas de la cuenca, altera la homogeneidad consignada para el resto del año, disminuyendo así los valores de los coeficientes de correlación. En el mes de Agosto esta disminución se traduce ya en una ruptura clara de la homogeneidad.

No obstante, dado el escaso volumen de precipitaciones que se registra en este mes, tanto en Sevilla como en el área total de la cuenca, no creemos que esta anomalía puede tener ninguna repercusión en el desarrollo del trabajo. A efectos de volumen de agua embalsada -que es el aspecto que a nosotros nos interesa- estas escasas precipitaciones pueden considerarse prácticamente despreciables, máxime, teniendo en cuenta el grado de sequedad que presentan

Cuadro 0.1.

COEFICIENTE DE CORRELACION LINEAL DE PEARSON ENTRE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES  
REGISTRADAS EN TABLADA Y EN EL CONJUNTO DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

<u>Meses</u>	<u>Valor de r</u>
Enero	0,933
Febrero	0,923
Marzo	0,863
Abril	0,848
Mayo	0,911
Junio	0,576
Julio	0,467
Agosto	0,168
Septiembre	0,823
Octubre	0,940
Noviembre	0,922
Diciembre	0,903

los suelos en estos momentos del año, y los niveles de evapotranspiración que en ellos se desarrollan.

Nada impide, pues, considerar a la estación de Tablada como representativa del comportamiento pluviométrico del conjunto de la cuenca del Guadalquivir, siendo los datos de esta estación los que servirán de base para el análisis de la sequía en tanto que fenómeno físico (6).

#### 0.4.2. Fuentes expresivas de la conmoción generada por la sequía.

El objetivo que nos hemos propuesto necesita una fuente capaz de suministrar la conmoción global generada en la sociedad por los déficits hídricos que tienen lugar a lo largo del período de estudio, entendiendo por conmoción global la resultante de los impactos desencadenados por la sequía más la valoración que de ellos hace la propia sociedad.

Debe ofrecernos además los tipos de impactos que en cada caso se registran, en su secuencia temporal. Ha de permitirnos, también, conocer las actitudes sociales y los modos de lucha que las sucesivas sequías suscitan.

Debe ser, en suma, una fuente lo suficientemente globalizadora como para permitirnos efectuar el seguimiento temporal de las sequías a través de sus tres componentes básicos: los impactos desencadenados por los déficits hídricos, la vivencia por parte de la sociedad de dichos impactos y los ajustes emprendidos frente a ellos.

A nuestro entender, la fuente que mejor puede cumplir estos requisitos -por no decir la única- es la prensa.

Se trata, en efecto, de una fuente con desarrollo temporal lo suficientemente amplio (tiene continuidad, al menos, desde el siglo XIX) como para permitir detectar las tendencias experimentadas por los principales acontecimientos implicados en el fenómeno de las sequías.

Es además una fuente globalizadora por excelencia, y ello en dos sentidos fundamentales. En primer lugar, porque es la única capaz de aportar la conmoción global generada por las sucesivas sequías. La prensa, a través del número de noticias que en cada momento publica en relación con la sequía, expresa con bastante fidelidad el grado de conmoción que ésta genera en la sociedad, incluyendo

en esa conmoción, no sólo los impactos objetivos, sino también la valoración social que de ellos se hace (7).

Pero además, el carácter globalizador le viene dado por el hecho de incluir información relativa a los más variados aspectos concernientes al desarrollo de las sequías.

A través de ella podemos seguir, en su secuencia temporal, los impactos de diversos órdenes que experimenta la sociedad, así como los modos de lucha que genera para hacerles frente, y ello sin mencionar la multitud de aspectos concernientes a la vivencia de la sequía que en ella se incluyen, la mayoría de los cuales, por otro lado, no figuran en ninguna otra fuente de información: actitudes populares ante la adversidad (quejas, manifestaciones, rogativas...) relaciones entre el poder y los ciudadanos en la resolución de los problemas derivados de la sequía, fenómenos que se consideran más relevantes o más preocupantes en cada momento etc.....

Estas virtualidades no nos pueden hacer olvidar, sin embargo, los fallos que la prensa presenta como fuente

de información.

Se atribuye a la prensa el inconveniente de ofrecer una información discontinua en lo temático y en lo temporal. Y, en efecto, los mecanismos informativos y comerciales que presiden la redacción de un periódico determinan que rara vez se efectúe un seguimiento exhaustivo de los temas que se tratan. Estos se abordan, se abandonan, se retoman, se vuelven a abandonar....generándose así numerosas lagunas en la información relativa al desarrollo de los acontecimientos.

Pero este carácter sólo se convierte en un inconveniente cuando se pretende realizar un análisis exhaustivo del fenómeno en cuestión. Si lo que se pretende es examinar las grandes líneas que configuran el desarrollo del fenómeno, y el interés que éste suscita en la colectividad, el inconveniente deja de ser tal y se recupera la virtualidad de la prensa como fuente de información.

El segundo fallo, y más importante, que se atribuye a la prensa, es el de presentar una información cargada de sesgos como consecuencia del peso ideológico que se vierte en las noticias. Y es también evidente la

la existencia de este hecho.

Como se ha puesto de manifiesto en sucesivas ocasiones, la redacción de un periódico es la resultante de tres elementos básicos: el informativo, el comercial y el político (BARRERE, 1982), y este último elemento condiciona en gran medida, no sólo la forma en que se abordan los distintos temas, sino también, el espacio asignado a los mismos, e incluso, en casos extremos, su posibilidad de gozar siquiera de algún espacio (RODRIGUEZ DE LAS HERAS, 1982).

El peso del elemento político se refleja en lo que se ha dado en llamar la variante del periódico, entendiendo como tal, su identidad ideológica, su trayectoria marcadamente política "que se concretiza en los editoriales, en las relaciones de crisis ministeriales, sesiones de cortes, crisis sociales etc..... en una palabra, en su línea general, conjunto de valores de toda índole, pero, sobre todo, políticos" (BARRERE, 1982).

Este componente, de importancia capital en el momento en que se edita el periódico, va perdiendo relevancia



con el paso del tiempo, convirtiéndose en secundario para los fines del investigador, a pesar de lo cual, y dada su facilidad de identificación, suele ser el aspecto más analizado por parte de los estudiosos de la prensa.

El segundo componente del periódico sería el invariante, "hecho de la materia común a todos los títulos, pero repartida según la personalidad de cada (periódico), presentación tipográfica, reparto de fotogramas, dibujos y material gráfico, distribución interna de crónicas, proporción respectiva de las mismas, proporción de anuncios, avisos, gacetillas, esquelas etc...." (BARRERE, 1982). Sería, pues, todo lo anejo al variante, toda la esencia del periódico fuera de los editoriales y los grandes titulares. Y este conjunto informativo "se vuelve una mina para el investigador, porque, fuera de la presión de la actualidad, los atisbos de tendencias, los quiebros, las rupturas, asoman a las páginas, aunque sea solapadamente. Lo que estaba prometido a la caducidad se encuentra más henchido de significado que los editoriales más prestigiosos y cotizados" (BARRERE, 1982).

De todo ello se deriva que, siempre que prestemos

especial atención al invariante del periódico, prescindiendo de las grandes afirmaciones que éste realiza en sus editoriales y de las interpretaciones y valoraciones que acompañan a las noticias, siempre que sepamos captar los fenómenos que se vierten incluso en sus informaciones más nimias, podremos en gran medida eliminar el efecto ejercido en la prensa por la ideología.

Un efecto que, por otro lado, no es tan determinante como para enmascarar los acontecimientos que se van produciendo en cada momento, aunque éstos sean abordados desde distintos puntos de vista y con distintas orientaciones en función, precisamente, de la carga ideológica subyacente en los distintos periódicos. Pero lo normal es que la realidad de que dan cuenta en todos los casos sea la misma (EXTRAMIANA, 1982).

En relación con el fenómeno de la sequía, pensamos que este aserto se cumple plenamente. Se trata de un tema que suscita un gran interés colectivo por sus repercusiones sobre la comunidad, lo que lo convierte en objeto privilegiado de la información de prensa. Y es, además, un acontecimiento fácilmente instrumentalizable por parte del

poder político (de cualquier signo que éste sea), en tanto que puede convertir en corresponsable de las dificultades de gestión que éste experimente, lo que la garantizará en la mayoría de los casos su posibilidad de permanencia en la prensa como objeto informativo.

En consecuencia, pensamos que los fallos que se atribuyen a la prensa son en gran medida subsanables. Basta para ello con asumir la existencia de tales fallos previamente a la utilización de la fuente, y ello implica, entre otras cosas, no intentar obtener de ella más de lo que puede dar. Siempre que se respete este principio, consideramos válido el empleo de la prensa como fuente de información para la elaboración de nuestro trabajo, el cual, sin embargo, y en función del mismo principio, ha de verse forzosamente limitado.

Así, no pretendemos realizar un inventario exhaustivo de los impactos registrados en cada una de las sequías del período, ni un análisis promenorizado de las medidas de ajuste emprendidas en cada caso, pero sí creemos posible desentrañar las grandes líneas de tendencia que se detectan en ambos fenómenos, y con un nivel de

detalle suficiente como para extraer conclusiones válidas en torno a la evolución seguida por la vulnerabilidad social frente a la falta de agua.

Con respecto a los mecanismos responsables de tal evolución, habremos de limitarnos a apuntar las hipótesis más verosímiles que se desprenden del contenido de la prensa. Hay que señalar, no obstante, que una vez establecidas tales hipótesis, su posterior verificación, mediante el recurso a fuentes alternativas, se verá enormemente facilitado, lo cual nos parece una tarea suficientemente útil en unos momentos como los actuales, en los que el tema de la sequía apenas ha sido abordado en España, y en los que se carece de un cuerpo conceptual y metodológico relativo a su análisis y tratamiento.

Asumiendo estas limitaciones, utilizaremos como fuente de información para el análisis de la vivencia colectiva de la sequía, los datos aportados por el diario ABC de Sevilla, publicado con continuidad a lo largo de todo el período de estudio (8). Sólo en el análisis de las repercusiones de la sequía sobre la agricultura de secano, dadas las particularidades que este sector presenta respecto a los

demás hemos utilizado fuentes complementarias de carácter agrario, a las que aludiremos en su momento.

- (1) Este tipo de técnicas se desarrolla sobre todo en la escuela anglosajona, donde la preocupación predominante - por los problemas de ordenación territorial propicia mayores esfuerzos en la calificación total del territorio en función de su mayor o menor riesgo de sequía. Los franceses, al dedicarse en mayor medida al estudio de sequías concretas y puntuales, han trabajado menos en este dominio.
- (2) Yo me permitiría dudar de la eficacia de tales estrategias, vistas, por ejemplo, las consecuencias que la reciente sequía ha determinado en Etiopía.
- (3) No todo son pérdidas en el acaecimiento de una sequía; ésta, como todas las crisis, genera la aparición de abundantes ganadores, cuya importancia pocas veces se ha puesto de manifiesto y cuyo papel no suele tomarse en consideración a la hora de establecer el balance global de los impactos.
- (4) El mismo número de horas de interrupción del servicio de agua generaba en los años cuarenta una conmoción mucho menos intensa que la registrada en la actualidad.
- (5) La curva de nivel 200 ms. no pretende constituir un límite rígido del ámbito de estudio (de hecho, nuestro trabajo no requiere una delimitación espacial muy precisa).

Su elección sólo pretende resaltar las diferencias existentes entre el ámbito llano y poco accidentado del que nos vamos a ocupar y las zonas serranas que lo rodean, diferencias que aluden, tanto a los aspectos físicos del territorio, como a los derivados de su ocupación humana.

- (6) En consecuencia, a partir de ahora y, salvo mención expresa de lo contrario, todos los cuadros expresivos de la realidad climática del espacio estudiado procederán de los datos registrados en la estación de Tablada (Sevilla) por el Instituto Nacional de Meteorología.
- (7) No hay que olvidar que la prensa, en tanto que distribuidora comercial de información, se ocupa de los distintos temas con una intensidad tanto más grande cuanto mayor sea el interés suscitado por ese tema en la sociedad. Tampoco hay que olvidar, por otro lado, que la propia prensa, a través de sus publicaciones, influye sobre el interés colectivo, aumentando éste en aquellos aspectos que son objeto privilegiado de publicación.
- (8) Todos los cuadros y gráficos alusivos a la conmoción social generada por las sequías proceden de esta fuente de información, salvo que se aluda expresamente a lo contrario.

PRIMERA PARTE

LA SEQUIA COMO FENOMENO CLIMATICO



*En términos climáticos, la sequía se define como un déficit inusual en las condiciones hídricas, y se compone de dos caracteres fundamentales: su intensidad y su duración.*

*En consecuencia, el proceso de trabajo conducente a la definición y establecimiento de la sequía, consta de varias etapas sucesivas: en primer lugar, hay que elegir una magnitud expresiva de las condiciones hídricas; a continuación, es necesario fijar los valores que en ella se consideran habituales o normales; después, hay que establecer un proceso de medición del déficit que en cada momento se registra respecto a los valores habituales; por último, se fijará un sistema que permita conocer la duración total de los períodos deficitarios, o lo que*

es lo mismo, que permita aislar las diferentes secuencias secas.

Todo ello habrá de estar presidido por el objetivo de encontrar el parámetro que guarde la mayor relación posible con el proceso de utilización del agua en cada uno de los sectores afectados.

En este sentido hay que establecer una distinción clara entre la agricultura de secano por un lado, y el resto de los sectores económicos por otro.

En el primer caso hay dos caracteres determinantes a la hora de encontrar el parámetro expresivo del déficit hídrico: el contenido de agua del suelo -asiento de los distintos cultivos- y la ausencia de regulación del aporte de agua, que reduce la importancia del rasgo duración, consagrando como fundamental el momento concreto en que se registra la anomalía hídrica. Así, para la agricultura de secano necesitaremos un parámetro expresivo del grado de sequía del suelo, lo que podemos denominar la sequía edáfica.

El resto de los sectores económicos, por el contrario, dependen del aporte de agua suministrado por la precipi-

tación y regulado por las obras de ingeniería. con lo cual, el parámetro habrá de resaltar la importancia de la acumulación en el tiempo de déficits sucesivos. En este caso es el déficit de precipitación lo que nos interesa destacar, lo que podemos denominar la sequía pluviométrica.

Estas diferencias nos han llevado a analizar independientemente la sequía como fenómeno climático en uno y otro caso.

C A P I T U L O I

*LA SEQUIA PLUVIOMETRICA*

Antes de abordar el estudio de las sucesivas sequías pluviométricas que han acaecido en la Cuenca baja del Guadalquivir en el período de estudio, y dada la indefinición existente en torno al propio fenómeno de la sequía pluviométrica, se hace necesario un intento de conceptualización de tal fenómeno.

Las conclusiones que de él obtengamos serán las que luego aplicaremos al marco concreto de nuestro estudio.

#### 1.1. CONCEPTUALIZACION DE LA SEQUIA PLUVIOMETRICA.

Para el análisis de los sectores alimentados

con aguas reguladas, hemos seleccionado como magnitud más expresiva de las condiciones hídricas, la precipitación, buen exponente de los aportes de agua que recibe la zona. En ella hemos considerado los totales registrados mes por mes a lo largo del período de estudio, lo cual permite un grado suficiente de precisión para el análisis del comportamiento de las secuencias secas.

La profunda asimetría que presentan las curvas representativas de los totales mensuales, todas ellas con marcado sesgo positivo, imposibilita la consideración de la media aritmética como valor expresivo de las condiciones pluviométricas normales. En su lugar, hemos preferido tomar en consideración las medianas de las series mensuales, siempre inferiores a los correspondientes valores medios, pero más expresivas del hecho pluviométrico habitual.

Tres son los sistemas que se emplean con mayor frecuencia para medir el déficit hídrico registrado en un mes en relación con el valor considerado en él normal: la expresión del total pluviométrico de ese mes en forma de porcentaje respecto a la mediana, el período de re-

torno del total pluviométrico, y la diferencia entre dicho total y el valor normal del mes.

El primero de los sistemas apuntados, uno de los más utilizados (BLANCHET, 1977, VOIRON y otros, 1976, DEY, 1982, RASO y otros, 1981) parece más adecuado para la elaboración de estudios de sequías sobre amplios espacios y en los que interesa destacar especialmente la anomalía de los mecanismos pluviométricos generadores de la situación seca.

Sus ventajas fundamentales radican, por un lado, en la posibilidad de comparar déficits acaecidos en medios o períodos que se caracterizan por gozar de condiciones normales muy diferentes entre sí, y por otro lado, en el hecho de destacar lo inhabitual del déficit más que su magnitud real.

Estas propiedades otorgan, sin embargo, a la expresión un carácter demasiado abstracto, lo que la incapacita para reflejar la carencia real de agua que se experimenta en la zona. Así, un déficit de 5

litros quedará representado por el valor de un 100% en un mes cuya mediana alcanzara los 5 litros, pero se situaría sólo en un 5% en el caso de que la mediana del mes totalizara 100 litros. Sin duda, la diferencia entre un 100% y un 5% refleja con nitidez la distinta magnitud de las anomalías pluviométricas registradas en uno y otro caso, pero oculta en exceso el hecho de que en ambas situaciones el déficit de agua no es más que de 5 litros.

La expresión del total pluviométrico mensual a través de su período de retorno también se ha utilizado con cierta frecuencia como medida de la magnitud de la situación seca (VIVIAN, 1977) y ha servido de base para el establecimiento de umbrales de sequía ampliamente aceptados, tales como los quintiles o los deciles inferiores de precipitación (ARLERY y otros, 1973, 191, SAINTIGNON, 1970).

Este sistema, sin embargo, adolece a nuestro entender del mismo carácter abstracto que imputábamos al sistema anterior, reflejando mal, por tanto, la escasez de agua experimentada. Por otro lado, nos parece



más apto para el estudio de una situación seca concreta y aislada -cuya intensidad queda, en efecto, bien reflejada a través de su período de retorno- que para el análisis de una serie pluviométrica temporal en su conjunto.

Para este fin, y estando ante un espacio limitado, como es nuestro caso, el sistema más idóneo nos parece el tercero de los apuntados.

La diferencia entre el total de precipitación de un mes y su correspondiente mediana nos permite captar la intensidad de la deficiencia de agua, además de expresar convenientemente el sentido de la anomalía pluviométrica mensual. Porque, si bien es cierto que con este sistema se desdibuja algo el carácter excepcional de las distintas situaciones (no supone el mismo grado de sequía un déficit de 5 litros en el mes de Junio que en el mes de Diciembre), es cierto también que los efectos adversos generados por tal déficit variarán poco de producirse en un mes o en otro. Para nuestros propósitos, pues, el sistema resulta satisfactorio.

Nos queda por último, establecer la duración de las secuencias secas y cuantificar su intensidad, cuestiones que han sido tradicionalmente poco abordadas y en las que se plantean las mayores dificultades.

Lo habitual en la resolución de este tipo de problemas ha sido la compartimentación a priori del tiempo en años civiles o hidrológicos, y sólo en casos excepcionales se ha recurrido a algún procedimiento alternativo, y siempre, para determinar la intensidad y duración de secuencias secas concretas y aisladas.

Existen, sin embargo, muy pocos intentos de establecer un sistema general que permita fijar con precisión la aparición de secuencias secas en series largas de observación.

En este sentido merecen destacarse las propuestas realizadas por Pérez Cueva (1982 y 1983) en relación con la reciente sequía acaecida en el territorio peninsular. Tales propuestas aluden a dos métodos complementarios para el establecimiento de la duración e intensidad de las secuencias secas.

El primero de ellos consiste en la acumulación de las anomalías pluviométricas registradas en meses sucesivos. El resultado de tal sistema, al representarlo gráficamente, produciría, en teoría, una curva compuesta por tramos ascendentes y descendentes, resultantes los primeros de la acumulación de anomalías positivas, y los segundos, de anomalías negativas. Asimismo, ciertos tramos de la curva se situarían por encima del valor 0 y tomaría valores positivos, correspondiendo a las secuencias húmedas, y otros tendrían valores negativos, siendo los correspondientes a las secuencias secas.

El método, además de ser directo e inmediato, resulta de una lógica impecable, sin embargo, su aplicación práctica plantea problemas que llegan a invalidarlo.

Los problemas se derivan del hecho de que la precipitación es una magnitud continua, pero en la que existe un límite en el extremo inferior: el valor 0, en tanto que en el extremo superior el límite es inexistente. En consecuencia, los superavits tienden a presen-

tar mayores valores que los déficits, y cuando se acumulan las anomalías durante un período suficientemente largo, éstas acaban siendo siempre positivas y crecientes; las secuencias secas desaparecen como tales, sólo persiste la alternancia de tramos ascendentes y descendentes, pero con valores positivos y cada vez más altos, de manera que resulta imposible fijar los límites de inicio y fin de las distintas secuencias.

Como resultado de este mismo hecho se hace imposible comparar las intensidades de cada una de las secuencias; las secuencias iniciales del período siempre presentan valores inferiores a los registrados en las secuencias finales del mismo, y ello sin mencionar la inexactitud que se deriva de acumular anomalías obtenidas como desviaciones respecto a medianas diferentes, hecho que ha puesto de manifiesto el propio Pérez Cueva (1982).

El segundo de los métodos preconizados por este autor consiste en calcular el período de retorno o probabilidad de recurrencia de todas las posibles secuencias de 12 meses que aparecen en el período de observación, representando gráficamente el valor de cada

secuencia en el mes central de la misma. El resultado obtenido es una curva en la que aparecen tramos ascendentes y con valores superiores a un 50% de probabilidad, que corresponderían a las secuencias húmedas, y otros tramos descendentes y con valores de probabilidad inferiores al 50%, que marcarían la aparición de secuencias secas.

El método ofrece la ventaja fundamental de tomar en consideración toda la serie de valores de observación para caracterizar el grado de sequía de cada período de 12 meses, y ofrece además buenos resultados a la hora de delimitar las secuencias secas de duración superior al año; presenta, sin embargo, a nuestro entender, dos inconvenientes que reducen su virtualidad.

El primero de ellos, sería el de enmascarar las secuencias de duración inferior a los 12 meses, y éstas, en términos pluviométricos estrictos, son períodos secos con el mismo carácter que los más duraderos, aunque, presumiblemente, en un sistema socio-económico bien adaptado a la naturaleza variable del recurso agua no producirán efectos adversos muy marcados.

*El segundo inconveniente radica en el alto grado de abstracción que presentan los resultados con él obtenidos, y que se hace patente en tres hechos fundamentales:*

*- El valor que se asigna a cada mes en la representación gráfica no refleja el grado real de la sequía experimentada en ese mes, sino en el conjunto de los 12 meses que lo rodean; refleja, pues, lo que sucedía con anterioridad a ese mes y lo que sucederá después, de ahí que meses realmente secos puedan aparecer clasificados como húmedos y viceversa.*

*- Por otro lado, el valor de cada mes se acumula a los seis meses que lo preceden y los seis que le suceden, pero se prescinde del resto de la serie de observaciones, y en secuencias secas suficientemente largas, la intensidad de sequía experimentada en un mes dado puede venir determinada por déficits acaecidos en situaciones mucho más remotas.*

*- Por último, no parece existir ningún criterio objetivo que conduzca a la elección de períodos de 12 meses como unidad de medida; la elección de períodos*

de 9, 18, 24 ó 30 meses podría haber estado igualmente justificada.

Ante estas dificultades, nosotros hemos preferido optar por un método alternativo para el establecimiento de la duración e intensidad de las secuencias secas. Este método, que se inspira en las ideas de base de la primera propuesta comentada, pretende evitar sus inconvenientes, manteniendo, sin embargo, sus caracteres de precisión y concreción.

Con respecto a la determinación de la duración de las distintas secuencias secas, el problema que presentaba la primera propuesta metodológica de Pérez Cueva se derivaba de la acumulación de las anomalías positivas, las cuales, al ser en general mayores que las negativas, acababan anulando a éstas.

Para obviar esta dificultad hemos optado por seguir la propuesta comenzando a acumular los déficits a partir del primer mes con anomalía negativa del período de estudio, pero interrumpiendo las acumulaciones a partir del mes en que éstas conducen a resultados positivos. En ese momento puede considerarse

restablecida e incluso superada la situación de normalidad pluviométrica; la sequía ha terminado.

Esta situación de normalidad o excedente se mantendrá hasta el momento en que vuelva a registrarse algún mes con anomalía pluviométrica negativa. En ese mes se iniciará una nueva secuencia seca, que persistirá en tanto que la acumulación de anomalías mensuales conduzca a resultados negativos, y que se interrumpirá de nuevo cuando los resultados de las sucesivas acumulaciones alcancen valores positivos. Será de nuevo la ocasión de interrumpir las acumulaciones hasta la aparición del próximo mes con anomalía negativa y así sucesivamente.

Porque, en realidad, la acumulación de excedentes por encima de la normalidad, que era el principal obstáculo para la aplicación de esta metodología, no interesa en absoluto para nuestros propósitos.

Cualquier mes que registre una anomalía pluviométrica negativa será seco en términos climáticos, independientemente de que con anterioridad se hayan producido abun-



dantes excedentes. Estos podrán contribuir a atenuar los efectos perjudiciales generados por la situación seca, contribuyendo así a configurar el carácter socio-económico de la misma, pero en términos pluviométricos estrictos, su calificación de secuencia seca permanece inmutable.

Como única excepción a la aplicación del método, nos hemos permitido continuar las acumulaciones de anomalías cuando éstas eran positivas, en aquellas ocasiones en que los superavits eran escasos y breves y aparecían además rodeados por períodos de intensa sequía.

Con respecto a la cuantificación de la intensidad de la sequía, la propuesta presentaba además un segundo inconveniente, consistente en la inexactitud derivada de la acumulación de anomalías obtenidas en relación con medianas diferentes. De hecho, se comprueba que la suma de dos anomalías mensuales no tiene por qué coincidir con la anomalía registrada por el total de precipitación recibido durante esos dos meses respecto a la correspondiente mediana de la serie de secuencias bimensuales.

En consecuencia, para cuantificar la intensidad de sequía registrada en cada una de las secuencias previamente delimitadas, hemos optado por poner en relación el total pluviométrico de cada secuencia de  $x$  meses de duración con la precipitación considerada normal (la mediana) de las secuencias de esa misma duración y esa misma posición dentro del año.

Así, en el hipotético caso de que hubiéramos delimitado como seca la secuencia formada por los meses de Enero, Febrero y Marzo de 1943, definiríamos la intensidad de sequía experimentada en el mes de Enero como la diferencia entre el total pluviométrico recibido en Enero de 1943 y la mediana de la serie formada por todos los meses de Enero del período de observación.

La intensidad registrada en Febrero de 1943 se obtendría como la diferencia entre el total pluviométrico registrado en el período Enero-Febrero de 1943 y la mediana de la serie constituida por las secuencias bimensuales Enero-Febrero del período.

La intensidad registrada en Marzo de 1943 se obtendría como la diferencia entre el total pluviométrico

trico de los meses de Enero, Febrero y Marzo de 1943 y la mediana de la serie formada por todas las secuencias Enero-Febrero-Marzo del período de observación.

A través de este método obtenemos para cada secuencia su intensidad global, que sería la anomalía registrada en el mes final de la misma, la intensidad registrada en cada mes y la intensidad máxima de la secuencia, que corresponderá al mes en que se registre la anomalía más baja.

Dado que los valores de intensidad así cuantificados integran las situaciones secas precedentes, puede afirmarse que con este sistema los caracteres de intensidad y duración aparecen reflejados en su verdadera interconexión, apareciendo en general, una intensidad de sequía tanto más acusada cuanto más se prolonga la situación seca. Así, los momentos de máxima intensidad de cada secuencia suelen coincidir con los meses finales de las mismas, aún cuando en esos meses las anomalías pluviométricas individuales no sean muy marcadas. La constatación de este hecho, coincidente con el propio proceso de experimentación del impacto de la sequía, aboga de

nuevo en favor de la adecuación del sistema para reflejar el grado de sequía registrado en cada momento.

## 1.2. LAS SEQUIAS PLUVIOMETRICAS EN LA CUENCA BAJA DEL GUADALQUIVIR.

Antes de proceder a la identificación de las secuencias secas que existen en nuestro período de estudio, analizaremos el fenómeno de la sequía en las dos escalas temporales que con más frecuencia se utilizan para expresar el comportamiento de las precipitaciones: la escala anual, más sintética, y la escala mensual, más detallada.





### 1.2.1. Las precipitaciones anuales.

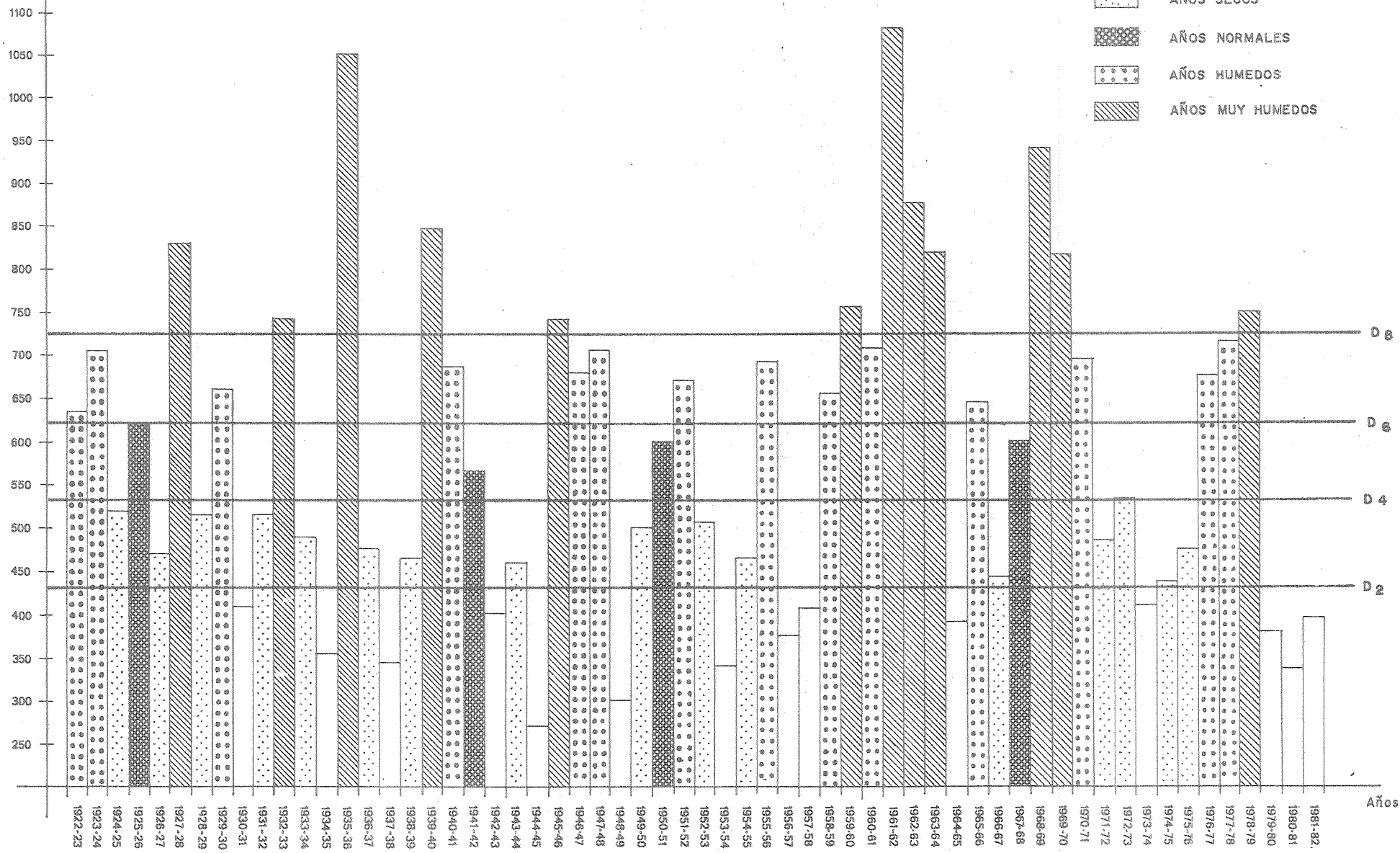
En el gráfico 1.1. aparecen representados los totales anuales de precipitación registrados en la estación de Tablada a partir de 1922, fecha de puesta en funcionamiento del observatorio.

Se trata de una serie aleatoria, tal como se desprende de los resultados obtenidos tras la aplicación a sus valores del test de aleatoriedad de Von Neumann

P.m.m.

GRAFICO I.: PRECIPITACIONES ANUALES EN TABLADA

-  AÑOS MUY SECOS
-  AÑOS SECOS
-  AÑOS NORMALES
-  AÑOS HUMEDOS
-  AÑOS MUY HUMEDOS



Años

(GROUPE CHADULE, 1974) (1). En consecuencia, hemos renunciado a buscar líneas de tendencia secular o movimientos cíclicos o periódicos que supusieran la existencia de alguna organización en la serie.

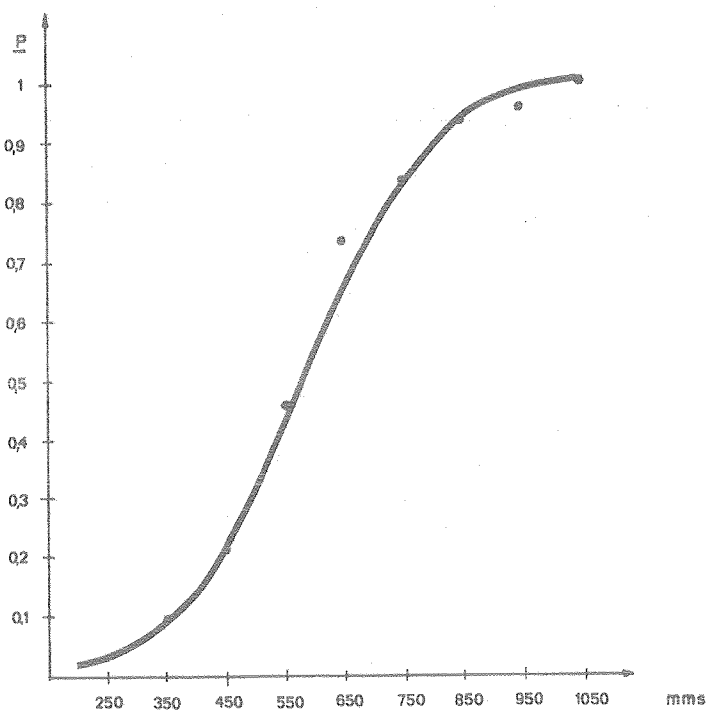
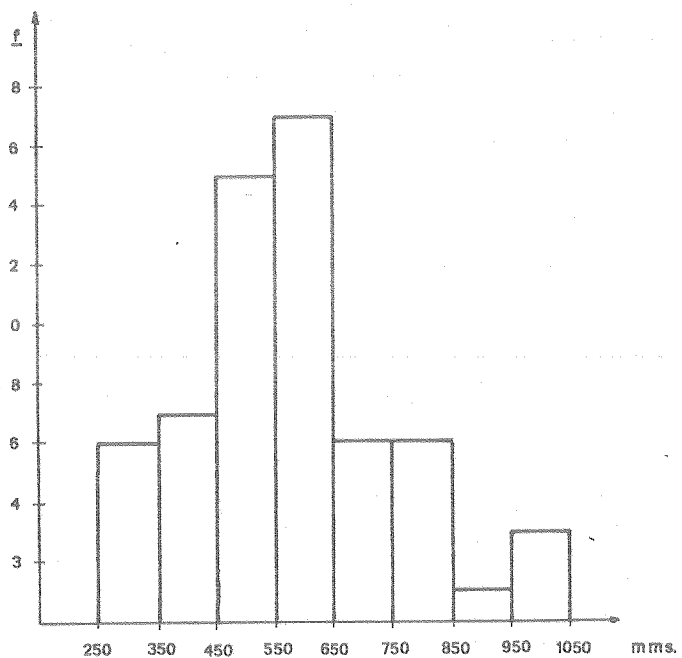
Para captar en sus rasgos generales el comportamiento de la precipitación hemos agrupado los valores anuales en intervalos, obteniendo el histograma de frecuencias que aparece en el gráfico 1.2.

De él se desprende, la gran irregularidad que caracteriza a la serie, con valores comprendidos entre 1080,3 mms. de precipitación (año hidrológico 1961-62) y 270,8 mms. (año 1944-45), que le otorgan un índice de irregularidad interanual de 3,99 unidades.

El mismo fenómeno se detecta a través del coeficiente de variación, que alcanza el valor de 0,298 unidades, como resultado de la existencia en la serie de una media aritmética de 579,8 mms. y una desviación típica de 172,8.

Los valores de precipitación más frecuentes se sitúan en el intervalo comprendido entre 550 y 650

GRAFICO 1.2: TOTALES ANUALES DE PRECIPITACION EN TABLADA  
 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS Y CURVA AJUSTADA  
 EN FUNCION DE LA LEY NORMAL



mms. Este intervalo incluye además el valor de la media aritmética, a pesar de la ligera asimetría positiva que presenta el histograma, y que sería resultado de la mayor abundancia de años con escasos valores de precipitación que de años muy húmedos.,

No impide tampoco esta ligera asimetría el que la distribución se ajuste a una ley normal. La diferencia máxima entre las frecuencias observadas y las esperadas, que se produce en el intervalo 550-650 mms., sólo alcanza el valor de 0,081, válido para cualquier nivel de significación con arreglo al test de kolmogorov-Smirnov (ver gráfico 1.2.).

En función de este ajuste, hemos calculado los deciles de precipitación anual, y entre ellos hemos destacado los deciles segundo, cuarto, sexto y octavo, coincidentes con los quintiles de la serie, los cuales, por recomendación de la Organización Meteorológica Mundial, sirven para delimitar los años muy secos, secos, normales, húmedos y muy húmedos (ARLERY y otros, 1973).



Siguiendo este criterio, encontramos en el período de nuestro estudio un total de 11 años muy secos y 9 años secos (ver gráfico 1.1.).

Dentro de los años muy secos habría que distinguir a su vez los años 1944-45, 1948-49, 1953-54 y 1980-81, que se caracterizan por su particular indigencia pluviométrica, situándose por debajo del primer decil, y produciéndose, en consecuencia, totales similares menos de una vez cada 10 años.

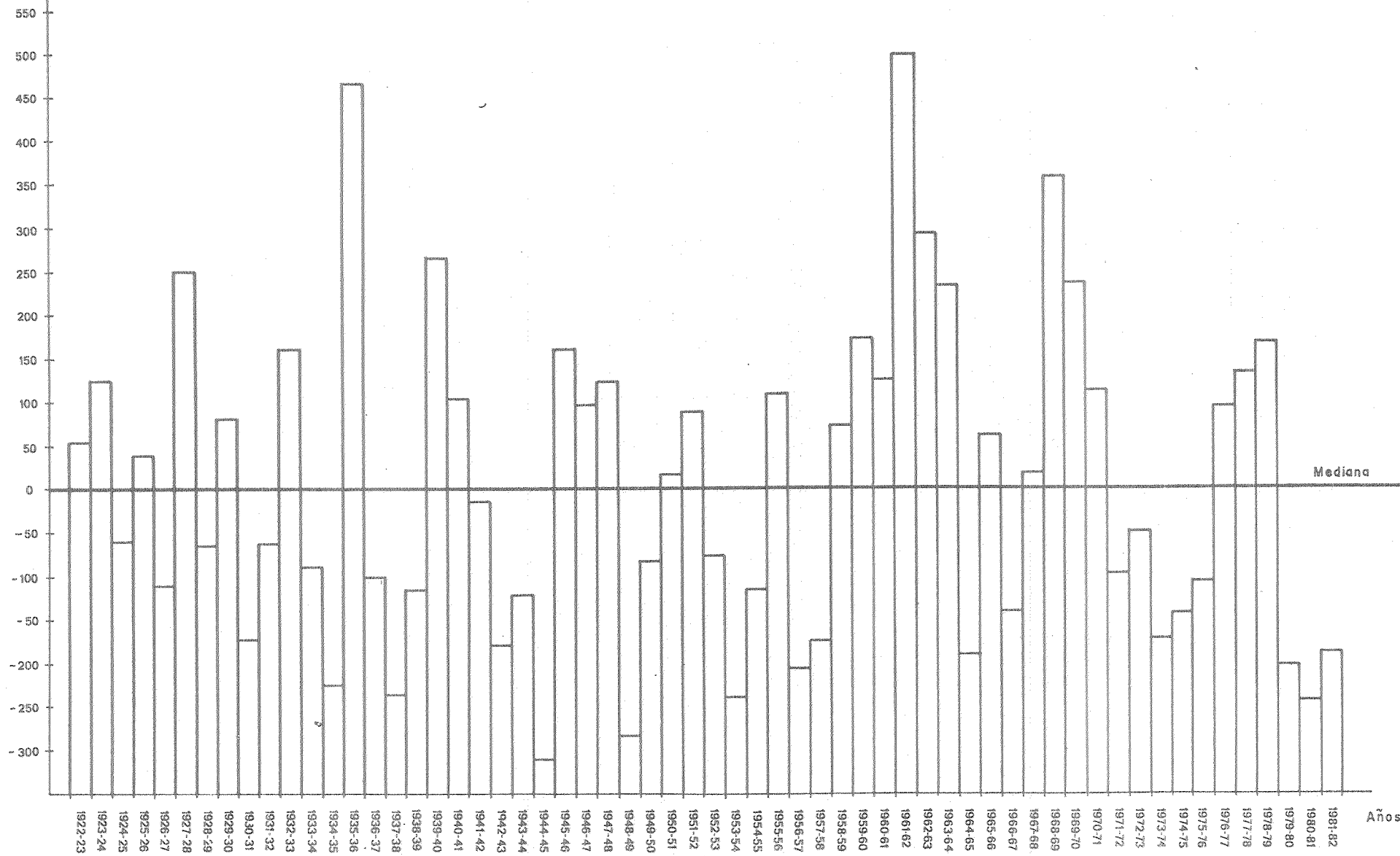
En los años secos también se puede establecer una matización, aunque ahora, de sentido opuesto a la anterior. Destacan los años 1949-50, 1952-53 y 1972-73, que se aproximan ya a los valores normales de la serie, al situarse entre los deciles tercero y cuarto.

Para fijar con más precisión la intensidad de la sequía que caracteriza a estos años, hemos expresado sus totales de precipitación como anomalías respecto al valor normal de la serie: la mediana. (Ver gráfico 1.3.).

Todos los años secos registran déficits superiores

GRAFICO 1.3: ANOMALIAS DE LA PRECIPITACION ANUAL RESPECTO A LA MEDIANA DE LA SERIE EN TABLADA PARA EL PERIODO 1922-1982

Anomalías  
mm.



Mediana

Años

a los 45 mms. Estos déficits superan los 165 mms en todo el conjunto constituido por los años muy secos y se sitúan por encima de los 235 mms, de precipitación en los años excepcionalmente secos, aquellos situados por debajo del primer decil. El déficit máximo se alcanza en el año hidrológico 1944-45, con 309 litros de déficit de agua.

No parece existir ninguna tendencia fija en el agrupamiento de los años entre sí. De los años muy secos, tres están precedidos por otro también muy seco, otros tres aparecen precedidos por un año seco y los cinco restantes se sitúan tras años húmedos o normales.

Los años secos registran un comportamiento similar; cuatro de ellos vienen precedidos por un año muy seco, dos se sitúan tras un año seco y los otros tres aparecen tras años húmedos o normales (ver gráfico 1.1.).

Se configuran, sin embargo, en el período algunas secuencias secas que merecen destacarse:

- La secuencia 1971-72--1975-76, formada por cuatro años secos que rodean a uno central muy seco y que, con un total de 2344 mms. de precipitación, se constituye en la segunda secuencia de cinco años más seca del período, sólo superada por la secuencia 1953-54--1957-58.
- La secuencia 1979-80--1981-82, la secuencia trianual más seca que se produce, con tres años muy secos que apenas totalizan conjuntamente 1111 mms. de agua.
- Las secuencias 1952-53--1954-55 y 1942-43--1944-45, que ocupan la tercera y quinta posición respectivamente en la clasificación de las secuencias trianuales.
- Las secuencias 1956-57--1957-58 y 1948-49--1949-50, respectivamente, la cuarta y quinta secuencia bianual más seca del período.
- Por último, los años hidrológicos 1964-65 y 1966-67, aparecen como años secos aislados.

### 1.2.2. Las precipitaciones mensuales.

Las irregularidad es también la nota dominante en la distribución de las precipitaciones mensuales, como se refleja en los histogramas de frecuencias representados

en el gráfico 1.4.

A esta irregularidad se añade ahora además, una marcada asimetría positiva en todos los casos, consecuencia de la cual surge la imposibilidad de considerar a los valores medios de las series como valores normales o habituales, siendo aquellos sustituidos por las respectivas medianas.

Además, esta asimetría ha determinado que en ningún caso las series se distribuyan con arreglo a la ley normal, ajustándose en unos casos (Enero, Febrero, Mayo, Septiembre y Octubre) a la ley gamma incompleta y en los demás (Marzo, Abril, Junio, Julio, Agosto, Noviembre y Diciembre) a la ley log-normal. El test de kolmogorov-Smirnov como criterio de validez de los ajustes ofreció siempre resultados satisfactorios (ver Cuadro 1.1.).

Estos ajustes nos han permitido calcular los deciles mensuales de precipitación, obteniendo de este modo los regímenes probables de lluvia (ver gráfico 1.5.).

GRAFICO 14: HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES EN TABLADA

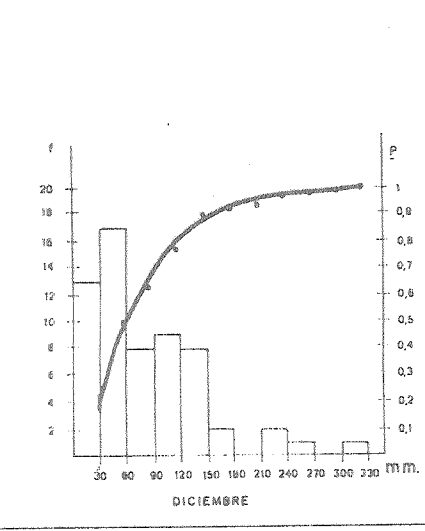
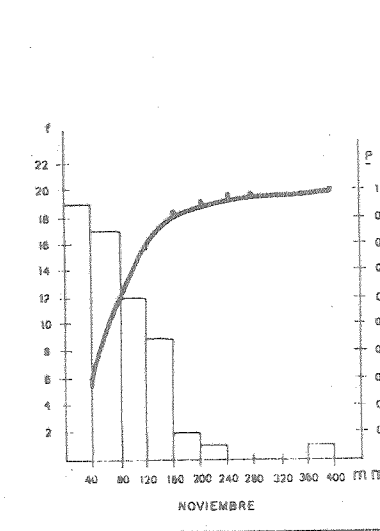
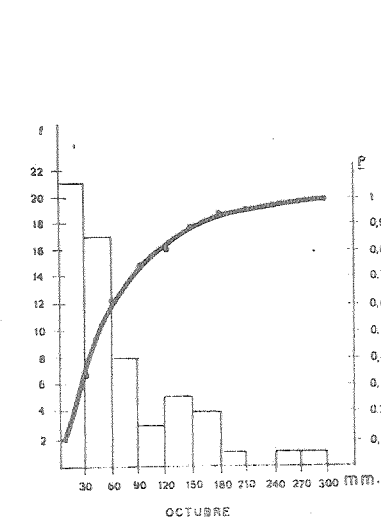
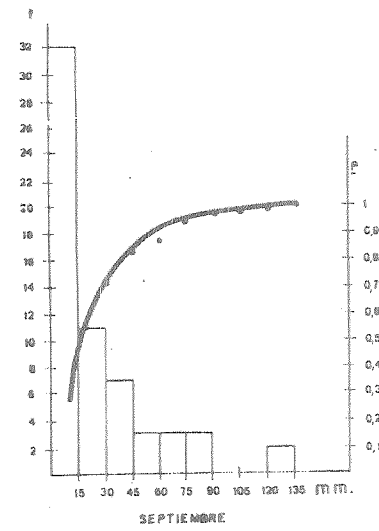
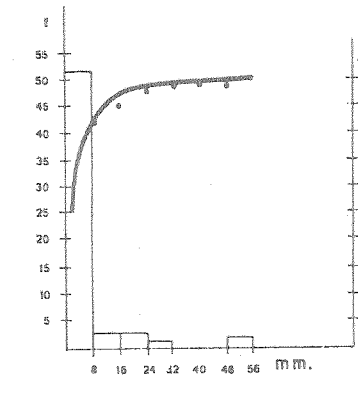
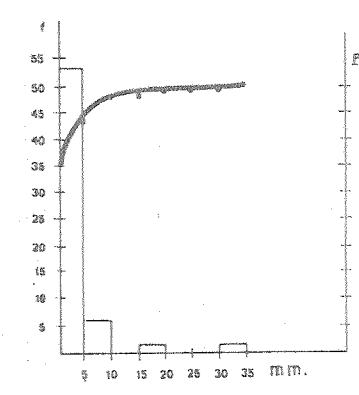
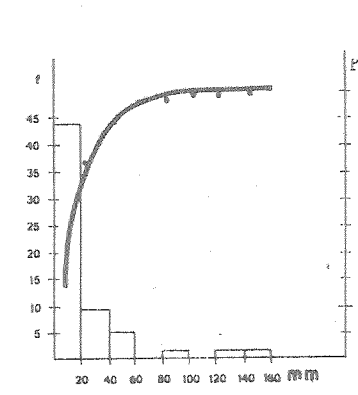
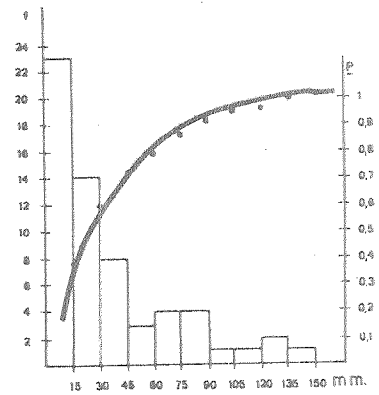
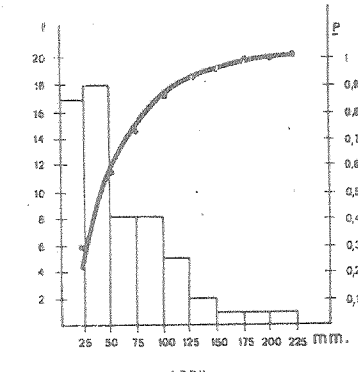
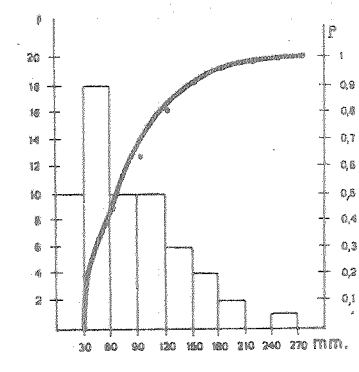
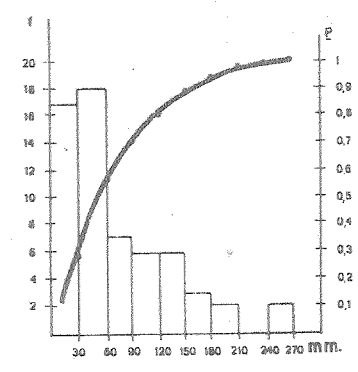
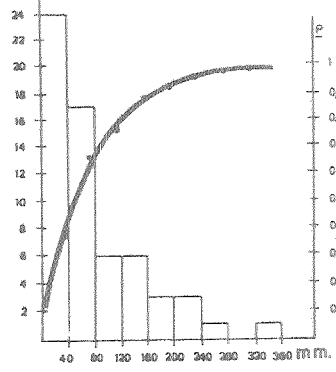
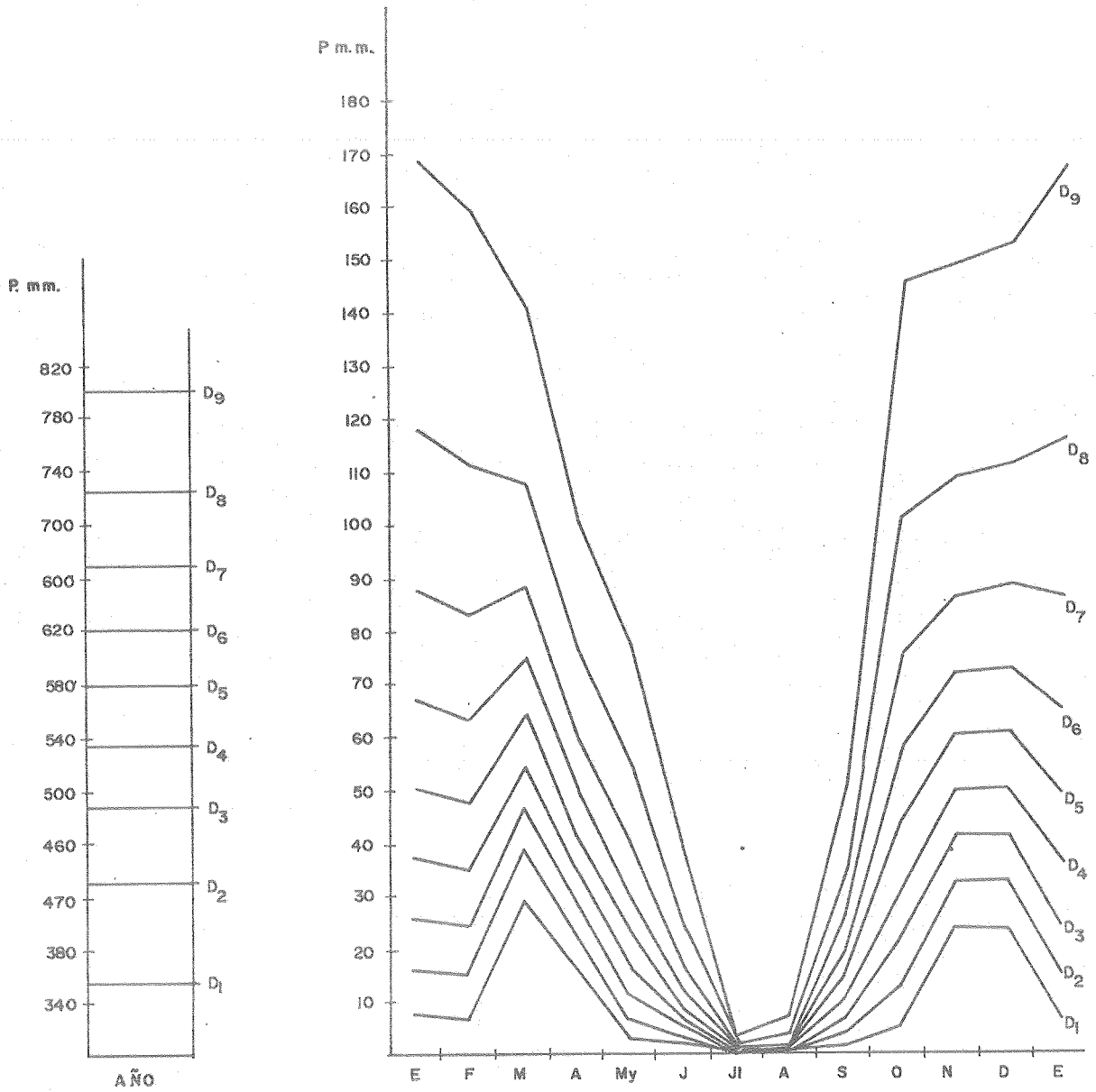


GRAFICO 1.5: DECILES DE PRECIPITACION EN TABLADA



VALORES DE C EN EL TEST DE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
PARA EL AJUSTE DE LAS SERIES MENSUALES DE PRECIPITACION EN TABLADA\*

<u>MESES</u>	<u>C</u>
Enero	0,0347
Febrero	0,0724
Marzo	0,0800
Abril	0,0800
Mayo	0,0380
Junio	0,0290
Julio	0,0559
Agosto	0,0540
Septiembre	0,0595
Octubre	0,0430
Noviembre	0,0540
Diciembre	0,0750

(\*) Los umbrales del valor de C para 61 grados de libertad son respectivamente:

0,156, para un nivel de significación del 90%.

0,174, para un nivel de significación del 95%.

0,208, para un nivel de significación del 99%.



Aparte de la utilidad prospectiva que tales regímenes pueden tener, nos interesa destacar por el momento la expresión de la irregularidad pluviométrica y del riesgo de sequía que de ellos se deriva.

La observación del gráfico destaca como meses más variables del año los de Enero y Febrero, a partir de los cuales la variabilidad comienza a disminuir, con un salto cuantitativo importante en el mes de Marzo. En este mes, un aumento considerable de los deciles inferiores produce unas condiciones de mayor estabilidad pluviométrica, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de sequía.

A partir de Marzo, el proceso de disminución de la variabilidad -que continuará hasta alcanzar su mínimo en Julio- se produce a costa de un descenso de los deciles superiores. Así pues, a lo largo de la primavera y el verano van reduciéndose progresivamente los riesgos de lluvias cuantiosas, apareciendo con nitidez lo que es quizá el único rasgo verdaderamente estable de nuestro clima: la sequía estival (en Julio existe una

una probabilidad del 90% de que no se superen los 4 mms. de precipitación).

Ya en Septiembre la sequía estival ha perdido gran parte de su regularidad y ésta desaparece totalmente en Octubre, al presentar este mes una probabilidad de un 10% de que puedan superarse los 147,6 mms.

De nuevo en Noviembre y Diciembre surge una discontinuidad, y en el mismo sentido que la apuntada, para el mes de Marzo: nuevo aumento de los deciles inferiores que reduce considerablemente el riesgo de sequía.

Se nos configuran así tres tipos específicos de meses a lo largo del año:

- Los meses de Enero, Febrero y Octubre, meses de máxima variabilidad pluviométrica y en los que hay que asumir la posibilidad de acaecimiento, tanto de lluvias cuantiosas, como de déficits acusados.

- Los meses de Marzo, Abril, Noviembre y Diciembre, en los que se reducen mucho los riesgos de sequía, aunque mantienen una alta variabilidad, en virtud de la presencia probable de totales de precipitación elevados.
- Los meses estivales en sentido amplio, incluyendo el período comprendido entre Mayo y Septiembre, que se caracterizan por tener condiciones casi permanentes de escasez de agua. (En los meses de Julio y Agosto habría que suprimir los paliativos, para hablar de condiciones permanentes de profundo estiaje).

Este mismo hecho se refleja en el carácter tan diferente que adquiere en cada tipo de mes la sequía, tal como ésta es definida por la Organización Meteorológica Mundial.

Los meses del primer tipo (Enero, Febrero y Octubre) a los que puede añadirse el mes de Abril, serán secos cuando su precipitación alcance un total inferior a aproximadamente 35 mms. (valor de su decil cuarto) y muy secos cuando este total no rebase los

15 mms. (valor del decil segundo).

Los meses del segundo tipo (Marzo, Noviembre y Diciembre) serán considerados secos con precipitaciones por debajo de los 50-55 mms. y muy secos, con lluvias inferiores a unos 35 mms.

Mayo, Junio y Septiembre alcanzarán la categoría de secos cuando totalicen menos de 10-15 litros de lluvia y de muy secos, si estas lluvias no superan los 5-7 litros.

Por último, Julio y Agosto necesitan registrar precipitaciones inferiores a la unidad para ser clasificados bajo cualquiera de las dos categorías.

Estas situaciones de anomalía pluviométrica acusada se han registrado en numerosas ocasiones en nuestro período de estudio, sobre todo en los meses estivales, como se pone de manifiesto en el cuadro 1.2.

Además, en ocasiones estas anomalías se han producido encadenadas, determinando la aparición de

C U A D R O 1.2

MESES SECOS Y MUY SECOS ACAECIDOS EN EL PERIODO 1940-1982

<u>MESES</u>	<u>Nº meses muy secos</u>	<u>Nº meses secos</u>
Enero	6	8
Febrero	8	7
Marzo	9	8
Abril	10	8
Mayo	8	8
Junio	17	8
Julio	30	-
Agosto	27	-
Septiembre	15	4
Octubre	8	8
Noviembre	13	7
Diciembre	12	8

secuencias, a veces largas, de déficits pluviométricos.

En el Cuadro 1.3. hemos registrado el porcentaje de veces en que se han producido secuencias de 2,3....n meses secos o muy secos a partir de cada uno de los 12 meses del año.

Es destacable en primer lugar el hecho de que nunca hay un porcentaje de más del 50% de que se produzca una secuencia seca de 2 meses. El mes que registra un porcentaje más elevado -julio- sólo alcanza el valor del 47,6%.

Los meses que mayores probabilidades presentan de ser sucedidos por otro mes seco son los meses estivales de Julio y Agosto, seguidos a prudencial distancia por Mayo y Junio. En el resto de los meses la probabilidad de que ésto suceda es siempre inferior al 20%. Así, el verano, que ya registra los totales de precipitación más exigüos, es el período que también registra con mayor frecuencia anomalías pluviométricas negativas muy marcadas con respecto a su mediana, sin duda, por el elevado número de ocasiones en que las precipitaciones son nulas.

C U A D R O    1.3

FRECUENCIA DE APARICION DE SECUENCIAS DE MESES SECOS EN EL PERIODO 1940-1982

Meses secos	<u>ENE</u>		<u>FEB</u>		<u>MAR</u>		<u>ABR</u>		<u>MAY</u>		<u>JUN</u>		<u>JUL</u>		<u>AGO</u>		<u>SEP</u>		<u>OCT</u>		<u>NOV</u>		<u>DIC</u>	
	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>	<u>f</u>	<u>%</u>
2 meses	6	13,9	7	16,3	7	16,3	7	16,3	11	26,2	16	38	20	47,6	12	28,6	8	19	5	11,9	7	16,7	6	14,3
3 meses	3	7	4	9,3	3	7	5	11,6	7	16,7	11	26,2	9	21,4	3	7,1	6	14,3	3	7,1	2	4,8	4	9,5
4 meses	1	2,3	2	4,6	1	2,3	3	7	5	11,9	4	9,5	3	7,1	3	7,1	2	4,8	1	2,4	1	2,4	1	2,4
5 meses	-	-	1	2,3	-	-	2	4,6	2	4,8	2	4,8	3	7,1	1	2,4	-	-	-	-	1	2,4	-	-
6 meses	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,4	2	4,8	1	2,4	-	-	-	-	-	-	1	2,4	-	-
7 meses	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 meses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Los meses de Enero, Marzo, Septiembre, Octubre y Diciembre son los que registran probabilidades menores de constituir largas secuencias secas; como máximo en cada caso vienen seguidos por otros tres meses secos, formando así secuencias que nunca rebasan los cuatro meses.

Les siguen los meses de Febrero, Abril y Agosto, que en una ocasión llegaron a iniciar una secuencia de cinco meses secos.

En Junio, Julio y Noviembre, la secuencia máxima por ellos iniciada alcanza la duración de seis meses. Este fenómeno, que en Junio y Julio es esperable por su posición en el corazón del estiaje y ante los meses otoñales, de gran variabilidad pluviométrica, en Noviembre resulta más llamativo; de hecho, sus características son totalmente distintas a las de los meses que lo rodean (Octubre y Diciembre), ambos iniciando secuencias de una duración máxima de cuatro meses. El año hidrológico 1979-80 es el responsable de esta situación anómala, la cual, por otra parte, presenta una probabilidad de



de acaecimiento muy baja.

Por último, el mes de Mayo es el que presenta mayores probabilidades de ser sucedido por largas secuencias de meses secos. Su posición en el inicio del verano explicaría este carácter.

Habría que concluir de todo ello que, salvo en el estiaje, las probabilidades de que las anomalías pluviométricas negativas extremas se repitan durante meses sucesivos no son demasiado elevadas. Así, fuera de este período veraniego las probabilidades de aparición de secuencias de tres meses secos son siempre inferiores a un 10%, y en las secuencias de cuatro meses esta probabilidad se reduce a cifras inferiores a un 5%

### 1.2.3. Las secuencias secas.

Estas conclusiones relativamente esperanzadoras se ensombrecen al considerar que han sido obtenidas a través de un sistema que prescinde de un buen número de meses deficitarios: todos aquellos cuyas anomalías

negativas son inferiores al límite fijado por el cuarto decil. Si incluimos en nuestra consideración todos estos meses, los resultados son más desalentadores, pero más acordes con la realidad pluviométrica de la zona.

Esta pretensión de mayor verismo es la que persigue la propuesta metodológica que realizamos con anterioridad, para el establecimiento de la duración e intensidad de las secuencias secas.

Los resultados de su aplicación al marco de nuestro estudio aparecen reflejados en el gráfico 4.1. En él se pone de manifiesto la existencia en la zona, para el período de estudio, de un total de cuarenta y seis secuencias secas, las cuales se han ordenado de mayor a menor duración en el Cuadro 1.4.

Sólo siete de las cuarenta y seis secuencias rebasan la duración anual y ninguna de ellas consigue alcanzar los cuatro años de duración. Se aproxima a esta cifra la secuencia Noviembre 1972 - Agosto 1976, la más larga del período, aunque no la más intensa. Este calificativo corresponde a la secuencia Noviembre 1979

## CUADRO 1.4.

## SECUENCIAS SECAS REGISTRADAS EN LA ESTACION DE TABLADA DURANTE EL PERIODO 1940-1982

<u>Nº orden</u>	<u>Secuencias</u>	<u>Duración (nº meses)</u>	<u>Intensidad global (déficit mms.)</u>	<u>Intensidad máxima (déficit mms.)</u>	<u>Fecha</u>
1	Nov 72-Ago 76	46	-604	-650	Feb 76
2	Nov 79-Ago 82	34	-702	-717	Jul 82
3	May 56-Nov 58	31	-491	-491	Nov 58
4	May 43-Nov 45	31	-448	-487	Oct 45
5	Jun 48-Nov 50	30	-423	-423	Nov 50
6	May 53-Sep 55	29	-400	-419	Nov 54
7	Mar 66-Sep 67	19	-287	-287	Sep 67
8	Feb 70-Nov 70	10	-148	-148	Nov 70
9	Mar 77-Oct 77	8	-154	-170	Sep 77
10	Jun 46-Ene 47	8	-83	-138	Dic 46
11	Dic 60-Jun 61	7	-105	-144	Abr 61
12	Mar 65-Sep 65	7	-61	-114	Ago 65
13	Abr 51-Oct 51	7	-95	-95	Oct 51
14	Feb 40-Ago 40	7	-59	-85	Abr 40
15	Jun 64-Dic 64	6	-99	-99	Dic 64
16	Abr 79-Sep 79	6	-94	-94	Sep 79
17	Abr 47-Sep 47	6	-49	-83	Ago 47
18	Abr 72-Sep 72	6	-47	-59	Ago 72
19	Sep 71-Ene 72	5	-91	-184	Dic 71
20	Nov 52-Mar 53	5	-129	-129	Mar 53
21	Ene 59-Abr 59	4	-117	-117	Abr 59
22	Dic 41-Mar 42	4	-76	-115	Feb 42
23	Nov 42-Mar 43	4	-84	-84	Feb 43
24	May 42-Ago 42	4	-38	-38	Ago 42
25	May 41-Ago 41	4	-18	-25	Jun 41
26	Sep 78-Nov 78	3	-100	-100	Nov 78
27	Dic 51-Feb 52	3	-98	-98	Feb 52
28	Dic 67-Ene 68	2	-123	-123	Ene 68
29	Feb 71-Mar 71	2	-82	-82	Mar 71
30	Nov 40-Dic 40	2	-61	-61	Dic 40
31	Mar 48-Abr 48	2	-39	-53	Mar 48
32	Sep 68-Oct 68	2	-31	-31	Oct 68
33	Dic 65-Ene 65	2	-24	-30	Dic 65
34	Abr 69-May 69	2	-19	-19	May 69
35	Ene 78	1	-42	-42	Ene 78
36	Dic 69	1	-40	-40	Dic 69
37	Mar 78	1	-39	-39	Mar 78
38	Nov 62	1	-35	-35	Nov 62
39	Oct 63	1	-32	-32	Oct 63
40	Ene 64	1	-30	-30	Ene 64
41	Mar 63	1	-25	-25	Mar 63
42	May 41	1	-22	-22	May 41
43	Oct 41	1	-21	-21	Oct 41
44	Abr 60	1	-14	-14	Abr 60
45	Feb 62	1	-11	-11	Feb 62
46	Dic 68	1	-11	-11	Dic 68

- Agosto 1982, de sólo treinta y cuatro meses de duración, pero con una intensidad global de -702 mms. y una intensidad máxima que llega a alcanzar los -717 mms. en el mes de julio de 1982.

El resto de las siete grandes secuencias registran intensidades paralelas a sus respectivas duraciones, y siempre superiores a las registradas en las secuencias de duración inferior al año.

De entre éstas últimas merecen destacarse la secuencia Febrero-Noviembre 1970, con diez meses de duración y la secuencia Marzo-Octubre 1977, algo menos prolongada (sólo ocho meses de duración), pero con una intensidad que en su punto máximo alcanza el valor de -170 mms.

Para finalizar destacaremos solamente la abundancia de secuencias de uno y dos meses -doce en el primer caso y siete en el segundo-, presumiblemente, con un impacto socio-económico nulo, aún cuando en algunos casos llegan a presentar déficits considerables.

(1) Con arreglo a este test, la serie analizada se considera aleatoria cuando el resultado final se aproxima a 2.

En nuestro caso, el test proporcionó un valor de 1,648, sólo distante en 0,352 unidades del valor ideal.

PRECIPITACIONES MENSUALES EN LA ESTACION DE TABLADA (SEVILLA) DURANTE EL PERIODO 1922-1982

(l/m<sup>2</sup>)

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1922	67	19	120	8	6	23	0	8	3	192	9	89	544
1923	6	62	8	200	12	48	7	1	12	40	215	9	620
1924	49	123	184	58	16	1	0	0	16	49	124	53	673
1925	0	62	17	12	55	129	4	0	1	23	121	157	581
1926	26	148	38	41	65	0	0	1	1	128	89	1	538
1927	32	61	47	16	61	34	0	0	0	119	124	236	730
1928	6	57	127	107	42	14	0	0	120	22	73	66	634
1929	6	54	44	66	24	6	34	0	45	22	62	51	414
1930	85	39	46	130	20	157	6	0	5	5	55	57	605
	277	625	631	638	301	412	51	10	203	600	872	719	5.339
1931	50	7	190	27	13	0	0	0	17	130	70	7	511
1932	53	55	120	43	10	14	0	0	80	31	155	147	708
1933	131	47	94	12	22	21	4	0	0	115	105	89	640
1934	3	15	52	111	2	0	0	0	0	1	117	84	385
1935	0	24	26	24	72	7	0	0	1	57	53	111	375
1936	170	176	252	96	122	7	0	0	0	38	52	23	936
1937	204	19	93	49	1	0	0	1	2	148	59	35	611
1938	3	6	12	37	43	0	0	0	50	10	33	120	314
1939	102	41	31	25	3	49	0	0	68	251	80	121	771
1940	141	30	82	7	32	18	0	17	22	85	56	21	511
	857	420	952	431	320	116	4	18	240	866	780	758	5.762
1941	216	123	44	90	11	7	4	7	50	19	146	24	741
1942	38	29	124	129	9	0	0	0	14	129	34	56	562
1943	21	5	96	31	8	0	7	0	29	33	12	97	339
1944	2	84	47	81	19	4	4	48	20	33	37	19	398
1945	69	0	51	0	11	31	0	0	0	45	135	136	478
1946	56	40	118	68	143	2	0	0	4	35	38	30	534
1947	125	263	164	9	9	0	0	0	60	67	86	47	830
1948	168	90	13	75	96	2	0	3	0	24	1	108	580
1949	6	1	57	70	8	15	7	1	121	0	57	85	428
1950	50	32	67	8	77	0	2	0	68	13	53	119	489
	751	667	781	561	391	61	24	59	366	389	599	721	5.379
1951	58	96	127	41	21	4	0	0	17	18	195	41	618
1952	45	22	148	34	87	47	0	18	19	78	30	44	572
1953	43	49	64	170	3	6	0	0	6	39	12	99	491
1954	29	31	75	41	9	1	0	0	0	12	35	63	296
1955	148	96	80	4	28	1	1	0	10	153	93	66	680
1956	55	49	160	82	1	0	0	26	16	20	48	43	500
1957	17	43	33	100	29	28	1	0	41	53	79	33	457
1958	47	11	93	25	11	2	0	14	2	35	35	319	594
1959	34	41	59	20	109	0	0	0	12	54	79	42	450
1960	95	255	120	29	52	15	0	0	11	287	100	43	1.007
	571	693	959	546	350	104	2	58	134	749	706	793	5.665
1961	22	0	95	50	83	2	15	0	30	30	365	141	833
1962	136	38	167	85	44	45	0	0	19	127	27	161	849
1963	240	121	41	82	18	39	0	0	20	8	178	257	1.004
1964	22	178	78	47	24	5	0	0	17	0	80	96	547
1965	58	76	57	0	2	7	0	0	78	159	102	36	575
1966	76	105	0	66	3	19	0	1	31	88	62	4	455
1967	61	72	49	32	35	10	0	0	5	105	116	13	498
1968	0	194	72	52	28	14	0	3	4	31	144	55	597
1969	226	201	178	24	38	39	0	0	34	82	143	26	991
1970	331	36	27	31	20	87	0	0	0	33	47	98	710
	1.172	1.021	764	469	295	267	15	4	238	663	1.264	887	7.059
1971	95	0	39	178	128	23	0	52	1	15	3	31	565
1972	158	131	105	20	18	3	1	0	38	162	29	104	769
1973	52	9	40	5	77	11	0	6	0	16	44	89	349
1974	29	42	66	96	4	25	0	0	0	9	30	30	331
1975	78	98	110	38	42	4	0	0	4	0	9	126	509
1976	23	62	92	108	40	3	0	8	76	72	63	218	765
1977	116	96	11	1	1	19	1	2	0	86	146	123	602
1978	10	121	27	111	47	45	0	0	4	49	25	118	557
1979	166	179	74	22	1	1	6	0	3	155	3	16	626
1980	37	33	37	32	62	0	0	2	40	61	104	0	408
	764	771	601	611	420	134	8	70	166	625	456	855	5.481
1981	0	8	31	66	21	5	0	0	32	7	1	133	304
1982	92	28	50	29	1	0	5	17	10	3	119	24	378

C A P I T U L O    I I

LA SEQUIA EDAFICA

La sequía edáfica, por la multitud de parámetros que intervienen en su definición, exige aún de mayores aclaraciones y conceptualizaciones que la propia sequía pluviométrica.

Sólo cuando estas conceptualizaciones hayan sido abordadas, procederemos a su aplicación al marco de la Cuenca Baja del Guadalquivir.

## 2.1. CONCEPTUACION DE LA SEQUIA EDAFICA

En el sector de la agricultura de secano la escasez de agua se traduce de manera inmediata en la



reducción de los rendimientos de los cultivos, siendo precisamente la merma de las cosechas la que nos permitirá fijar los umbrales de sequía de la zona (MOUNIER, 1977). En consecuencia, el parámetro expresivo de las condiciones hídricas en este caso habrá de ser aquél que mayor incidencia tenga sobre la producción de materia orgánica por parte del vegetal.

En este sentido la literatura agroclimática existente ofrece un inmenso abanico de posibilidades (OMM, 1975,12). Ello hace necesario justificar la opción tomada y para ello es conveniente recordar, aunque sea de modo somero, las condiciones y circunstancias en las que se realiza en los vegetales el proceso de producción de materia orgánica.

Son los intercambios gaseosos entre el vegetal y su entorno los que posibilitan la elaboración de materia orgánica por parte de aquél. A través de los estomas de las superficies foliares de la planta es absorbido el anhídrido carbónico desde la atmósfera, siendo este mecanismo el que permite la fotosíntesis de los hidratos de carbono: almidón, azúcares, celulosa... y en suma, la materia orgánica.

Ahora bien, estas transferencias se realizan conjuntamente (y en virtud de los mismos mecanismos) con las transferencias de vapor de agua entre el vegetal y la atmósfera. La planta, capaz de captar el agua del suelo a través de su aparato radicular, envía ésta hacia la atmósfera al ritmo marcado por la demanda evaporativa del aire, es decir, al ritmo marcado por la evapotranspiración potencial.

Este proceso de transferencia de vapor de agua, que se produce sin ninguna resistencia cuando los estomas están totalmente abiertos, se ve reducido cuando éstos se cierran, ocurriendo este fenómeno a partir del momento en que la alimentación de agua por el sistema radicular no puede compensar las pérdidas impuestas por la demanda evaporativa del aire. Así pues, el vegetal, a través del mecanismo regulador del cierre progresivo de sus estomas, controla en cierta medida las transferencias de agua hacia la atmósfera, reduciéndolas cuando las disponibilidades son insuficientes. Pero al mismo tiempo está reduciendo otro tipo de transferen-

cias con su entorno y con ello está reduciendo, en suma, la producción de materia orgánica y por lo que a nosotros respecta, el rendimiento del cultivo (BROCHET Y GERBIER, 1975,8).

Este mecanismo es el que explica las estrechas relaciones existentes entre la producción de materia orgánica, por un lado, y las transferencias de agua desde la planta hacia la atmósfera, por otro.

Dado que tales transferencias están determinadas por la demanda evaporativa del aire y sobre todo, por el grado de humedad del suelo, parece evidente la necesidad de estudiar en su dinamicidad el balance de agua que en él tiene lugar para definir en términos climáticos el fenómeno de la sequía agrícola; cualquier otro parámetro resultaría insuficiente en este caso.

A través del estudio del balance podremos llegar a determinar aquellos períodos en los que la reserva hídrica del suelo es incapaz de suministrar el agua necesaria para compensar la demanda impuesta por la

atmósfera. Estos períodos, en función de su intensidad y de su duración serán los que impongan restricciones más o menos severas al desarrollo de la vegetación.

Una buena manera de cuantificar la intensidad de estas restricciones consiste en poner en relación la transpiración de los vegetales en condiciones óptimas de aprovisionamiento de agua, y la misma transpiración cuando el suministro de agua es deficitario.

En el primer caso, las transferencias de agua hacia la atmósfera se pueden medir a partir de la evapotranspiración potencial (ETP), que sería la evapotranspiración máxima realizable por el conjunto planta-suelo cuando el único factor limitante fuera la energía necesaria para la realización del proceso.

Cuando el aprovisionamiento de agua del suelo es insuficiente, convirtiéndose así en un nuevo factor limitante, las pérdidas del conjunto planta-suelo no pueden realizarse a este nivel máximo y comienza un régimen de evapotranspiración reducida, llamada también evapotranspiración real (ETR).

En consecuencia, la diferencia entre ETP y ETR expresaría la verdadera falta de agua al nivel de la vegetación, siendo la relación entre ambos parámetros ( $ETR/ETP$ ) una excelente medida de la sequía edáfica.

Esta expresión, denominada en ocasiones "índice de evapotranspiración" (LECARPENTIER, 1975-262), tomará el valor 1 en condiciones óptimas de aprovisionamiento de agua, momento en el que  $ETP=ETR$ . Su valor disminuirá a medida que ETP y ETR se distancien como consecuencia de la disminución de la reserva hídrica del suelo, y alcanzará el valor mínimo en aquellos períodos en que el suelo no contenga ninguna cantidad de agua disponible, en los cuales  $ETR = 0$  y, en consecuencia, el índice también se hace nulo.

El índice nos permite pues, no solo situar los períodos en que la planta experimenta un déficit de humedad, sino además, cuantificar la intensidad de ese déficit. Pero en virtud de los mecanismos de la fotosíntesis antes descritos, y como han puesto de manifiesto diversos autores, existirán además estrechas relaciones entre el cocien-

te ETR/ETP y la producción de materia orgánica por parte de la cubierta vegetal (BOUCHET, 1964,214 y BROCHET y GERBIER, 1975,8).

Siguiendo a estos autores nosotros pondremos en relación los valores alcanzados por el índice a lo largo de cada uno de los meses que componen los sucesivos años agrícolas con los rendimientos registrados por los cultivos de nuestra zona durante esos mismos años, y con las noticias de prensa que sus mermas ocasionan (DOORENBOS y otros, 1979,1). Consideramos que la elaboración del índice con periodicidad mensual es suficientemente detallada para los propósitos de nuestro trabajo, que no persigue un grado excesivo de precisión.

#### 2.1.1. El balance de agua del suelo.

Los tres elementos que participan en el balance de agua son la atmósfera, el suelo y la cubierta vegetal. El conocimiento de la interacción entre estos elementos por lo que al flujo de agua se refiere nos permitirá evaluar en cada momento los componentes que integran

el balance, cuya fórmula general es la siguiente (OMM, 1975,2):

$$P - Q - U - ETR - \Delta Rd = 0: \text{ donde:}$$

$P$  = precipitaciones del período,

$Q$  = agua perdida en forma de escorrentía superficial.

$U$  = percolación,

$ETR$  = evapotranspiración real, o agua realmente enviada hacia la atmósfera por parte del conjunto planta-suelo,

$\Delta Rd$  = variación de la reserva disponible de agua del suelo.

Puede observarse cómo solo uno de estos elementos dispone de mediciones regulares: la precipitación.

La escorrentía, aún sin disponer de datos de observación, puede evaluarse indirectamente en función de la torrencialidad de las precipitaciones y, sobre todo, de las pendientes que configuran el territorio estudiado. En nuestro caso, dado el carácter predominantemente llano del terreno, hemos concedido un valor nulo a la escorrentía en aquellos meses en que la reserva de agua del suelo

no está saturada, aunque asumimos que en períodos de saturación de la reserva parte del agua excedentaria se pierde en forma de escorrentía.

La percolación, por su parte, tampoco ofrece excesivos problemas, dado que ésta tiene lugar fundamentalmente en los períodos excedentarios en agua, que son los que menos incidencia tienen en nuestro estudio. Consideramos que en estos períodos el agua excedentaria que no ha escapado en forma de escorrentía, se perderá en forma de percolación hacia las capas profundas del terreno.

En cuanto a los períodos en que la reserva del suelo no está saturada, les asignamos una percolación nula. No creemos que de ello puedan derivarse graves errores de cálculo dado que tales períodos suelen coincidir con altos valores de demanda evaporativa del aire, lo que determina que en ellos los movimientos ascendentes del agua en el suelo sean en general mucho más relevantes que los movimientos descendentes.

Los elementos más problemáticos a la hora de efectuar el balance hídrico son sin duda, las pérdidas



de agua reales desde el conjunto planta-suelo y los procesos de carga y descarga de agua que se producen en la reserva del suelo. Ambos, profundamente interconectados, y careciendo en absoluto de mediciones, han de ser calculados a partir de los parámetros que podemos medir o evaluar: las precipitaciones, como medida del aporte de agua, la evapotranspiración potencial, como medida de la demanda evaporativa impuesta por el aire y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, como reservorio en el cual ésta se acumula en forma asimilable para la vegetación.

Pero el cálculo implica además la adopción de un modelo de funcionamiento del conjunto suelo-planta-atmósfera por lo que al flujo de agua se refiere.

Explicitaremos nuestra posición respecto a ambas cuestiones.

#### 2.1.1.1. El modelo de balance de agua.-

Aunque todos los modelos de balance de agua

se inspiran en el conocimiento de las verdaderas interconexiones que se producen entre los componentes del sistema suelo-planta-atmósfera, a la hora de cuantificar estas interconexiones, o lo que es lo mismo, estos flujos de agua, aparecen notorias diferencias entre ellos, diferencias que en gran medida están determinadas por el grado de precisión que quiera otorgarse al estudio, el cual es función a su vez, tanto de las pretensiones del mismo, como de la escala espacio-temporal elegida para realizarlo.

Los numerosos modelos propuestos (OMM, 1975, 37 y HERAS; 1976,619) pueden clasificarse en tres tipos, en orden creciente de complejidad:

- a) Aquellos que parten de la consideración del vegetal como una simple mecha que transmite el agua del suelo hacia la atmósfera al ritmo máximo que ésta le impone hasta el agotamiento completo de la reserva. El método de Thornthwaite simplificado sería el modelo más conocido y utilizado de este tipo.
- b) Los modelos que tienen en consideración el hecho de

que los vegetales pueden regular sus pérdidas mediante el cierre progresivo de sus estomas cuando las reservas hídricas del suelo se sitúan por debajo de un determinado nivel.... Estos modelos, que hacen depender la evapotranspiración real del contenido de humedad del suelo, son los más numerosos: Fitzpatrick, Thornthwaite-Mather, Baier-Robertson, Brochet-Gerbier, etc....

- c) Los modelos que, además del hecho anterior, asumen en sus formulaciones el hecho -confirmado experimentalmente por Hallaire- de que los vegetales condicionan sus pérdidas de agua no sólo al grado de humedad del suelo, sino además, a la demanda evaporativa del aire. Así, cuando ésta es muy elevada, superior al flujo máximo de agua que el vegetal es capaz de canalizar desde el suelo a través de su aparato radicular, no puede ser satisfecha, aún cuando las reservas de agua del suelo sean abundantes (BOUCHET, 1964,216). Destaca entre estos modelos el propuesto por Doorenbos (DOORENBOS y otros, 1979,29).

La elección entre cada uno de estos tipos de aproximaciones la hemos realizado en función del criterio

coste-eficacia y partiendo siempre del carácter general de nuestro estudio, que sólo pretende obtener una evaluación aproximada del ciclo del agua a una amplia escala espacio-temporal. En función de estos criterios hemos optado por rechazar los dos tipos de modelos extremos.

Los más simplificadores, aún cuando en general dan buena cuenta del balance de agua, sobre todo en los meses claramente excedentarios o deficitarios en humedad, sin embargo, en los meses intermedios, aquellos en los que el vegetal se surte de agua a partir de la reserva del suelo, las estimaciones que ofrecen son demasiado groseras. Dado que en nuestro medio aparecen con frecuencia meses de este tipo, especialmente en primavera, período de máxima incidencia sobre el desarrollo de los cultivos, decidimos prescindir de este tipo de modelos.

En cuanto a los modelos más detallados, como el de Doorenbos, exigen a nuestro parecer un coste no compensado por el grado de eficacia que ofrecen. La aportación fundamental de estos modelos es la capacidad de reflejar los déficits de evapotranspiración que se pro-

ducen en los momentos de máxima demanda evaporativa del aire. Tales situaciones se producen con frecuencia en nuestra zona en verano, y pueden acaecer también durante cortos lapsos de tiempo en las estaciones equinocciales. En el primer caso es tal la deficiencia de humedad que el suelo presenta, que ésta es capaz por sí sola de dar cuenta de los déficits de evapotranspiración. Por su parte, el segundo tipo de situaciones difícilmente puede integrarse en la escala temporal de nuestro trabajo, la escala mensual. En consecuencia, siendo mínimas las aportaciones de estos modelos detallados y exigiéndonos un coste importante en la realización de sus cálculos, decidimos también prescindir de ellos.

De entre los modelos intermedios, aquellos que hacen depender la evapotranspiración real de la humedad contenida en el suelo, el más utilizado es el de Thornthwaite-Mather, sobre todo en función de su facilidad de realización gracias a las tablas ofrecidas por los propios autores (MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, 1967).

Sin embargo, estas tablas, que realmente facilitan la construcción de balances medios, plantean problemas a la hora de realizar los balances de agua mes por mes

y año por año, siendo incapaces de resolver ciertas situaciones específicas. (1) En función de estos hechos, decidimos rechazar el modelo.

De entre los demás, optamos por la elección del de Brochet y Gerbier, claro en sus concepciones y cómodo en sus cálculos (BROCHET y GERBIER, 1975,18).

El modelo parte de la consideración de una división de la reserva del suelo en dos porciones diferentes: la reserva fácilmente utilizable (RFU) y la reserva de supervivencia (RS). La primera, capaz de mantener en el conjunto planta-suelo unas pérdidas equivalentes a la tasa de evapotranspiración potencial, comprendería una cantidad de agua igual al 50-60% del total de la reserva utilizable (RU). Una vez agotado este porcentaje, sólo quedaría en el suelo la reserva de supervivencia (RS), que impulsaría al vegetal a reducir su tasa de transpiración por medio del cierre de sus estomas. Esta restricción de las pérdidas de agua se efectuaría en proporción al cociente entre la reserva disponible de cada mes ( $R_d$ ) y la reserva de supervivencia (RS).

Así pues, las hipótesis adoptadas por el modelo de Brochet y Gerbier, y en consecuencia por nosotros, son las siguientes:

- a) El total de precipitaciones del mes se añade a la reserva del suelo del mes anterior, constituyendo la reserva disponible ( $R_d$ ), que será la que alimenta la evapotranspiración.
- b) La evapotranspiración se desarrollará a la tasa potencial mientras la reserva disponible ( $R_d$ ) sea igual o superior a la reserva de supervivencia ( $R_S$ ).
- c) Cuando se sobrepase este umbral ( $R_D < R_S$ ) el valor de ETR será igual a  $ETP \times (R_d/R_S)$ .
- d) Cuando la diferencia entre la reserva disponible y la evapotranspiración real supere el valor de la reserva utilizable ( $R_U$ ), el excedente alimentará la percolación y la escorrentía.

### 2.1.1.2. Los elementos del balance de agua.

Como introducíamos más arriba, de los elementos que permiten la realización del balance de agua, sólo las precipitaciones disponen de datos procedentes de la observación. Los dos restantes: la evapotranspiración potencial y la reserva utilizable del suelo, han de ser evaluados indirectamente a partir de otro tipo de observaciones, climatológicas en el primer caso, y pedológicas en el segundo.

Precisaremos los sistemas de evaluación que hemos empleado en ambos casos.

#### 2.1.1.2.1. La evapotranspiración potencial.

Se trata sin duda, del elemento de evaluación más problemática, como lo demuestra el hecho de que todos los estudios que abordan el tema contengan amplísimas introducciones dedicadas a aclarar al lector cada uno de los conceptos utilizados en el trabajo, así como a justificar la selección de determinadas fórmulas para su cálculo y la bondad del ajuste de dichas fórmulas a la realidad del medio concreto al que se alude.



Es tradicional en este tipo de estudios el aplicar distintas fórmulas para el cálculo de la evapotranspiración potencial a una o varias estaciones de observación, para verificar a continuación su validez por medio del análisis de la correlación que los resultados presentan con ciertos valores considerados como testigos. Pero un examen de la bibliografía sobre el tema nos muestra con claridad que las discrepancias entre los distintos trabajos son la nota dominante.

En la raíz de tales discrepancias, o de muchas de ellas, se situarían imprecisiones y errores de cálculo y, sobre todo, de medición de los parámetros que éste exige.

Tiene también gran importancia el hecho de que la mayoría de las fórmulas utilizadas han nacido en un medio climático concreto y específico (pocas fórmulas se pretenden con validez totalmente universal), derivándose a veces grandes errores de su aplicación a medios de características diferentes.

Como tercer factor generador de discrepancias

habría que aludir al valor considerado como testigo de la adecuación de las distintas fórmulas para expresar la realidad del fenómeno. No es extraño que aparezcan resultados diferentes cuando se emplean como testigos valores tan distintos como los procedentes de lisímetros o de evaporímetros Piche.

Un intento de rigurosidad, o lo que es lo mismo, un intento de eliminar en lo posible los tres tipos de sesgos a que acabamos de aludir, exige por nuestra parte el proceder a aclaraciones y justificaciones del tipo de las mencionadas más arriba. Así pues, y sin pretender en absoluto elaborar un trabajo de síntesis, que ya existen y excelentes (LECARPENTIER, 1975), tendremos que apuntar algunas consideraciones en torno al concepto de evapotranspiración potencial, así como justificar la selección de fórmulas realizada, para terminar hablando de los resultados obtenidos.

A.- La noción de evapotranspiración potencial.-

La evapotranspiración potencial, tal como fue concebida por Thornthwaite y con vigencia aún en la

actualidad, puede definirse como el máximo consumo posible de agua que bajo un clima dado realizaría un suelo con cubierta vegetal densa y variada, cuando la energía disponible para el proceso fuera el único factor limitante. Sería por tanto, el límite máximo de la evapotranspiración de esa cubierta vegetal en el caso de que no sufriera de ninguna restricción de agua, pudiendo así responder de manera óptima a la demanda del medio atmosférico (BROCHET y GERBIER, 1974).

Este valor máximo de la evapotranspiración puede considerarse como un parámetro puramente climático y por tanto, independiente de la naturaleza del suelo y de los caracteres y desarrollo del tapiz vegetal. Sin embargo, ello sólo se cumple bajo ciertas condiciones que restringen su campo de aplicación: en primer lugar, la evapotranspiración potencial climática no es válida cuando se pretende aplicar a una especie o cultivo determinado, habiendo que recurrir en tales casos a los conceptos de evapotranspiración máxima o real (BROCHET y GERBIER, 1974,3); no es aplicable tampoco a superficies reducidas en función del efecto de oasis que sobre ellas

se genera; por último, no sirve para expresar los consumos de agua en lapsos de tiempo pequeños, considerándose los períodos óptimos de utilización aquellos que oscilan entre diez días y un mes (LECARPENTIER, 1975, 265-266).

Estas consideraciones, que pueden ser muy restrictivas para un agrónomo, no lo son tanto para un geógrafo, sobre todo por lo que respecta a las escalas espacio-temporales, siendo las preconizadas para el cálculo de la evapotranspiración potencial aquellas que más frecuentemente se emplean desde el campo de la geografía.

Ahora bien, si no deben verse como meras restricciones, estas consideraciones sí deben estar presentes a la hora de elegir, por un lado, las fórmulas más aptas para su cálculo, y por otro, las mediciones que hayamos de usar como testigos para garantizar su fiabilidad y su representatividad respecto a la realidad.

En este sentido, las fórmulas más fidedignas serán aquellas que recojan con mayor exactitud la realidad física del proceso evaporativo, abstracción hecha del tipo de vegetación que ocupe el suelo, y habiendo sido

ensayadas, además, en gran número de lugares y épocas.

En cuanto a los posibles valores testigo de los valores calculados, parece evidente que los procedentes de lisímetros son los que mejor cumplirían esta función por ser los que representan con mayor realismo las condiciones que se producen en la naturaleza. Su escasez—inexplicable, por otro lado, dada su utilidad—no puede conducirnos a realizar una mera sustitución de sus valores por los obtenidos a través del evaporímetro Piche, dado que en ningún caso sus mediciones pueden ser comparables.

Hay notables diferencias entre la evaporación resultante de una caja lisimétrica y la obtenida a través del evaporímetro Piche. Si en el primer caso cuantificamos las pérdidas experimentadas en un suelo cubierto de vegetación, en el segundo, las pérdidas se producen en un volumen de agua.

Esto no es excesivamente importante, dado que en condiciones de aprovisionamiento óptimo, los volúmenes de agua evaporados en un suelo son comparables a los procedentes de una capa de agua libre poco pro-

funda, de la misma superficie, y colocada en el mismo emplazamiento y a la misma temperatura (BROCHET y GERBIER, 1974,5).

Si es importante, sin embargo, señalar que el evaporímetro está emplazado bajo un abrigo de madera y, sobre todo, que la temperatura de la superficie de agua evaporante no es igual a la del aire, coincidiendo más bien con la temperatura del termómetro húmedo (BOUCHET, 1962).

Por último, no hay que olvidar el efecto de oasis que se genera sobre pequeñas superficies de agua del tipo de las que encontramos, tanto en los evaporímetros Piche, como en cualquiera de los modelos de vasijas destinadas a evaluar las pérdidas de una lámina de agua libre. Lo evidente del hecho ha llevado a los expertos a recomendar la máxima prudencia a la hora de utilizar sus valores, con frecuencia mucho menos exactos que los obtenidos a partir de fórmulas (LECARPENTIER, 1975, 268).

Tratando de respetar al máximo estos criterios, seleccionaremos las fórmulas más adecuadas para su aplica-

ción a la estación de Tablada.

*B.- Fórmulas para el cálculo de la evapotranspiración potencial.*

Desde los años cuarenta-cincuenta, en que Thornthwaite inicia sus investigaciones en torno al concepto de evapotranspiración potencial, los ensayos encaminados a encontrar una fórmula apta para su cálculo se han multiplicado sin cesar y el ritmo de multiplicación se acrecienta en los últimos años. Ante tal avalancha de fórmulas (DOORENBOS Y PRUIT, 1976) se hace inútil el intento de querer experimentarlas todas. Puede ser útil, sin embargo, reflexionar un poco sobre ellas.

De entre las clasificaciones que cabe establecer al analizar las fórmulas existentes nos interesa destacar aquella que las agrupa en dos tipos principales: fórmulas empíricas y fórmulas deductivas. Frente a las primeras, que establecerían sus resultados tras sucesivas experimentaciones efectuadas con los datos disponibles acerca del clima del lugar, las últimas partirían de un estudio riguroso

del proceso físico conducente a la evaporación, proceso que, al consumir grandes cantidades de energía, consagraría a esta variable como elemento central de las fórmulas, hasta el punto de ser llamadas también fórmulas energéticas.

El propio proceso de elaboración de unas y otras determina que las primeras sean en general menos fiables y rigurosas que las segundas, presentando sin embargo una mayor manejabilidad, tanto por la comodidad de su cálculo, como por la menor exigencia en variables climáticas.

Parece claro pues, que en caso de disponer de las variables requeridas, se impone la aplicación de fórmulas energéticas, que nos garantizarán una mayor aproximación a la realidad de los hechos. A su vez, dentro de ellas la fórmula de Penman es la que se consagra como más apta bajo todos los medios y circunstancias, hasta el punto de recomendarse su empleo como testigo para la verificación de las fórmulas alternativas cuando no se disponga de mediciones del fenómeno (LECARPENTIER; 1975, 399 y BROCHET Y GERBIER, 1974, 29).



El problema es, pues, no tanto un problema de fórmulas, que tras la elaboración de la de Penman habría quedado resuelto con un grado de satisfacción aceptable, como un problema de datos. Así, la mayoría de las fórmulas que se proponen, lo que intentan no es mejorar el grado de precisión de los resultados, sino sobre todo, conseguir resultados próximos a la realidad con el mínimo número posible de variables.

En este sentido hay que recordar las condiciones que presenta la red climatológica española, la cual, a efectos de cálculo de la evapotranspiración potencial, sólo ofrece dos tipos de estaciones: las estaciones completas, en reducidísimo número, pero disponiendo de gran cantidad de variables climáticas, y las estaciones termopluviométricas, más abundantes, pero que en la mayoría de los casos sólo ofrecen datos relativos o temperatura y precipitación.

Las primeras, en teoría, deberían permitir la aplicación de la fórmula de Penman durante series suficientemente largas, y así sucede en la mayoría de los casos, presentando sin embargo algunas variables, como la velocidad del

viento o el déficit de saturación, lagunas cuantiosas y series no demasiado largas. En cuanto a las segundas, sólo posibilitarían la aplicación de fórmulas cuya única variable fuera la temperatura, ofreciendo en general, sin embargo, series muy largas de observación.

Habría, pues, dos tipos de fórmulas cuya aplicación sería especialmente útil: por un lado, fórmulas rigurosas y exigentes en variables -aunque en menor medida que la de Penman-, de manera que sirvieran para completar las lagunas que en ésta pudieran surgirnos, y por otro lado, fórmulas que sólo precisaran del conocimiento de la temperatura.

Si prescindimos de las fórmulas que utilizan coeficientes de cultivo (no olvidemos que nuestro interés se centra en la evapotranspiración potencial como magnitud climática y por tanto, independiente del tapiz vegetal) y si nos limitamos a aquellas que han sido suficientemente ensayadas y testadas, especialmente en medios climáticos similares al nuestro, entre las primeras habría que destacar, además de la de Penman, la F 60 de Turc

(que aunque es una fórmula empírica, tiene como principal protagonista a la energía), la de Bouchet, y las fórmulas de la Meteorología Nacional francesa I y II. En cuanto a las segundas, solo merecería destacarse la de Thornthwaite.

De estas cinco fórmulas alternativas, que completarían en caso necesario las series de valores obtenidas a partir de la fórmula de Penman, hemos eliminado dos: las de la Meteorología Nacional de Francia, generadas por los meteorólogos Brochet y Gerbier (1974).

Ambas son fórmulas ideadas con la finalidad de aligerar los cálculos necesarios para la consecución de la de Penman. Para ello los autores elaboran unos coeficientes, variables en el espacio y en el tiempo, que nos permiten, en un caso (fórmula I), obtener la evapotranspiración potencial utilizando únicamente los valores de la radiación solar global y de la evaporación medida con el evaporímetro Piche, y en el segundo (fórmula II), en función de la radiación global, la temperatura, el déficit de saturación y la velocidad del viento.

El problema radica en que los autores sólo presentan los coeficientes para latitudes superiores a los 42° y para los meses de Abril a Septiembre. La elaboración por nuestra parte de los coeficientes supondría cálculos tan laboriosos como los necesarios para el empleo de la fórmula de Penman y el mismo número de variables, con lo cual su utilidad se reduce al mínimo. Decidimos pues, prescindir de ellas, aunque pensamos que sería muy interesante abordar a escala nacional la elaboración de los coeficientes por la gran comodidad de cálculos y la simplificación de variables que reportan.

Como resultado final de nuestro proceso de selección tenemos tres fórmulas alternativas a la fórmula de Penman: la F 60 de Turc, la fórmula de Bouchet y la Fórmula de Thornthwaite. Son éstas las que ensayaremos en Tablada con el fin de obtener una serie de valores de evapotranspiración potencial lo más larga y fiable posible.

El testigo que utilizaremos para verificar su validez es -en ausencia de medidas lisimétricas y demostrada la ineptitud para estos fines de la evaporación medida

con el evaporímetro Piche -la serie de valores resultante de la aplicación de la fórmula de Penman.

C.- Aplicación de las fórmulas de cálculo de evapotranspiración potencial a la estación de Tablada.

La fórmula de Penman parte de la consideración de la evapotranspiración potencial como un proceso físico que depende, por un lado, de la radiación neta disponible en el lugar, y por otro, del poder evaporante de la atmósfera expresado a través de la velocidad del viento y del déficit de saturación.

La fórmula ( $ETP = f(Rn) + f(Ea)$ ), desarrollada en sus dos términos, puede expresarse de diversas formas en función de las unidades de medida empleadas y de los períodos de tiempo considerados. Nosotros hemos optado por la expresión que aparece en la obra de Rafael Heras (1976), a partir de la cual se obtiene el valor de la evapotranspiración potencial en langley por día.

La obtención de cada uno de los parámetros que in

tegran la fórmula ha exigido del concurso de cuatro variables climáticas: la temperatura del aire, la humedad relativa del mismo, la velocidad del viento expresada en kms. por día y el número medio de horas de sol. Con ellas y con la ayuda de fórmulas auxiliares el cálculo, aunque laborioso, se hace posible.

La variable viento fué la que más dificultades planteó en razón de las numerosas lagunas que presentaban los datos y de los sucesivos cambios de altura del anemómetro que se habían llevado a cabo en la estación, los cuales, por otra parte, no eran advertidos por la misma, con lo que hubo que detectarlos a partir de análisis estadísticos. Como resultado final tuvimos que combinar los datos procedentes de Tablada, que abarcaban el período 1943-52, con los procedentes del aeropuerto de San Pablo, también en Sevilla y apenas distante de aquél, que nos suministró la información correspondiente al período 1952-82, quedando no obstante, algunas lagunas por cubrir, sobre todo en el período inicial.

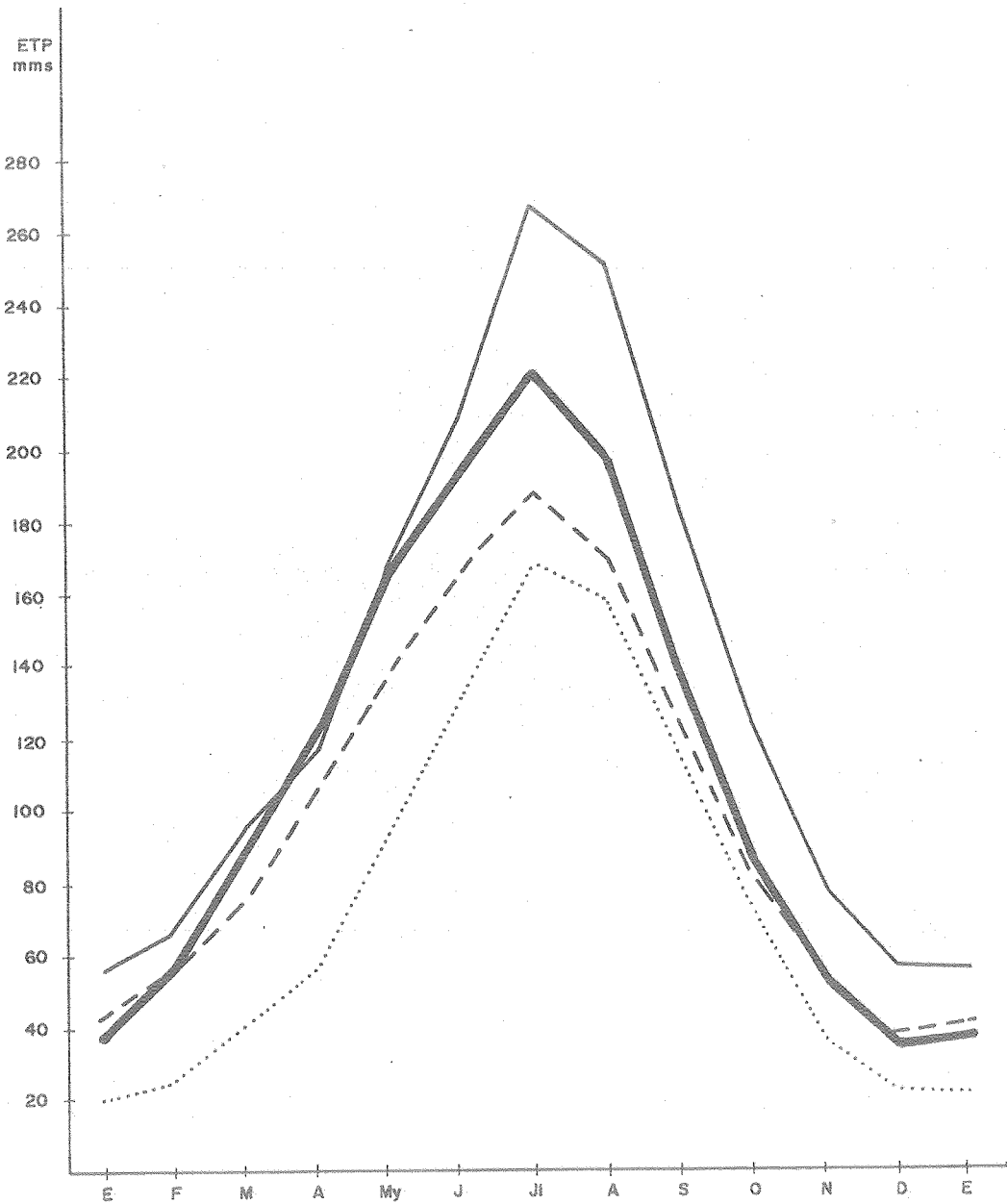
Finalmente, sólo pudimos desarrollar la fórmula

de Penman con cierta continuidad a partir del año hidrológico 1946-47. La exigüidad de la serie y, sobre todo, la aparición de lagunas en su interior exigían por nuestra parte la búsqueda de una fórmula alternativa a partir de la cual completarla.

La fórmula testada en primer lugar fué la F 60 de Turc (1961), que al no exigir del concurso de la velocidad del viento, nos permitía disponer de una serie que partía del año hidrológico 1931-32, momento en el cual comienza a medirse la insolación en el observatorio.

Los resultados obtenidos, aún cuando en general, y a excepción de los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, infravaloraban la evapotranspiración potencial con respecto a la fórmula de Penman (ver gráfico 2.1.), presentaban sin embargo altos coeficientes de correlación con éstos últimos, lo que garantizaba plenamente su inferencia a partir de los valores de Turc por medio de las correspondientes rectas de regresión (ver Cuadro 2.1.).

GRAFICO 2.1: VALORES MEDIOS MENSUALES DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL



- PENMAN
- EVAPORIMETRO PICHE
- TURC
- THORNTHWAITE



C U A D R O 2.1.

COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL ENTRE LA ETP DE PENMAN  
Y LA DE TURC Y RECTAS DE REGRESION CORRESPONDIENTES

<u>MESES</u>	<u>Pares observ.</u>	<u>Coef. correlación</u>	<u>RECTAS DE REGRESION</u>
Enero	31	0,7039	$ETP_P = 0,663 ETP_T + 11,202$
Febrero	31	0,73274	$ETP_P = 0,652 ETP_T + 21,71$
Marzo	31	0,902256	$ETP_P = 0,9743 ETP_T + 14,482$
Abril	32	0,9301438	$ETP_P = 1,0375 ETP_T + 12,7275$
Mayo	33	0,971476	$ETP_P = 1,1768 ETP_T + 0,749$
Junio	33	0,9134368	$ETP_P = 1,155 ETP_T + 3,2945$
Julio	34	0,85494	$ETP_P = 0,7425 ETP_T + 81,434$
Agosto	32	0,888528	$ETP_P = 0,8015 ETP_T + 62,199$
Septiembre	31	0,8835	$ETP_P = 0,92 ETP_T + 25,48$
Octubre	32	0,9175	$ETP_P = 1,057 ETP_T + 1,667$
Noviembre	31	0,77999	$ETP_P = 0,8567 ETP_T + 6,1475$
Diciembre	30	0,5947	$ETP_P = 0,5575 ETP_T + 12,963$
AÑO	28	0,67037	$ETP_P = 0,8972 ETP_T + 285,182$

No obstante, para mayor seguridad verificamos los resultados de la inferencia durante el mes que presentaba el coeficiente de correlación más bajo: el mes de Diciembre. Entre los valores reales de Penman y los calculados por inferencia a partir de la fórmula de Turc apenas había una diferencia media de 2,33 unidades, con una desviación típica de 2,11, siendo la diferencia máxima la correspondiente al año 1981, con un valor de 7,57 mms.

A continuación calculamos la relación existente entre los valores de Penman y los valores de evaporación obtenidos con el evaporímetro Piche, para el cual disponíamos también de una serie que se iniciaba en 1931. Los resultados, aparte de mostrar una lógica supervaloración del fenómeno por parte del Piche (ver gráfico 2.1.), fueron mucho más desalentadores que en el caso anterior (ver cuadro 2.2.) con lo cual desechamos su empleo.

Recurrimos en tercer lugar a la fórmula de Bouchet (BOUCHET, 1962 y BROCHET Y GERBIER, 1974),

C U A D R O    2.2.

COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL ENTRE LA ETP DE PENMAN  
Y LA EVAPORACION DEL EVAPORIMETRO PICHE

<u>MESES</u>	<u>Pares de observaciones</u>	<u>COEFICIENTES DE CORRELACION</u>
Enero	33	0,545802
Febrero	34	0,479576
Marzo	34	0,510249
Abril	35	0,749908
Mayo	36	0,678607
Junio	36	0,53584
Julio	37	0,279
Agosto	34	0,3104459
Septiembre	33	0,5262203
Octubre	35	0,737918
Noviembre	34	0,582827
Diciembre	33	0,487078
A Ñ O	29	0,1707

basada en el estudio comparativo de los procesos evaporativos que acaecen en un suelo cubierto de vegetación y en la superficie evaporante de la pastilla del evaporímetro Piche.

Los resultados obtenidos en el mes de Diciembre (el que presentaba una correlación más baja entre los valores de Turc y los de Penman) nos desanimaron para seguir probándola. El coeficiente de correlación para este mes apenas alcanzaba el valor 0,201321. Por otro lado, la comparación entre los valores de Penman y los de Bouchet arrojaba una diferencia media de 8,8 mm., con desviación típica de 4,48 y una diferencia máxima en el año 1981 de 20,97 mms., superior al 60% de la evapotranspiración potencial media del mes calculada a partir de la fórmula de Penman (2).

Ensayamos por último la fórmula de Thornthwaite (BROCHET y GERBIER, 1974), que además de ser muy cómoda en sus cálculos, presentaba la ventaja de ampliar considerablemente nuestra serie de valores por reducir sus exigencias en variables a la temperatura, medida en Tablada desde el año 1922. Su aplicación, sin embargo, no ofreció resultados excesivamente satisfactorios.

Thorntwaite, además de infravalorar claramente la evapotranspiración a lo largo de todo el año (ver gráfico 2.1.), presentaba en algunos meses, sobre todo los invernales, una ausencia total de correlación con respecto a Penman.

Hay que concluir, pues, que la fórmula de Thorntwaite -a pesar de ser la más utilizada- difícilmente puede dar cuenta en nuestro medio de la realidad del proceso de la evapotranspiración. No obstante, el hecho de que sean los meses veraniegos -precisamente los que en mayor medida requieren del cálculo de este parámetro- los que mejores correlaciones presentan con respecto a Penman, puede conferir utilidad al cálculo de sus respectivas rectas de regresión (ver Cuadro 2.3.).

Por nuestra parte, en este estudio hemos completado los valores de Penman a partir de los valores de Turc, llegando así a obtener resultados para el período comprendido entre los años hidrológicos 1931-32 y 1981-82, un total de 51 años, con solo siete lagunas en su interior.

C U A D R O    2.3.  
COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL ENTRE LA ETP DE PENMAN  
Y LA DE THORNTHWAITE Y RECTAS DE REGRESION CORRESPONDIENTES

<u>MESES</u>	<u>Pares de observaciones</u>	<u>Coef. correlación</u>	<u>RECTAS DE REGRESION</u>
Enero	33	-0,2158489	
Febrero	34	-0,183167	
Marzo	34	0,448438	
Abril	35	0,87611	$ETP_P = 1,646 ETP_{TH} + 24,3473$
Mayo	36	0,825628	$ETP_P = 1,2228 ETP_{TH} + 51,665$
Junio	36	0,740566	$ETP_P = 0,8546 ETP_{TH} + 82,555$
Julio	37	0,5264116	$ETP_P = 0,5087 ETP_{TH} - 136,548$
Agosto	34	0,61126696	$ETP_P = 0,4948 ETP_{TH} + 119,68$
Septiembre	33	0,571547	$ETP_P = 0,43459 ETP_{TH} - 87,906$
Octubre	35	0,485347	
Noviembre	34	0,443607	
Diciembre	33	-0,0903757	
 A Ñ O	 29	 0,584353	

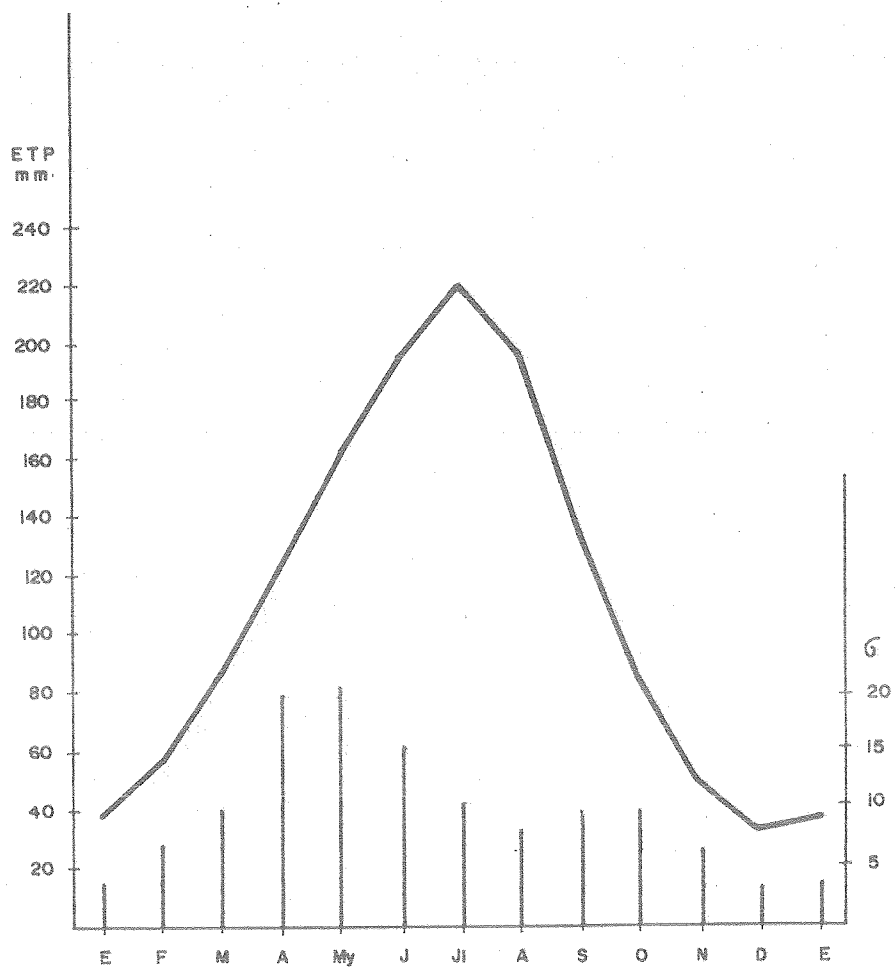
Los resultados pueden apreciarse en el Cuadro 2.4. y, más sintéticamente, en el gráfico 2.2.

La magnitud de la demanda de agua que el clima impone al suelo en nuestro medio es patente. Un total medio anual de 1394,33 mms., muy superior a la precipitación media (583 mms.), genera una condiciones de aridez casi permanentes, que sólo se palian durante los meses invernales.

El valor máximo se alcanza en Julio (220,02 mms.) tras un período de aumento continuado de la evapotranspiración iniciado durante el mes de Enero y que alcanza su valor máximo entre Mayo y Junio, con un aumento de 40,9 mms. Al valor mínimo de Diciembre (34,56 mms.) se llega tras un corto período de descenso que se inicia en Julio y que presenta su valor más alto en el mes de Septiembre, con una disminución de 60,1 mms. respecto al mes anterior.

Es de destacar también el hecho de que los valores más bajos de desviación típica se dan durante los meses invernales.

GRAFICO 22: VALORES MEDIOS MENSUALES Y DESVIACIONES TÍPICAS DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN LA FORMULA DE PENMAN





## CUADRO 2.4.

VALORES DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN TABLADA (SEVILLA) CALCULADOS CON LA FORMULA DE PENMAN \*

AÑOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
1931-32	134,8	88,8	50,8	37,7	41,1	51,9	86,4	117,8	163,3	176,3	215,8	182,7	1.347,5
1932-33	126,6	81,5	53,6	32,4	39,8	57,1	75,6	135,9	183,1	188	208	193,6	1.375,3
1933-34	127,9	77	45,1	30,6	39,9	54,5	81,1	109	162,3	189,5	216,2	192,2	1.325,4
1934-35	131,2	93	44,4	32,5	40	53,9	98,8	139,5	132,7	199,5	217,4	190,5	1.373,4
1935-36	131,8	91,6	45,4	32	36,7	61,6	73,9	121,2	113,2	186		189,4	
1936-37	133,6	90,7	33,8	35,4	37,5	56,1	79,5	120,6					
1937-38			43,8	33,9	41,8	58,1	104,7	119,2	159,9	210	220,3	191,2	
1938-39	124,2	95,5	56,4	34,1	37,7	58,1	97,8	125,4	176,6	168,4	210,5	184,3	1.369
1939-40	104,7	72,8	52,2	33,4	34,3	50,7	92	135,2	164,4	173,1	214,5	188,7	1.316
1940-41	131,9	74,1	54,4	34,8	32,8	51,2	85,5	89,9	119,9	186,1	201,4	190,6	1.252,6
1941-42	131,5	95,7	47,2	36,1	39,5	53,6	75,7	119,5	174,8	198,4	218,8	188,9	1.379,6
1942-43	127	82,7	49,9	36,4	35	56,3	86,1	119,5	179,3	222,6	209,2	196,4	1.400,5
1943-44	128,4	80	57,5	37,8	46,1	78,5	95,4	136	166,3	196,8	232,8	195,3	1.450,9
1944-45	133,2	92,9	56,6	38,5	36,5	71,5	100	174,5	185,9	214,9	231,9	193,8	1.530,2
1945-46	143,2	103	49,5	29	38,6	69,5	87,5	94	130,8	206,2	229,7	205,7	1.366,8
1946-47	145,4	94,5	52,4	35,9	36,4	53	86,1	151,9	160,3	217,6	222,2	191,5	1.447,3
1947-48	120,9	98,3	57,3	38	32,8	48,6	85	112	123	203,8	218,7	202,9	1.341,3
1948-49	145,3	92	61,7	41,8	46,1	73,7	96	142	160,7	206,6	222,4	215,2	1.503,5
1949-50	120,7	97,3	55,6	35,6	39,5	61,7	94,2	129,3	156	208,3	222,3	202,2	1.422,7
1950-51	135,1	87,2	49,9	34,7	40,8	50,4	96,7	121,1	149,6	208	212,9	196,1	1.382,5
1951-52	134,5	87,1	48,8	35,2	38,2	62	94,1	121,4	142,3	173,3	195,4	190,2	1.322,5
1952-53	129,1	83,9	56,2	33,6	44,4	56,8	91,8	121,6	184,6	189,2	220,8	192,4	1.404,4
1953-54	135,5	75,1	56,9	32,9	38	58,9	76,5	117,4	175,6	224,9	230,1	201,4	1.423,2
1954-55	145,2	95,7	56,1	37,8	37,6	52,6	72,9	137,4	170,8	189,1	197,4	200	1.392,6
1955-56	147,1	89,8	48,7	37,2	36,7	59,4	73,7	103,8	172,3	206,7	220	185	1.380,4
1956-57	130,3	93,6	46,1	29,5	36,1	58,4	83,9	109,4	145,9	178,3	230,9	206,1	1.348,5
1957-58	140,3	76,5	52,2	31,2	37,1	61,8	90,6	122	176	192,1	233,5	189,5	1.402,8
1958-59	140,6	101,2	51,9	27,9	37	55,3	70,6	125,3	134,1	203,2	217,3	194,9	1.359,3
1959-60	127,7	80,6	50,3	31,3	34,8	55,1	83,9	127,8	177	206,4	221,9	198,3	1.395,1
1960-61	144,9	71,4	45,3	32,7	35,5	66,9	110,6	126,6	191,2	196,6	224,8	204,5	1.451
1961-62	131,9	87	37,9	31,7	42,2	70,3	73,5	123,2	178,7	187,6	228,9	214,4	1.407,3
1962-63	140,4	80,1	48,4	34,4	33,4	52,5	90	131,6	163,4	185,9	237	198,3	1.395,4
1963-64	134,9	98,9	47,6	33,1	44,9	55,5	81,2	132,4	201,8	188,9	211,4	190,7	1.421,3
1964-65	133,6	91,2	41,6	32,6	37,8	59,9	91,3	207	196,3	215	218,2	199,7	1.524,2
1965-66	134,8	62,9	42,8	31,2	31,2	50,3	107,4	121,1	194,4	201,5	206,7	200,1	1.384,4
1966-67	138,4	80	47	34,9	35,1	60,1	102,8	121,1	169,4	197	217,1	194,4	1.397,3
1967-68	131,9	85,9	45,8	36,7	44,5	53,2	78,5	106,6	172,3	187	218,1	183,8	1.344,3
1968-69	146,5	92,4	46,7	34,6	37,9	54,5	77,4	112,1	141,6	181,4	229,2	204,5	1.358,8
1969-70	128,6	81,2	49,3	34,1	32,5	63,9	88,7	142,8	176,5	174,8	224,7	195,1	1.392,2
1970-71	164	107,2	59,3	34	34,6	70,3	103,3	97,2	122,9	181,9	210,3	183,1	1.368,1
1971-72	138,2	92,7	63,2	37,4	40,5	59,6	79,3	146,9	167,5	193,2	213,8	194,9	1.427,2
1972-73	120,8	69,1	48,3	32,5	38,7	71,1	94,5	145,1	165,7	192,7	209,2	203,6	1.391,3
1973-74	147,2	87,5	51,2	34,9	37,5	63,4	89,4	94	174,6	165,7	241,3	214,8	1.401,5
1974-75	141	93,4	57,7	40,9	43,9	51,8	78,1	112,7	147,5	182,1	231,3	210,9	1.391,3
1975-76	137,3	100,8	58,6	37	42,9	61	98,4	87,4	154,4	214	221,4	191,1	1.404,3
1976-77	126,7	74,8	45,9	28,6	32,1	43	104,2	137,6	170,8	184,6	208,9	194,8	1.352
1977-78	153,3	78,7	47,3	30,5	39	57,1	96	107,3	141,4	159,2	230,1	198,2	1.338,1
1978-79	144,8	87,8	56,8	33,1	37,7	54,3	85,3	111,5	179,1	199,8	214,9	214,5	1.419,6
1979-80	147,3	72,6	56,1	33,8	38,6	54,8	91,7	109,1	152,8	222,4	238,5	198,6	1.416,3
1980-81	147,2	93,9	52,7	44,8	48,2	67,7	94,6	96	182,7	221,1	244,6	189,1	1.482,6
1981-82	141,9	103,1	69,1	41,6	41,2	60,2	106	110	174,9	204,2	208,4	185,5	1.446,1
VALOR MEDIO	135,7	87,3	51	34,6	38,5	58,7	89	123,1	163,2	195,2	220	196,3	1.394,3
DESVIACION TIPICA	9,8	9,9	6,4	3,4	3,8	7,1	10,2	20,5	20,5	15,6	10,8	8,4	51,8

(\*) Los valores subrayados han sido calculados por inferencia a partir de la fórmula de Turc.

#### 2.1.1.2.2. La reserva útil de agua del suelo

Consideramos reserva útil del suelo aquella cantidad de agua que es utilizable por los vegetales, pudiendo éstos extraerla a través de su aparato radicular. Esta cantidad está comprendida entre dos umbrales específicos de humedad del suelo: La capacidad de campo, que sería la cantidad máxima de agua que puede contener un suelo una vez escurrido, es decir, tras la eliminación por percolación del agua de gravedad, y el punto de marchitez, que sería el límite inferior de humedad en el suelo compatible con la vida de los vegetales; a partir de este umbral la fuerza de succión de las raíces sería insuficiente para absorber el agua desde el suelo (BROCHET y GERBIER, 1975,12).

El valor de la reserva útil varía con el tipo de suelo analizado y, esencialmente, es función de la textura del mismo, siendo máxima en los suelos de composición fina y menor en los suelos groseros (SEEMAN, 1979,295).

Se han establecido correspondencias entre texturas

de suelos y contenido de agua en la reserva útil de los mismos por parte de distintos autores, si bien las diferencias entre ellas son pequeñas. En nuestro trabajo emplearemos la propuesta por Doorenbos y Pruit (1976,97), la cual, al considerar nueve tipos distintos de suelos, es una de las más completas que existen.

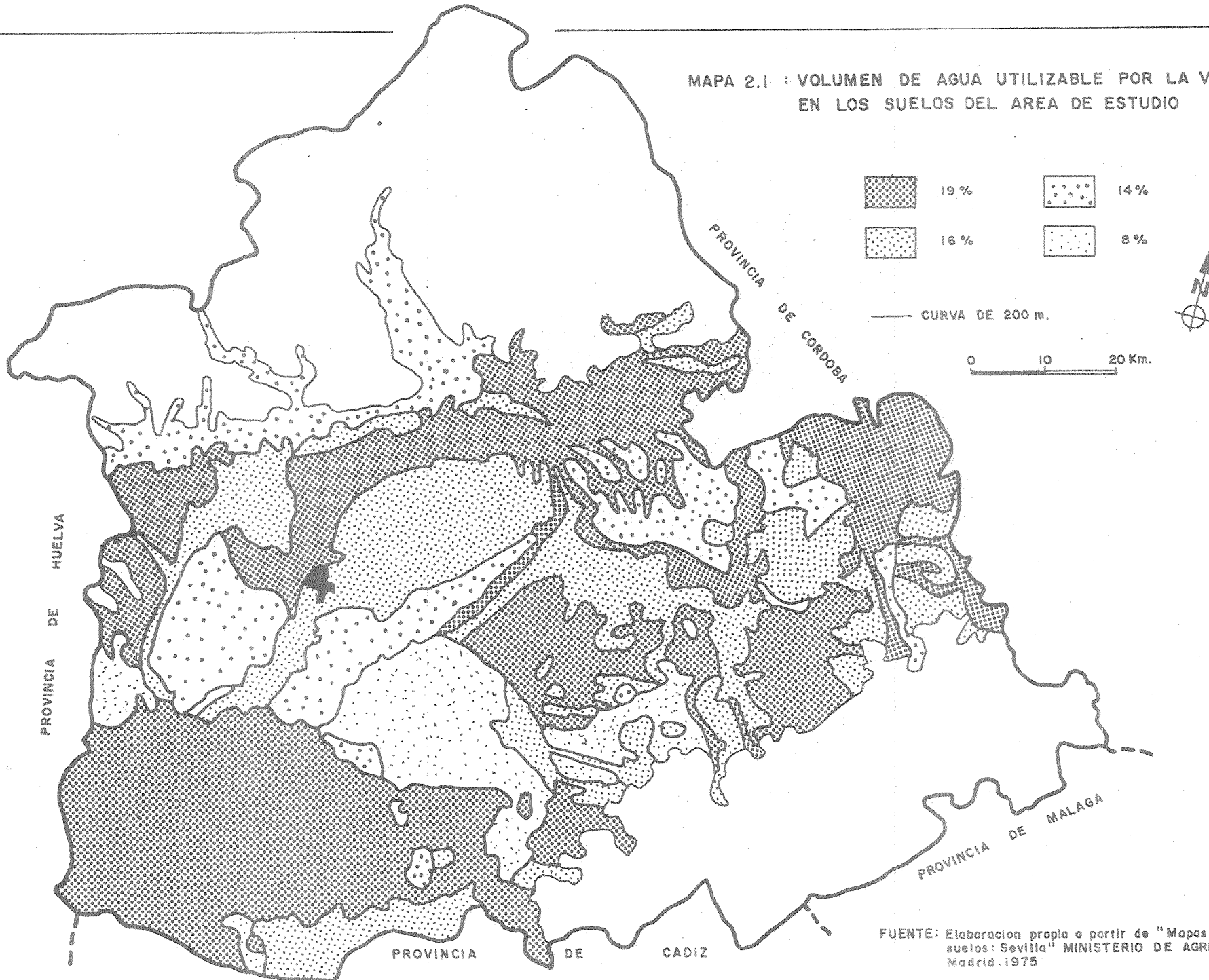
En función de ella y con base en el mapa de suelos de Sevilla (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1975), hemos dividido nuestra área de estudio en cuatro clases diferentes con arreglo al contenido de agua de la reserva útil (ver mapa 2.1.).

La primera clase se define por la presencia en ella de un volumen de agua utilizable del 19%. Comprendería los suelos más pesados: francos, arcillo-limosos y arcillosos.

A continuación se sitúan los suelos franco-arcillo-limosos y franco-arcillosos, con un volumen de agua utilizable del 16%.

Figuran en tercer lugar los suelos cuyo volumen

MAPA 2.1 : VOLUMEN DE AGUA UTILIZABLE POR LA VEGETACION EN LOS SUELOS DEL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: Elaboracion propia a partir de "Mapas provinciales de suelos: Sevilla" MINISTERIO DE AGRICULTURA Madrid. 1975

de agua utilizable es del 14%: franco-arcillo-arenosos, arcillo-arenosos y franco-arenosos.

Por último se sitúan los suelos más ligeros, los arenoso-francos y arenosos, que sólo dispondrían de un volumen de agua utilizable del 8%.

En consecuencia, hemos asignado a la zona en su conjunto un volumen de agua utilizable del 15%, ligeramente superior a la media de los cuatro valores apuntados, como resultado de la mayor presencia en ella de los suelos correspondientes a las dos primeras clases.

Teniendo en cuenta que la profundidad media de las raíces de los distintos cultivos que ocupan la zona se sitúa en torno a los 100 cms. (DOORENBOS Y PRUIT, 1976,102), hemos considerado la existencia en ella de una reserva útil de 150 mms. de agua. Creemos que es una cantidad que puede considerarse representativa de las distintas condiciones de suelo y cultivo que en ella se dan. Por su parte, la reserva fácilmente utilizable (RFU), que sería el 50% de ésta, se situaría en un total de 75 mms.

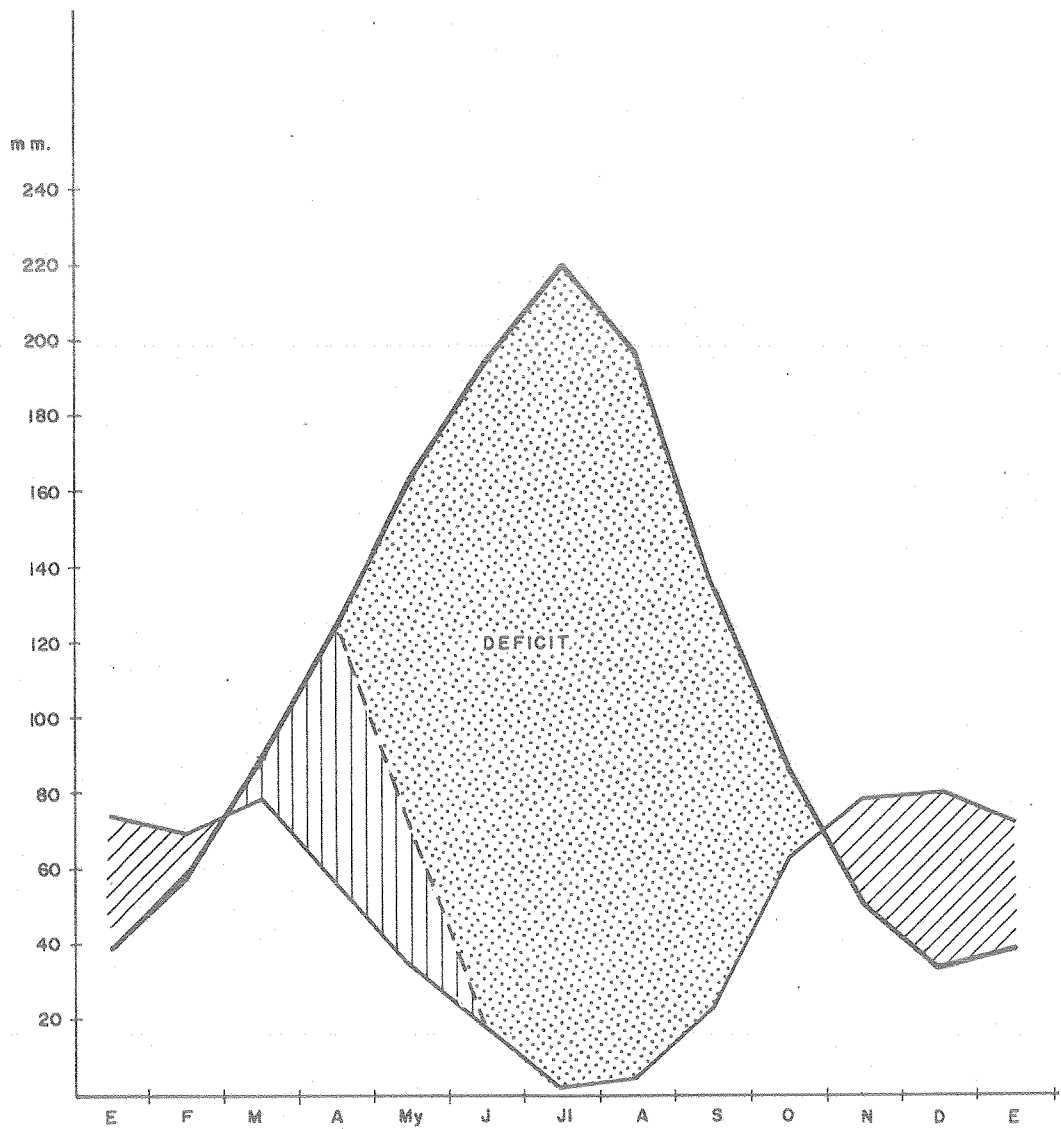
## 2.2. LAS SEQUIAS EDAFICAS EN LA CUENCA BAJA DEL GUADAL- QUIVIR.

Como resultado de los cálculos efectuados, se nos configura en la zona un año medio marcadamente deficitario en humedad (ver gráfico 2.3.)




El período comprendido entre Mayo y Octubre se caracteriza por la existencia de déficits de agua en el suelo muy acusados que se traducen en condiciones adversas para el desarrollo de la vida vegetal. Todos estos meses presentan índices de evapotranspiración inferiores a la unidad, situándose éstos por debajo del valor 0,5 de Junio a Septiembre, y alcanzando su máximo rigor en los meses estivales de Junio, Julio y Agosto, donde se obtienen valores próximos a 0. El déficit global del año totaliza 815,2 mms. de agua.

Los meses de Noviembre a Febrero son los únicos que registran valores de precipitación superiores a los de la evapotranspiración potencial, pero estas dispo-

GRAFICO 2.3: BALANCE DE AGUA MEDIO EN TABLADA



——— ETP  
 - - - ETR.  
 ——— PRECIPITACION

 USO DE LA RESERVA DEL SUELO  
 CONSTITUCION DE LA RESERVA DEL SUELO  
 DEFICIT.

nibilidades de agua se utilizarán para recargar la reserva del suelo, agotada tras el estiaje, y no podrán generar en ningún caso excedentes.

Durante los meses de Marzo y Abril la cubierta vegetal satisfará sus necesidades evapórativas gracias al empleo de esta reserva, la cual en Mayo, una vez agotada, dará paso de nuevo al período deficitario en agua.

Así pues, los vegetales solo disponen de condiciones satisfactorias para su crecimiento y desarrollo durante los seis meses comprendidos entre Noviembre y Abril; durante los meses de Octubre y Mayo su desarrollo se vé ralentizado por la existencia de un grado de humedad insuficiente; por último, en el período comprendido entre Junio y Septiembre, su producción de materia orgánica es prácticamente nula.

Estos resultados coinciden en lo esencial con los que se obtienen a través del análisis de los balances de agua anuales efectuados en Sevilla para el período 1931-1982.



De ellos se desprende también la existencia de marcados déficits hídricos como nota dominante. El déficit de agua medio anual se sitúa en 884,1 mms., siendo los déficits más frecuentes los comprendidos entre 800 y 1000 mms., que se producen en el 52,1% de los años (ver gráfico 2.4.).

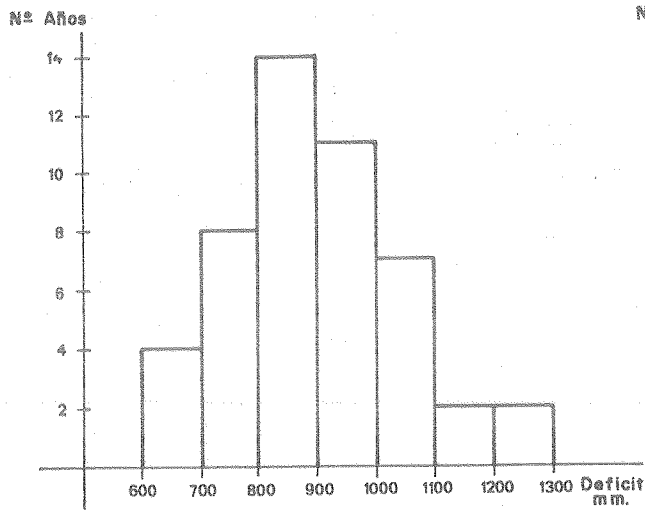
En correspondencia con este hecho se sitúa la presencia más que frecuente de meses con índices de evapotranspiración inferiores a la unidad. Así, el índice anual medio (sumatorio de los doce índices mensuales) apenas alcanza la cifra de 6,58, sólo un 6% de los años presenta índices superiores a 8 unidades, y el 86% de ellos registra índices comprendidos entre 5 y 8 unidades.

De hecho, el número de meses con índice de evapotranspiración inferior a la unidad nunca desciende por debajo de 5, y el 70,6% de los años registra de 6 á 8 meses deficitarios.

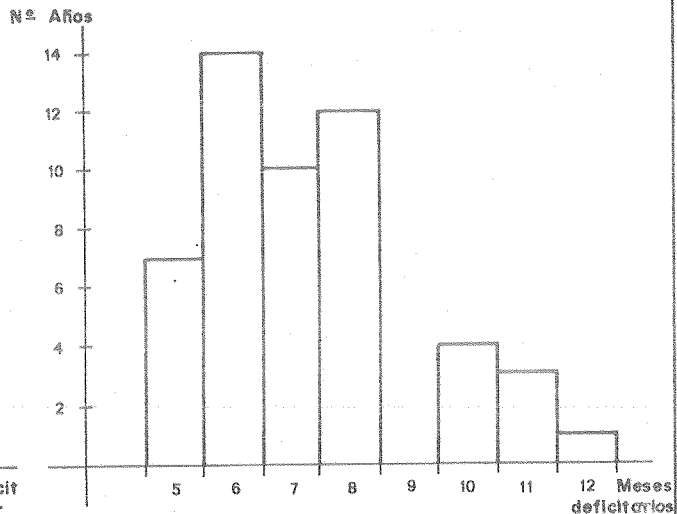
Consecuencia de todo ello es la exigüidad en los excedentes que caracteriza al área de estudio. Estos fueron nulos en el 42% de los años, y cuando se

**GRAFICO 2.4: HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE LOS PARAMETROS EXPRESIVOS DEL BALANCE HIDRICO EN TABLADA**

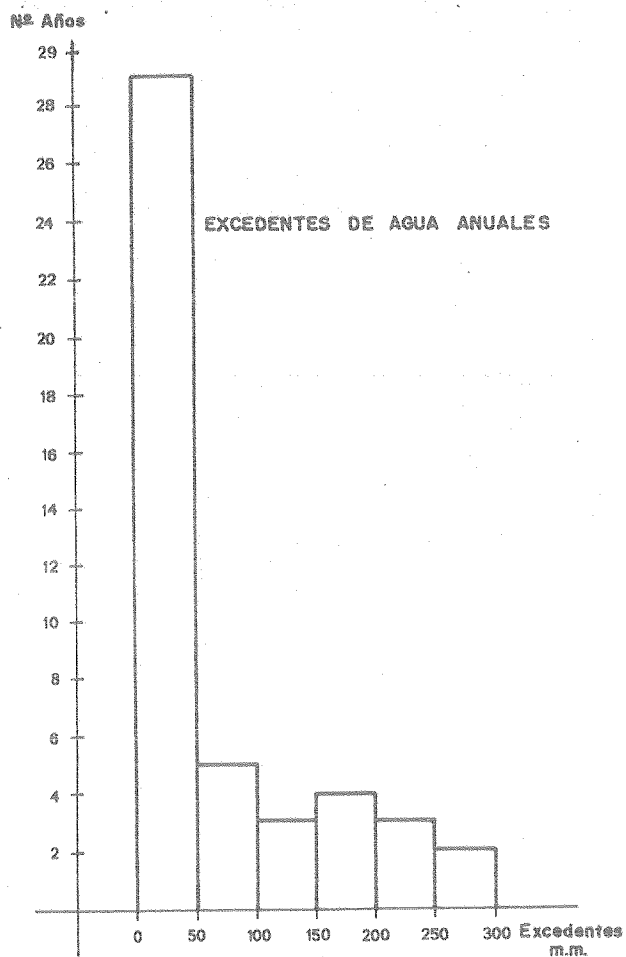
**DEFICITS ANUALES DE AGUA**



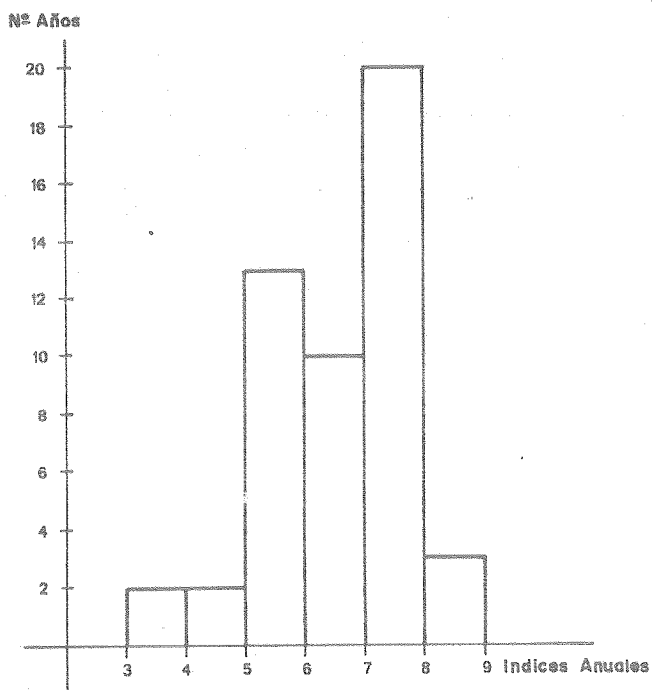
**Nº DE MESES DEFICITARIOS**



**EXCEDENTES DE AGUA ANUALES**



**INDICES ANUALES DE EVAPOTRANSPIRACION**



produjeron, alcanzaron valores extraordinariamente bajos, sobre todo, si los ponemos en relación con la magnitud de los déficits.

La situación a lo largo del año de los rasgos señalados anteriormente se refleja en el gráfico 2.5. y el Cuadro 2.5.

De ellos se desprenden los siguientes hechos destacables:

- a) En primer lugar, las precarias condiciones hídricas que caracterizan a los meses comprendidos entre Junio y Septiembre, meses predominantemente muy secos, en muy pocos casos secos, y sólo en un caso, el mes de septiembre de 1949, con disponibilidades de agua suficientes.
- b) Destaca también la relativa uniformidad que presentan los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, gozando de condiciones satisfactorias de humedad en más del 70% de los años.



C U A D R O 2.5.

CLASIFICACION DE LOS MESES SEGUN SU INDICE DE EVAPOTRANSPIRACION

<u>MESES</u>	<u>TOTAL</u>	<u>Húmedos</u>	<u>%</u>	<u>Moderadamente secos</u>	<u>%</u>	<u>Secos</u>	<u>%</u>	<u>Muy secos</u>	<u>%</u>
Septiembre	51	1	1,96	0	0	7	13,7	43	84,3
Octubre	51	16	31,4	2	3,9	10	19,6	23	45,1
Noviembre	51	26	51	7	13,7	11	21,6	7	13,7
Diciembre	51	36	70,6	5	9,8	9	17,6	1	1,96
Enero	51	44	86,3	6	11,8	0	0	1	1,96
Febrero	51	44	86,3	2	3,9	3	5,9	2	3,9
Marzo	51	41	80,4	4	7,8	4	7,8	2	3,9
Abril	51	29	56,9	7	13,7	7	13,7	8	15,7
Mayo	51	5	9,8	8	15,7	10	19,6	28	54,9
Junio	51	0	0	1	1,9	1	1,9	49	96,1
Julio	51	0	0	0	0	0	0	51	100
Agosto	51	0	0	0	0	0	0	51	100

Meses húmedos:  $ETR/ETP = 1$

Meses moderadamente secos:  $1 > ETR/ETP \geq 0,7$

Meses secos:  $0,7 > ETR/ETP \geq 0,4$

Meses muy secos:  $ETR/ETP < 0,4$

c) Los meses de Mayo y Octubre presentarían una mayor irregularidad hídrica, aunque con predominio de las situaciones secas o muy secas.

d) Por último, los meses de Abril y Noviembre son los que registran una mayor variabilidad, aproximándose sin embargo a los meses invernales por la alta frecuencia de meses húmedos que en ellos aparecen.

Frente a esta situación, que podríamos considerar como la habitual, aparecen una serie de años en los que las condiciones de escasez hídrica se exacerban.

Para definir estos años hemos utilizado dos criterios simultáneamente: el número de meses del año que presenta un índice de evapotranspiración inferior a la unidad, y el índice de evapotranspiración anual. El primero refleja la duración del período seco y el segundo es representativo de la intensidad del déficit de agua.

En estos parámetros hemos establecido umbrales en principio arbitrarios, de naturaleza puramente estadís-

tica y basados en la propia configuración de las series de observación. Sólo cuando hayamos analizado los efectos adversos generados en la agricultura por tales años estaremos en condiciones de fijar los verdaderos umbrales de sequía.

Para el primer criterio seleccionado, hemos fijado dos umbrales: los años muy secos, que presentan más de 10 meses con escasez de agua en el suelo, y los años secos, que cuentan con 8 meses de estas características. La aplicación del criterio al período de nuestro estudio conduce a la aparición de ocho años del primer tipo y otros tantos del segundo (ver Cuadro 2.6.).

En el índice anual de evapotranspiración hemos fijado el umbral 5,5 para delimitar los años muy secos y el umbral 6 para los años secos. Por debajo de éste último se sitúa el 30% de la serie, lo cual nos ha parecido un porcentaje suficiente como para aislar, con cierta amplitud, los años anómalos por defecto que en ella aparecen. El resultado de su aplicación al período 1940-1982 conduce a la aparición de ocho años muy secos y seis

C U A D R O 2.6.

AÑOS SECOS Y MUY SECOS EN FUNCION DEL NUMERO DE MESES DEFICITARIOS

<u>A Ñ O S</u>	<u>Nº de meses deficitarios</u>		
1956-57	12	} AÑOS MUY SECOS	
1944-45	11		
1948-49	11		
1980-81	11		
1943-44	10		
1979-80	10		
1957-58	10		
1952-53	10		
1971-72	8		} AÑOS SECOS
1981-82	8		
1953-54	8		
1946-47	8		
1974-74	8		
1954-55	8		
1966-67	8		
1976-77	8		



años secos (ver Cuadro 2.7.)

La combinación de ambos criterios se traduce en los resultados que se consignan en el Cuadro 2.8.

En él se observa cómo existen en el período de estudio cinco años muy secos, aquellos catalogados como tales con arreglo a los dos criterios manejados: 1944-45, 1948-49, 1980-81, 1956-57 y 1943-44. Todos tienen más de 10 meses con índice de evapotranspiración inferior a la unidad, lo que supone la existencia en ellos de un período favorable al desarrollo vegetativo verdaderamente reducido, y todos acumulan un índice anual inferior a 5,5 unidades.

Figuran además ocho años que pueden calificarse como secos. Dos de ellos (1979-80 y 1957-58) se caracterizan por disponer de un período deficitario muy largo, pero relativamente poco intenso; los años 71-72, 81-82 y 53-54 presentan la situación contraria, es decir, un período deficitario muy intenso pero de duración no muy larga (8 meses); por último 46-47, 54-55 y 74-75 son califica-

C U A D R O 2.7.

AÑOS SECOS Y MUY SECOS EN FUNCION DEL INDICE ANUAL DE EVAPOTRANSPIRACION

<u>A Ñ O S</u>	<u>Indice anual de evapotranspiración</u>		
1944-45	3,69	}	
1948-49	3,86		
1980-81	4,23		AÑOS
1971-72	4,88		MUY
1981-82	5,16		SECOS
1956-57	5,31		
1953-54	5,38		
1943-44	5,43		
1946-47	5,55		
1979-80	5,57		AÑOS
1974-75	5,66	SECOS	
1964-65	5,67		
1957-58	5,80		
1954-55	5,82		

C U A D R O 2.8.  
TIPOLOGIA DE AÑOS SECOS

NUMERO DE MESES CON INDICE DE EVAPOTRANSPIRACION  
ANUAL INFERIOR A LA UNIDAD

<u>MUY SECOS</u>		<u>SECOS</u>	<u>HUMEDOS</u>
INDICE DE EVAPOTRANSPIRACION ANUAL	M		
	U	1944-45 *	
	Y	1948-49	1971-72
	S	1980-81 *	1981-82 *
	E	1956-57	1953-54 *
	C	1943-44	
	O		
	S		
	-		
	S		1946-47
E	1979-80	1954-55	1964-65
C	1957-58 *	1974-75	
O			
S			
-			
H			
U	1952-53	1966-67	
M		1976-77	
E			
D			
O			
S			

(\*) Años precedidos por otro año seco.

dos en la categoría de secos para los dos criterios manejados, disponiendo así, de períodos deficitarios de 8 meses de duración y de índices anuales comprendidos entre 5,5 y 6 unidades.

En tercer lugar aparecen tres años que denominamos moderadamente secos: el año 64-65, que sólo presenta 7 meses deficitarios, aunque su índice anual de evapotranspiración apenas alcanza las 5,67 unidades, y los años 66-67 y 76-77, que cuentan con 8 meses de déficit hídrico, pero de reducida intensidad, presentando índices anuales superiores a 6.

Aparece, por último, el año 1952-53, de naturaleza excepcional en el conjunto, al presentar un período deficitario de muy larga duración (10 meses) pero de intensidad muy reducida (índice anual de 6,36 unidades).

Se produce además el hecho de que los años más secos vienen en muchas ocasiones precedidos por otros igualmente secos, fenómeno que no sucede en el resto de los casos, y que contribuirá muy probablemente a

a incrementar la sensación de sequía que en ellos se experimente.

Se constituyen así cuatro grandes secuencias secas: la formada por los años 43-44 y 44-45, ambos muy secos, la secuencia 52-53 y 53-54, los dos secos, la constituida por los años 56-57 (muy seco) y 57-58 (seco), y por último, la más larga, formada por los años 79-80 80-81 y 81-82, el central, muy seco y los extremos, secos.

Es esperable que todos estos años originen dificultades en la agricultura de secano de la zona y en proporción aproximada al grado de sequía que les afecta en cada caso. No obstante, la distinta vulnerabilidad de los cultivos integrantes del paisaje agrario en cada momento será la que, en definitiva, marque los efectos por ellos generados. Así pues, serán los rendimientos agrícolas de los años estudiados y las noticias de prensa alusivas a ellos las que nos informen acerca del verdadero grado de sequía que los caracteriza.

- (1) En los balances de agua medios, los procesos de carga y descarga de la reserva de agua del suelo son continuos, siguiendo un ciclo ascendente-descendente desde el comienzo al fin del año agrícola, y sin presentar interrupciones o inversiones del proceso en su interior. Por el contrario, al estudiar años agrícolas específicos, es frecuente que este proceso de carga y descarga se vea fragmentado y alterado por la presencia de meses deficitarios en agua dentro del período de carga de la reserva, o excedentarios en el de descarga. En estos casos las tablas, que están elaboradas para cuantificar la descarga de la reserva en función de la pérdida potencial acumulada y a partir del valor máximo de la reserva del suelo, conducen a situaciones absurdas, proponiendo a veces, tras un período de déficit, una reserva superior a la existente antes del acaecimiento de dicho déficit.
- (2) Habría que averiguar las razones que explican las diferencias surgidas entre Penman y Bouchet, aunque lo más probable es que se deban a condiciones de instalación y medición del evaporímetro Piche, a las cuales la fórmula es muy sensible (BROCHET y GERBIER, 1974,33). En cualquier caso, para nosotros carecía de utilidad su empleo.

## ANEXO 2.1.

VALORES MENSUALES DEL INDICE DE EVAPOTRANSPIRACION EN LA ESTACION DE TABLADA PARA EL PERIODO 1931-32 / 1981-82

AÑOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SUMATORIO
1931-32	0,13	1	1	0,9	1	1	1	1	0,1	0,08	0	0	7,21
1932-33	0,63	0,38	1	1	1	1	1	1	0,26	0,11	0,02	0	7,4
1933-34	0	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	7,3
1934-35	0	0,01	1	1	1	1	0,81	0,17	0,54	0,03	0	0	5,56
1935-36	0,007	0,62	0,71	1	1	1	1	1	1	0,75	0	0	8,09
1936-37	0	0,42	0,69	0,69	1	1	1	1	1	1	1	0	8,09
1937-38	0	1	1	1	1	0,59	0,21	0,31	0,27	0	0	0	5,38
1938-39	0,4	0,1	0,44	1	1	1	1	0,73	0,02	0,29	0	0	5,98
1939-40	0,65	1	1	1	1	1	1	0,93	0,19	0,1	0	0,09	7,96
1940-41	0,17	1	0,89	0,52	1	1	1	1	0,997	0,04	0,02	0,04	7,68
1941-42	0,38	0,2	1	1	1	1	1	1	0,73	0	0	0	7,31
1942-43	0,34	1	1	1	1	1	1	1	0,54	0	0,03	0	7,91
1943-44	0,22	0,41	0,16	1	0,85	1	0,81	0,59	0,11	0,02	0,02	0,24	5,43
1944-45	0,15	0,35	0,49	0,37	1	0,56	0,57	0	0,06	0,14	0	0	3,69
1945-46	0	0,44	1	1	1	1	1	0,73	1	0,07	0	0	7,24
1946-47	0,03	0,37	0,5	0,55	1	1	1	1	0,1	0	0	0	5,55
1947-48	0,5	0,69	1	1	1	1	1	1	1	0,08	0	0,01	8,27
1948-49	0	0,26	0,02	1	0,96	0,38	0,6	0,49	0,05	0,07	0,03	0,005	3,86
1949-50	1	0,003	0,76	1	1	1	1	0,2	0,49	0	0,009	0	6,46
1950-51	0,5	0,15	0,71	1	1	1	1	1	0,61	0,02	0	0	6,99
1951-52	0,13	0,21	1	1	1	1	1	1	1	0,31	0	0,09	7,74
1952-53	0,15	0,93	0,4	0,69	0,95	1	0,93	1	0,28	0,03	0	0	6,36
1953-54	0,04	0,52	0,16	1	1	1	1	0,61	0,05	0,004	0	0	5,38
1954-55	0	0,12	0,47	0,96	1	1	1	1	0,26	0,05	0,005	0	5,82
1955-56	0,07	1	1	1	1	1	1	1	0,75	0	0	0,14	7,96
1956-57	0,12	0,21	0,64	0,82	0,72	0,95	0,58	0,91	0,2	0,16	0,004	0	5,31
1957-58	0,29	0,69	1	0,8	0,96	0,63	1	0,29	0,06	0,01	0	0,07	5,8
1958-59	0,01	0,34	0,47	1	1	1	1	1	0,93	0	0	0	6,75
1959-60	0,09	0,67	1	0,94	1	1	1	1	0,58	0,07	0	0	7,35
1960-61	0,07	1	1	1	1	1	1	0,82	0,43	0,01	0,07	0	7,4
1961-62	0,23	0,34	1	1	1	1	1	1	0,87	0,24	0	0	7,68
1962-63	0,13	1	0,98	1	1	1	1	1	0,43	0,21	0	0	7,75
1963-64	0,15	0,08	1	1	1	1	1	1	0,3	0,03	0	0	6,56
1964-65	0,13	0	1	1	1	1	1	0,5	0,01	0,03	0	0	5,67
1965-66	0,58	1	1	1	1	1	1	0,9	0,01	0,09	0	0,005	7,58
1966-67	0,22	1	0,93	0,4	1	1	1	0,26	0,21	0,05	0	0	6,07
1967-68	0,04	1	1	1	1	1	1	1	0,68	0,07	0	0,02	7,81
1968-69	0,03	0,33	1	1	1	1	1	1	0,7	0,21	0	0	7,27
1969-70	0,26	1	1	1	1	1	1	0,64	0,11	0,5	0	0	7,51
1970-71	0	0,31	0,63	1	1	1	0,996	1	1	0,6	0	0,28	7,82
1971-72	0,07	0,16	0,05	0,41	1	1	1	1	0,24	0,01	0,004	0	4,88
1972-73	0,31	1	1	1	1	1	1	0,26	0,46	0,06	0	0,03	7,12
1973-74	0	0,18	0,58	1	1	1	1	1	0,12	0,15	0	0	6,03
1974-75	0	0,1	0,4	0,49	1	1	1	1	0,65	0,02	0	0	5,66
1975-76	0,03	0	0,15	1	1	1	1	1	0,8	0,01	0	0,04	6,03
1976-77	0,6	0,96	0,8	1	1	1	1	0,42	0,06	0,1	0,005	0,01	6,9
1977-78	0	1	1	1	1	1	1	1	0,93	0,28	0	0	8,21
1978-79	0,03	0,56	0,33	1	1	1	1	1	0,28	0,05	0,03	0	6,23
1979-80	0,02	1	1	0,6	0,82	0,84	0,59	0,29	0,4	0	0	0,01	5,57
1980-81	0,27	0,65	1	0,68	0,27	0,2	0,34	0,69	0,11	0,02	0	0	4,23
1981-82	0,22	0,07	0,01	1	1	1	1	0,75	0,05	0	0,02	0,09	5,16

SEGUNDA PARTE:

LA SEQUIA A TRAVES DE LA PRENSA SEVILLANA



La fuente utilizada para conocer el impacto generado en la sociedad por las sequías, ha sido el diario ABC, editado en Sevilla con continuidad desde el año 1922, y con suficiente información local y regional como para permitirnos captar la vivencia registrada en el conjunto social ante el fenómeno de la falta de agua.

En él hemos examinado todos los años que se presumían secos a partir de su información climática, así como los años que les sucedían -fueran secos o no-, a fin de captar la pervivencia en la sociedad del impacto generado por la situación seca y su capacidad de respuesta frente a ella. En realidad, no interrumpimos las observaciones de la prensa hasta que no se interrumpían las propias noticias alusivas a la sequía.

Como resultado de este proceso, de los cuarenta y dos años que componen el período de estudio, han sido examinados íntegramente veintinueve. Sólo los años muy lluviosos han escapado a nuestra observación, siendo éstos los años hidrológicos 1955-56, 1958-59, 1959-60, 1960-61, 1961-62, 1962-63, 1963-64, 1967-68, 1968-69, 1969-70, 1970-71, 1977-78 y 1978-79.

La mayoría de estos años se sitúan en la década de lo sesenta como consecuencia de la abundancia de precipitaciones que en ella se registraron, y como consecuencia, también, de que en la segunda mitad del período los totales de precipitación presentan una mayor tendencia al agrupamiento en secuencias lluviosas y secas. Los años iniciales, por la alternancia casi constante de años secos y húmedos que presentan, nos obligaron a examinarlos casi en su totalidad.

En cada uno de los años analizados hemos recogido todas las noticias existentes alusivas al tema de la sequía o a aspectos relacionados con ella. Además, y con el objeto de que estas noticias resultaran expresivas de la vivencia de la sequía en cada momento, las hemos sometido a dos tipos de ponderaciones: una ponderación efectuada en función

del tipo de noticia registrada, y otra, en función del tipo de periódico que se edita en cada momento.

La primera ponderación pretende evaluar cada noticia con distinto peso específico en función del grado de alarma social que en ella se refleja. Así, hemos clasificado las noticias en cuatro tipos diferentes:

- Las noticias normales o habituales, que constituyen la mayoría, y a las que hemos asignado el valor de un punto por noticia.
- Las portadas y rogativas, que por producirse sólo en situaciones de gran alarma, han sido evaluadas en cinco puntos.
- Los artículos especiales, primeras páginas, colaboraciones, editoriales, páginas de huecograbado, chistes, anuncios etc....sobre la sequía, que han sido considerados como situaciones intermedias entre las dos anteriores, y a las que se ha asignado el valor de tres puntos.
- Por último, aquellas noticias que, sin aludir expresamente a la existencia de una situación seca, reflejan una preocupación latente en la sociedad ante la falta de agua. Suelen

producirse estas noticias tras un momento seco intenso o en los períodos de estiaje, y hacen referencia normalmente a temas sobre el contenido de agua de los embalses, la política hidráulica etc....Son los que podemos denominar "noticias indirectas" de sequía y les hemos asignado un valor de 0,5 puntos.

Estas ponderaciones pueden considerarse como arbitrarias y subjetivas, al no existir ningún sistema fijo y riguroso que permita cuantificar el valor expresivo de las noticias de prensa. Nosotros las consideramos válidas por tres razones fundamentales: proceden de la experiencia personal suministrada por la sequía 1979-82, la cual pudimos seguir simultáneamente, tanto en sus efectos reales, como en la expresión de estos efectos por parte de la prensa local; además, tras el análisis de todo el período 1940-82, se puede concluir que existe una estrecha relación entre la gravedad de los impactos de la sequía y la aparición de "noticias especiales" sobre ella; por último, dado que el sistema se aplica por igual a lo largo de todo el período, no alterará en absoluto el estudio de la vulnerabilidad frente a la falta de agua que pretendemos llevar a cabo.

El segundo tipo de ponderación que hemos aplicado, lo que pretende es salvar la dificultad planteada por el hecho de que a lo largo del período de estudio el volumen del periódico ha variado considerablemente (1). Ello implica el que en los años cuarenta existiera una imposibilidad material de expresar la vivencia de la sequía con el mismo grado de detalle con el que ésta puede ser expresada en la actualidad, lo que invalida la comparación en términos absolutos del número de noticias editadas en uno y otro momento.

Para obviar esta dificultad hemos recurrido a expresar el número ponderado de noticias mensuales como porcentaje del número medio de páginas del periódico en cada momento.

Como resultado final de ambas ponderaciones se obtiene un índice abstracto que expresa, para cada mes, la cantidad de noticias editadas en relación con el tema de la sequía. Este índice permite comparar, en igualdad de circunstancias, la intensidad de la vivencia de la sequía en cada uno de los momentos del período de estudio.

Además, desde la primera aproximación hemos procedido a la clasificación de las noticias en función del sector de actividad al que hacen alusión, surgiendo así siete apartados: agricultura de secano, agricultura de regadío, agricultura general, consumo urbano, electricidad, industria-comercio y medio ambiente. Junto a ellos hemos creado un octavo apartado que, bajo un título de general, engloba a aquellas noticias que hacen alusión al tema de la sequía sin especificar ningún sector de actividad, y aquéllas que hacen referencia simultáneamente a varios sectores.

Estos esquemas nos han permitido analizar cuantitativamente la información periodística relativa a la sequía, paso previo para el análisis más detallado de su contenido.

C A P I T U L O     I I I

*LAS NOTICIAS DE PRENSA RELATIVAS A LA SEQUIA*

*DURANTE EL PERIODO 1940 - 1982.*

*La primera noticia relativa a la sequía no se produce hasta el mes de Diciembre de 1943 y hace alusión a las dificultades que la escasez de agua origina en la producción y suministro de energía eléctrica.*

*Con anterioridad a esta fecha nunca se alude a problemas originados por déficits hídricos y sólo en contadas ocasiones el tema del agua salta a la prensa, haciendo referencia a dos aspectos clave: las deficiencias de la infraestructura del abastecimiento de agua a las ciudades y la política hidráulica que el nuevo gobierno pretende emprender.*

*Siete noticias publicadas entre Septiembre de 1940 y Enero de 1943 hacen alusión al primero de los temas*



mencionados. En ellas se informa acerca de la realización de obras de mejora de la red de abastecimiento de agua en Sevilla y de la inauguración de obras del mismo tipo en distintos municipios de la provincia. En ninguno de los casos, no obstante, la sequía es mencionada en absoluto.

El segundo gran tema es abordado en tres noticias publicadas en Marzo de 1942 y en Julio y Agosto de 1943 respectivamente. En ellas, y con título tan expresivos como "Realidades del nuevo estado" o "la reconstrucción nacional", se informa acerca del plan de obras hidráulicas como pilar básico de la política del nuevo gobierno, con las pretensiones de incrementar los regadíos y la producción hidroeléctrica.

Así pues, la sequía propiamente dicha no será mencionada hasta Diciembre de 1943. Es a partir de ese momento cuando iniciamos el análisis cuantitativo de la información periodística, un análisis que versará pues, sobre el período comprendido entre los años hidrológicos 1943-44 y 1981-82. Deducidos de él los años muy húmedos, que han escapado a nuestra observación, y que ya hemos citado, este período analizado abarca un total de 26 años. Los resultados del análisis aparecen consignados en el gráfico

## 3.1.

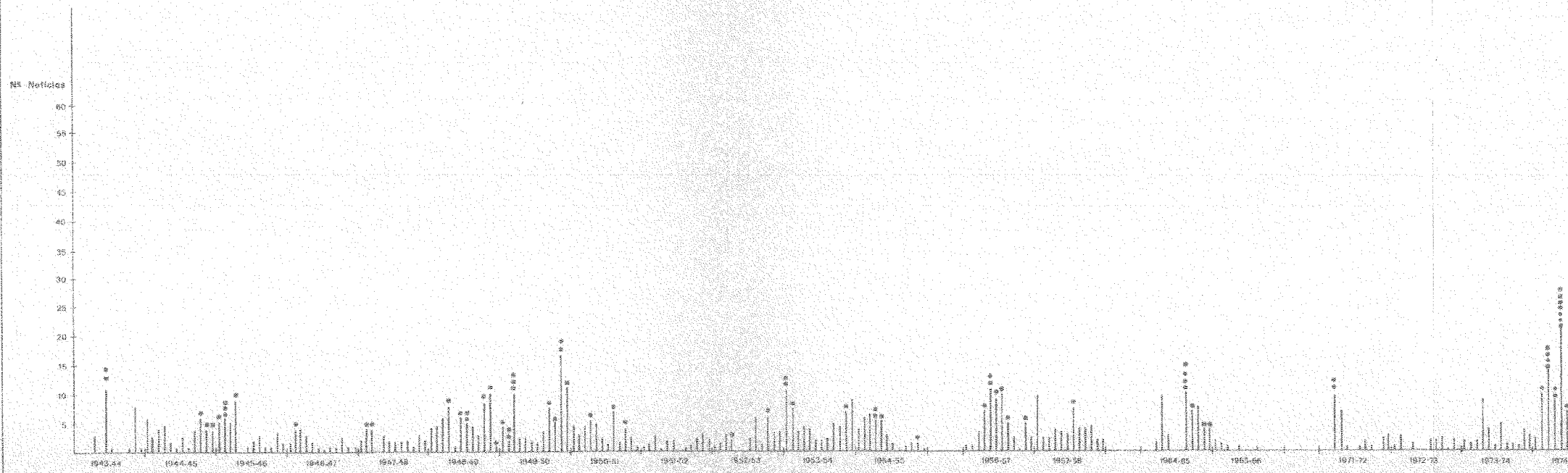
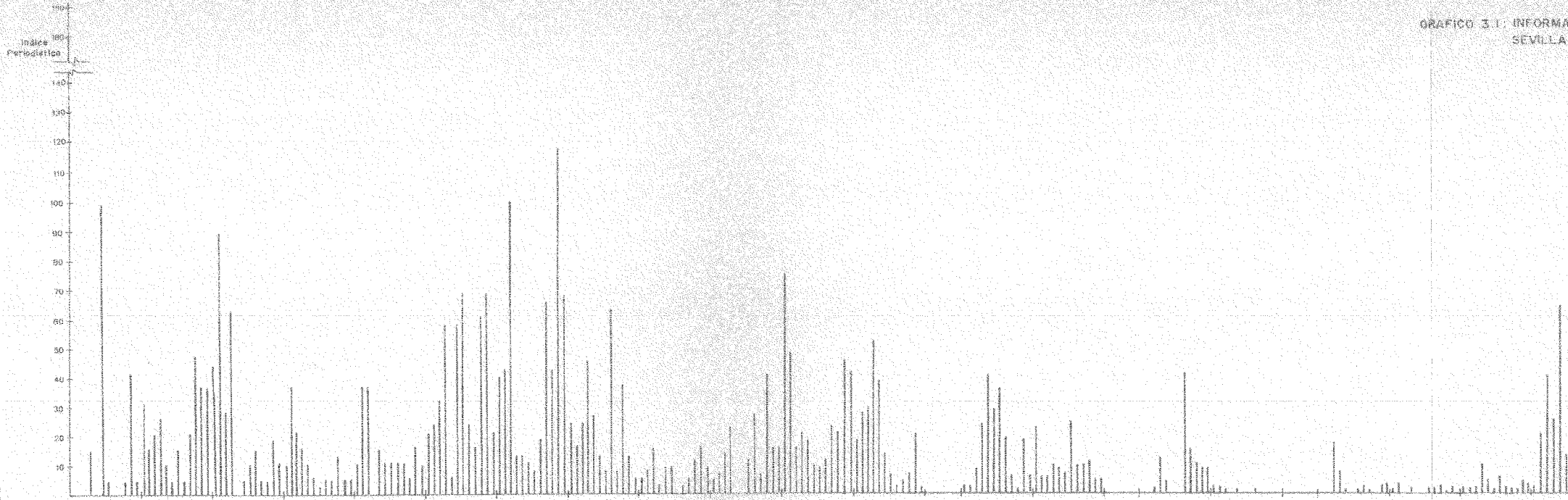
Tres aspectos fundamentales no interesa destacar del conjunto de la información periodística del período: el grado de presencia de las noticias relativas a la sequía -expresivo de la frecuencia con que la sociedad se ha visto conmocionada por la existencia de déficits hídricos-, el volumen de tales noticias -indicador de la intensidad que ha caracterizado a la conmoción- y los sectores económicos mencionados -reflejo del espectro socio-económico afectado por los impactos de la sequía.

3.1. PRESENCIA DE LA SEQUIA EN LA PRENSA SEVILLANA DURANTE EL PERIODO 1940-1982.

A la vista del gráfico 3.1. y del Cuadro 3.1. se puede afirmar que uno de los rasgos configuradores de la información periodística analizada es la casi omnipresencia en ella de noticias alusivas a la sequía.

El 85,2% de los meses observados presentan noticias de sequía, lo que supone una cantidad más que considerable

1376



C U A D R O 3.1

PRESENCIA DE NOTICIAS DE SEQUIA EN EL DIARIO ABC DE SEVILLA DURANTE EL PERIODO 1943-1982

<u>S E C T O R E S</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>
General	312	157	50,3	59	21	6,7	13,4	65,6	45	14,4	28,7	66,2
Electricidad	312	92	29,5	34,6	0	0	0	0	6	1,9	6,5	8,8
Consumo urbano	312	148	47,4	55,6	11	3,5	7,4	34,4	20	6,4	13,5	29,4
Industria-Comercio	312	5	1,6	1,9	2	0,6	40	6,2	1	0,3	20	1,5
Medio ambiente	312	26	8,3	9,8	5	1,6	19,2	15,6	1	0,3	3,8	1,5
Agricultura de regadio	312	35	11,2	13,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura de secano	312	140	44,9	52,6	8	2,6	5,7	25	16	5,1	11,4	23,5
Agricultura general	312	24	7,7	9	0	0	0	0	3	0,96	12,5	4,4
T O T A L	312	266	85,2	100	32	10,2	12	100	68	21,8	25,6	100

1. Número de meses observados.
2. Número de meses con noticias de cada sector.
3. Porcentaje respecto al número de meses observados.
4. Porcentaje respecto al número de meses con noticias total.
5. Número de meses con noticias de 5 puntos de cada sector.
6. Porcentaje respecto al número de meses observados.
7. Porcentaje respecto al número de meses con noticias de cada sector.
8. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 5 puntos.
9. Número de meses con noticias de 3 puntos de cada sector.
10. Porcentaje respecto al número de meses observados.
11. Porcentaje respecto al número de meses con noticias de cada sector.
12. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 3 puntos.

teniendo en cuenta, sobre todo, que en el período analizado aparecen numerosos años húmedos, (los años 1945-46, 1946-47, 1947-48, 1951-52, 1955-56, 1965-66, 1966-67 y 1978-79), todos ellos con más de 600 mms. de precipitación y algunos con lluvias superiores a los 700 mms.

Son numerosos también los meses que presentan noticias de tres puntos (el 21,8% de los meses observados), y en menor medida, lógicamente, los meses con noticias evaluadas en cinco puntos (el 10,2%)

Todo ello revela una preocupación casi constante por el tema del agua. Esta preocupación parece, sin embargo, más continua en la primera etapa del período, los años cuarenta y cincuenta, que en la última etapa (ver Cuadros 3.2. y 3.3.).

Así, mientras que en la primera etapa se registran noticias de sequía en el 93,4% de los meses observados (prácticamente todos), en la segunda sólo sucede en el 75,7% de los casos.

Por el contrario, el fenómeno desaparece al analizar

C U A D R O    3.2

PRESENCIA DE NOTICIAS DE SEQUIA EN EL DIARIO ABC DE SEVILLA DURANTE LA ETAPA 1943-1958

<u>S E C T O R E S</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>
General	168	102	60,7	65	65	4	2,38	57,1	19	19	11,3	51,3	42,2
Electricidad	168	86	51,2	54,8	93,5	0	0	0	0	6	3,6	16,2	100
Consumo urbano	168	68	40,5	43,3	45,9	1	0,59	14,3	9,1	10	5,9	27	50
Industria-Comercio	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medio ambiente	168	2	1,2	1,3	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura de regadío	168	9	5,3	5,7	25,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura de secano	168	61	36,3	38,8	43,6	2	1,19	28,6	25	6	3,6	16,2	37
Agricultura general	168	14	8,3	8,9	58,3	0	0	0	0	0	0	0	0
T O T A L	168	157	93,4	100	59	7	4,17	100	21,9	37	22	100	54,4

1. Número de meses observados.
2. Númro de meses con noticias de cada sector.
3. Porcentaje respecto al número de meses observados.
4. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de la etapa.
5. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de cada sector en el periodo completo.
6. Número de meses con noticias de 5 puntos de cada sector.
7. Porcentaje respecto al número de meses observados.
8. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 5 puntos de la etapa.
9. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 5 puntos del sector en el periodo completo.
10. Número total de meses con noticias de 3 puntos de cada sector.
11. Porcentaje respecto al número de meses observados.
12. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 3 puntos de la etapa.
13. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 3 puntos del sector en el periodo completo.

CUADRO 3.3

PRESENCIA DE NOTICIAS DE SEQUIA EN EL DIARIO ABC DE SEVILLA DURANTE LA ETAPA 1964-1982

<u>SECTORES</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>
General	144	55	38,2	50,4	35	17	11,8	68	80,9	26	18	83,9	57,8
Electricidad	144	6	4,2	5,5	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo urbano	144	80	56,5	73,4	54	10	6,9	40	90,9	10	6,9	32,2	50
Industria-Comercio	144	5	3,5	4,6	100	2	1,4	8	100	1	0,7	3,2	100
Medio ambiente	144	24	16,7	22	92,3	5	3,5	20	100	1	0,7	3,2	100
Agricultura de regadío	144	26	18	23,8	74,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura de secano	144	79	54,9	72,5	56,4	6	4,2	24	75	10	6,9	32,2	62,5
Agricultura general	144	10	6,9	9,2	41,7	0	0	0	0	3	2,1	9,7	100
TOTAL	144	109	75,7	100	41	25	17,4	100	78,1	31	21,5	100	45,6

1. Número de meses observados.
2. Número de meses con noticias de cada sector.
3. Porcentaje respecto al número de meses observados.
4. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de la etapa.
5. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias del sector en el periodo completo.
6. Número de meses con noticias de 5 puntos de cada sector.
7. Porcentaje respecto al número de meses observados de la etapa.
8. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 5 puntos de la etapa.
9. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 5 puntos del sector en el periodo completo.
10. Número de meses con noticias de 3 puntos de cada sector.
11. Porcentaje respecto al número de meses observados.
12. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 3 puntos de la etapa.
13. Porcentaje respecto al número total de meses con noticias de 3 puntos del sector en el periodo completo.

la presencia de noticias evaluadas con tres puntos, superior ahora en la primera etapa (22% de los meses observados) que en la segunda (21,5%), aunque por poca diferencia.

El período podría, pues, dividirse en dos subperíodos: el primero, constituido por las décadas de los años cuarenta y cincuenta, que se caracteriza por una preocupación constante pero moderada por el tema del agua, y el segundo, formado por los años sesenta, setenta y comienzos de los ochenta, en el que la preocupación es menos continuada, la presencia es menor, pero alcanza momentos de mayor intensidad, como se pone de manifiesto a través de la frecuencia de portadas y rogativas (2).

### 3.2. VOLUMEN DE LAS NOTICIAS RELATIVAS A LA SEQUIA EN LA PRENSA SEVILLANA DURANTE EL PERIODO 1940-1982

El segundo rasgo configurador de la información periodística es la abundancia de noticias de sequía.

Durante los 26 años analizados se publican un total de 1467 noticias relativas al tema de la escasez de agua, lo que supone por término medio la edición de 4,7 noticias por mes observado y 5,51 noticias por mes con noticias (ver Cuadro 3.4.).



VOLUMEN DE NOTICIAS DE SEQUIA EN EL DIARIO ABC DE SEVILLA DURANTE EL PERIODO 1943-1982

SECTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
GENERAL	340	23,2	1,08	2,16	18	48	57,8	0,15	0,3	8	71	53,4	0,23	0,45	8	793,5	34,8	2,54	5,05	67	-	-
Electricidad	191	13	0,61	2,08	7	0	0	0	0	0	7	5,3	0,02	0,08	2	212	9,3	0,68	2,3	12	-	-
Consumo urbano	344,5	23,5	1,10	2,32	18	14	16,9	0,04	0,1	3	33	24,8	0,1	0,22	8	513,5	22,5	1,64	3,47	57	-	-
Ind. - Comercio	11	0,7	0,03	2,2	4	2	2,4	0,006	0,4	1	1	0,7	0,003	0,2	1	24	1	0,08	4,8	9	-	-
Medio ambiente	50	3,4	0,16	1,92	9	5	6	0,02	0,2	1	1	0,7	0,003	0,04	1	78	3,4	0,25	3	10	-	-
Agr. regadío	54	3,7	0,17	1,54	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	2,4	0,17	1,54	5	-	-
Agr. secoano	446,5	30,4	1,43	3,19	16	14	16,9	0,04	0,1	4	17	12,8	0,05	0,12	2	567,5	24,9	1,82	4,05	33	-	-
Agr. general	30	2	0,10	1,25	4	0	0	0	0	0	3	2,2	0,009	0,12	1	39	1,7	0,12	1,62	4	-	-
TOTAL	1.457,0	100	4,7	5,51	56	83	100	0,27	0,31	11	133	1000	0,43	0,50	19	2.281,5	100	7,31	8,58	163	14,46	191,8

- 1.- Nº noticias de cada sector.
- 2.- % respecto al nº total de noticias.
- 3.- Nº medio noticias cada sector por mes observado.
- 4.- Nº medio noticias cada sector por mes con noticias en ese sector.
- 5.- Nº máximo mensual de noticias.
- 6.- Nº de noticias de 5 puntos de cada sector.
- 7.- % respecto al número total de noticias de 5 puntos.
- 8.- Nº medio de noticias de 5 puntos de cada sector por mes observado.
- 9.- Nº medio noticias de 5 puntos de cada sector por mes con noticias en ese sector.
- 10.- Nº máximo mensual de noticias de 5 puntos.
- 11.- Nº noticias de 3 puntos de cada sector.
- 12.- % respecto al nº de noticias de 3 puntos.
- 13.- Nº medio noticias de 3 puntos respecto al nº de meses observados.
- 14.- Nº medio noticias 3 puntos respecto al nº de meses con noticias en ese sector.
- 15.- Nº máximo mensual de noticias de 3 puntos.
- 16.- Nº noticias ponderadas de cada sector.
- 17.- % respecto nº total de noticias ponderadas.
- 18.- Nº medio noticias ponderadas cada sector por nº de meses observados.
- 19.- Nº medio noticias ponderadas cada sector por nº de meses con noticias en ese sector.
- 20.- Nº máximo mensual de noticias ponderadas de cada sector.
- 21.- Índice periodístico medio por mes con noticias.
- 22.- Índice periodístico mensual máximo.

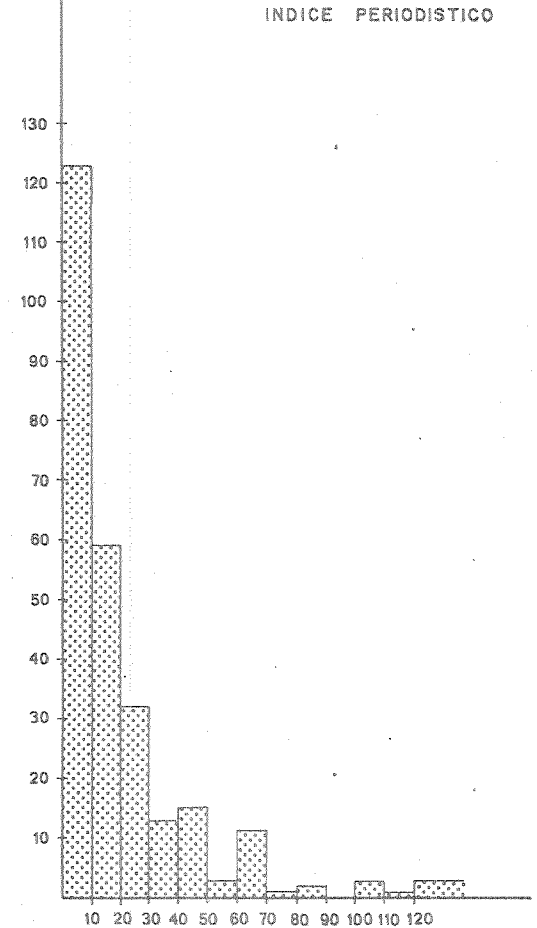
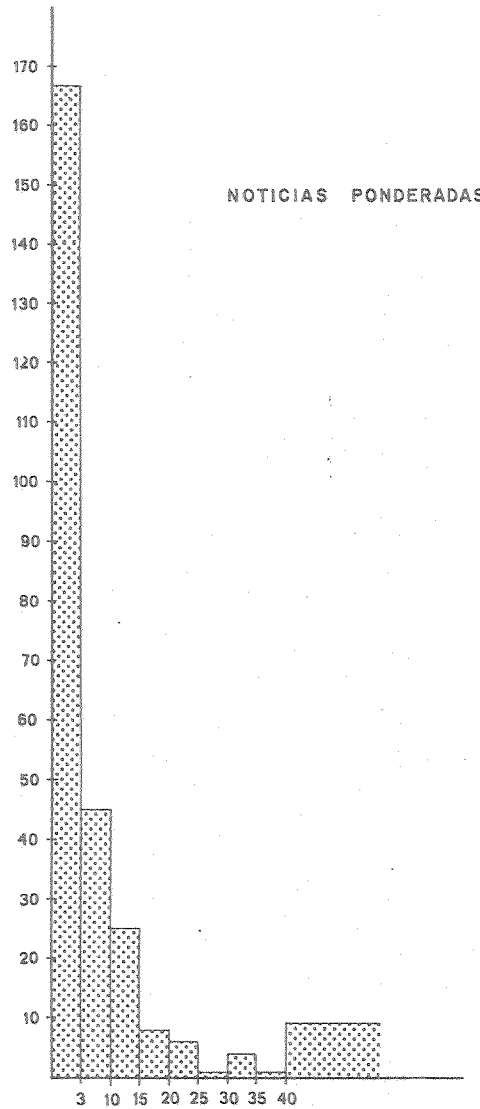
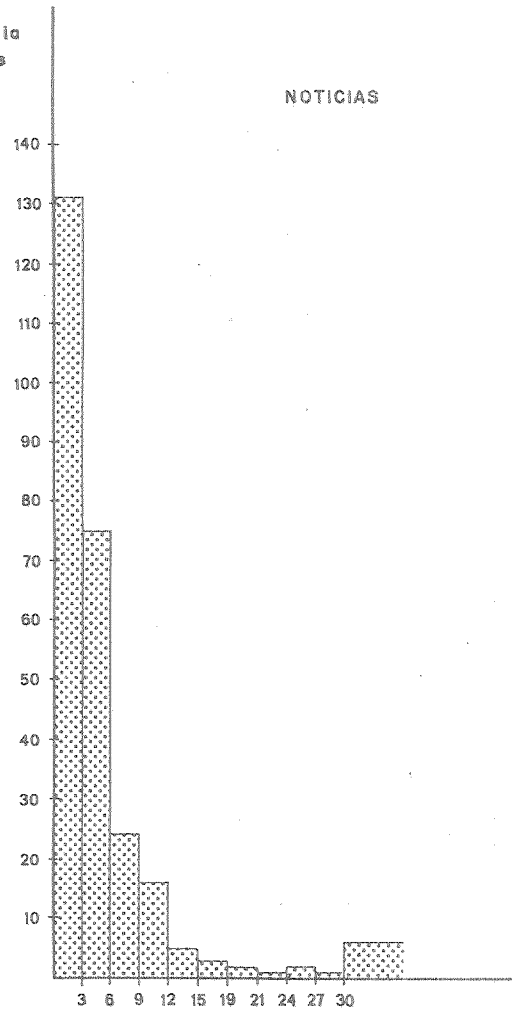
Estas cifras son aún mayores cuando examinamos las noticias ponderadas, que alcanzan un total de 2.281,5 lo que supone la existencia de 7,31 noticias por mes observado y 8,58 noticias por mes con noticias. El aumento se origina en virtud de las 133 noticias de tres puntos del período (0,5 noticias por mes con noticias) y de las 83 noticias de cinco puntos del mismo (0,27 por mes con noticias).

Hay que recordar de nuevo la cantidad de años húmedos incluidos en el período analizado para comprender la magnitud de estos valores.

No obstante, estas cifras medias enmascaran una gran variabilidad intermensual en la edición de noticias, como se pone de manifiesto en el gráfico 3.2. En él resalta el predominio de las noticias poco abundantes (cerca del 50% de los meses cuentan con menos de 3 noticias), pero no es infrecuente tampoco la aparición masiva de información, llegando el 2,2% de los meses a editar más de 30 noticias de sequía (¡más de una noticia diaria!) y alcanzándose el máximo en Noviembre de 1981, en que se publican 56 noticias, casi dos diarias.

GRAFICO 3.2: HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE LAS NOTICIAS DE PRENSA EDITADAS DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Frecuencia  
Nº Meses



Lógicamente, la variabilidad es aún mayor al considerar las noticias ponderadas, disparándose ahora los valores máximos y llegando a alcanzarse el total de 163 noticias en el mismo mes de Noviembre de 1981.

Pero también en cuanto a la abundancia pueden establecerse diferencia entre las dos mitades que constituyen el período de estudio (ver Cuadros 3.5. y 3.6.).

La primera etapa registra sólo 3,48 noticias por mes observado y 3,73 noticias por mes con noticias, mientras que en la segunda, estas magnitudes alcanzan respectivamente los valores de 6,12 y 8,09. Diferencia aún mayor va a aparecer en las noticias ponderadas, con 4,49 noticias por mes observado y 4,81 por mes con noticias en la primera etapa, frente a 10,6 y 14 respectivamente en la segunda.

Esta impresión de una mayor abundancia de noticias en los años finales se altera, sin embargo, cuando efectuamos una segunda ponderación en los datos y obtenemos el índice periodístico. Al tomar en consideración el reducido tamaño de los periódicos en los años cuarenta y cincuenta,

## VOLUMEN DE NOTICIAS SOBRE SEQUIA EN EL DIARIO ABC DE SEVILLA DURANTE LA ETAPA 1943-1958

SECTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
General	156,7	26,7	46	0,93	1,53	5	4	57,1	8,3	0,02	0,04	1	22	48,9	31	0,13	0,2	2	242,5	32,1	30,6	1,44	2,38	15	0	0	
Electricidad	184	31,4	96,3	1,1	2,14	7	0	0	0	0	0	0	7	15,5	100	0,04	0,08	2	205	27,1	96,7	1,22	2,38	12	0	0	
Consumo urbano	85	14,5	24,7	0,5	1,25	4	1	14,3	7,1	0,006	0,01	1	10	22,2	30,3	0,06	0,15	1	120	15,9	23,4	0,71	1,76	7	0	0	
Ind.-Comercio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medio ambiente	2	0,3	4	0,01	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,26	2,6	0,01	1	1	0	0	
Agr. regadío	21	3,6	38,9	0,12	2,33	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2,8	38,9	0,12	2,33	5	0	0	
Agr. secano	120,5	20,6	27	0,7	1,97	6	2	28,6	14,3	0,01	0,03	1	6	13,3	35,3	0,03	0,1	1	148,5	19,7	26,2	0,88	2,43	9	0	0	
Agr. general	16	2,7	53,3	0,09	1,14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2,1	41	0,09	1,14	2	0	0	
TOTAL	585	100	39,9	3,48	3,73	16,5	7	100	8,4	0,04	0,04	1	45	100	33,8	0,3	0,3	3	755	100	33,1	4,49	4,81	22,5	22,07	118,4	

1. Nº noticias cada sector.
2. % respecto al nº total de noticias de la etapa.
3. % respecto al nº total de noticias del sector en el periodo completo.
4. Nº medio noticias de cada sector por mes observado en la etapa.
5. Nº medio noticias cada sector por mes con noticias en ese sector y en la etapa.
6. Nº máximo mensual noticias de cada sector.
7. Nº noticias de 5 puntos de cada sector.
8. % respecto al nº total noticias 5 puntos de la etapa.
9. % respecto al nº total de noticias de 5 puntos del sector en todo el periodo.
10. Nº medio noticias 5 puntos cada sector/mes observado en la etapa.
11. Nº medio noticias 5 puntos cada sector/mes con noticias en ese sector y en la etapa.
12. Nº máximo mensual de noticias de 5 puntos en cada sector.
13. Nº de noticias de 3 puntos de cada sector.
14. % respecto al nº total de noticias de 3 puntos de la etapa.
15. % respecto al nº total de noticias de 3 puntos del sector en el periodo completo.
16. Nº medio noticias 3 puntos cada sector/mes observado en la etapa.
17. Nº medio de noticias de 3 puntos cada sector/mes con noticias en ese sector y en la etapa.
18. Nº máximo mensual noticias de 3 puntos.
19. Nº noticias ponderadas cada sector.
20. % respecto al nº total noticias ponderadas de la etapa.
21. % respecto al nº total noticias ponderadas del sector en el periodo completo.
22. Nº medio noticias ponderadas cada sector para mes observado en la etapa.
23. Nº medio noticias ponderadas cada sector por mes con noticias en ese sector y en la etapa.
24. Nº máximo mensual de noticias ponderadas.
25. Índice periodístico medio de los meses con noticias.
26. Índice periodístico mensual máximo.

C U A D R O 3.6

VOLUMEN DE NOTICIAS SOBRE SEQUIA EN EL DIARIO ABC DE SEVILLA DURANTE EL PERIODO 1964-1982

SECTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
General	183,5	20,8	54	1,27	3,34	18	44	57,9	91,7	0,3	0,8	8	49	55,7	69	0,34	0,89	8	551	36,1	69,4	3,83	10	67	0	0
Electricidad	7	0,8	3,7	0,05	1,17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,46	3,3	0,05	1,17	2	0	0
Consumo urbano	259,5	29,4	75,3	1,8	3,24	18	13	17,1	92,8	0,09	0,16	3	23	26,1	69,7	0,16	0,29	8	393,5	25,8	76,6	2,73	4,92	57	0	0
Ind.-Comercio	11	1,2	100	0,08	2,2	4	2	2,6	100	0,01	0,4	1	1	1,14	100	0,007	0,2	1	24	1,57	100	0,17	4,8	9	0	0
Medio ambiente	48	5,4	96	0,33	2	9	5	6,6	100	0,03	0,21	1	1	1,14	100	0,007	0,04	1	76	4,98	97,4	0,53	3,17	10	0	0
Agr. regadío	33	3,7	61,1	0,23	1,27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	2,16	61,1	0,23	1,27	3	0	0
Agr. secoano	326	37	73	2,26	4,13	16	12	15,8	85,7	0,08	0,15	4	11	12,5	64,7	0,08	0,14	2	419	27,45	73,8	2,91	5,3	33	0	0
Agr. general	14	1,6	46,7	0,1	1,4	4	0	0	0	0	0	0	3	3,4	100	0,02	0,3	1	23	1,51	59	0,16	2,3	4	0	0
T O T A L	882,0	100	60,1	6,12	8,09	56	76	100	91,6	0,53	0,7	11	88	100	66,2	0,61	0,81	19	1.526,5	100	66,9	10,6	14	163	16,95	191,8

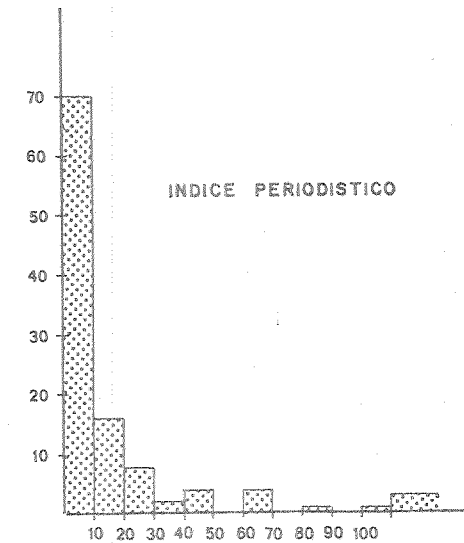
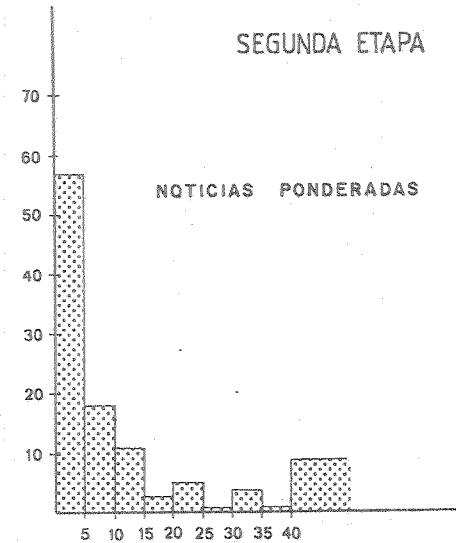
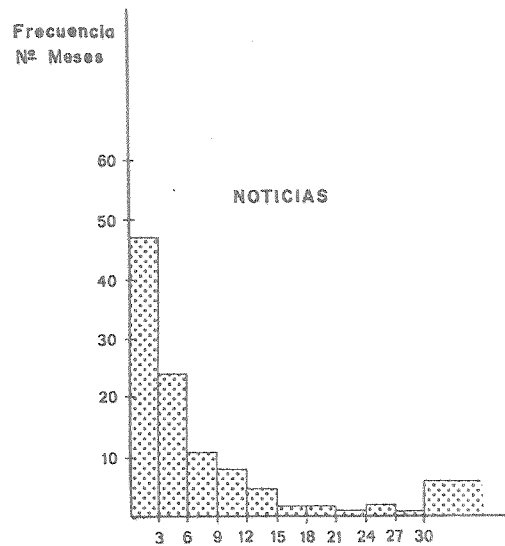
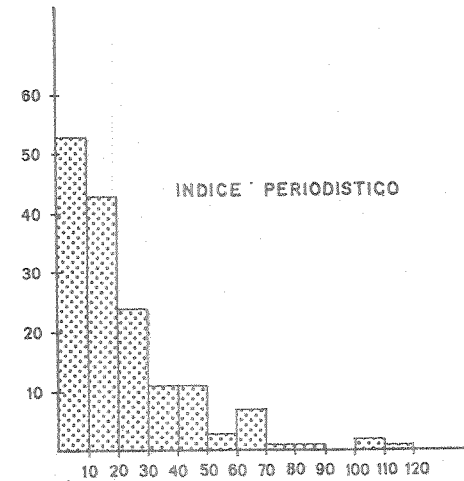
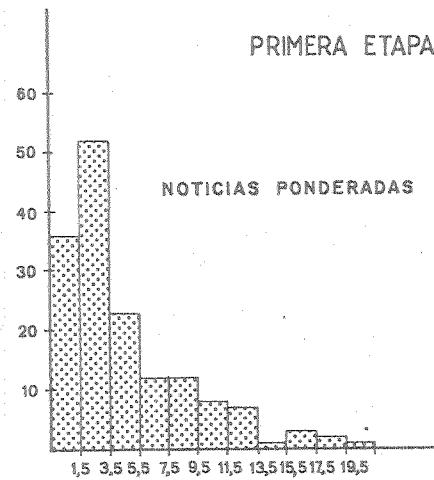
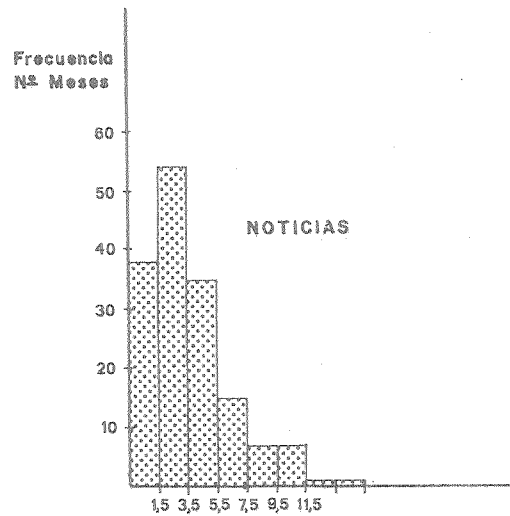
1. Nº noticias cada sector.
2. % respecto al nº total noticias de la etapa.
3. % respecto al nº total noticias sector periodo completo.
4. Nº medio noticias cada sector por mes observado en la etapa.
5. Nº medio noticias cada sector por mes con noticias en ese sector y en la etapa.
6. Nº máximo mensual noticias cada sector.
7. Nº noticias 5 puntos cada sector.
8. % respecto al nº total noticias 5 puntos de la etapa.
9. % respecto al nº total noticias 5 puntos del sector en periodo completo.
10. Nº medio noticias 5 puntos cada sector por mes observado etapa.
11. Nº medio noticias 5 puntos cada sector por mes con noticias en ese sector y en la etapa.
12. Nº máximo mensual noticias 5 puntos cada sector.
13. Nº noticias 3 puntos cada sector.
14. % respecto al nº total noticias 3 puntos de la etapa.
15. % respecto al nº total noticias 3 puntos sector en periodo completo.
16. Nº medio noticias 3 puntos cada sector por mes observado en la etapa.
17. Nº medio noticias 3 puntos cada sector por mes con noticias en ese sector y en la etapa.
18. Nº máximo mensual noticias 3 puntos.
19. Nº noticias ponderadas cada sector.
20. % respecto al nº total noticias ponderadas en la etapa.
21. % respecto al nº total noticias ponderadas del sector en periodo completo.
22. Nº medio noticias ponderadas del sector por mes observado en la etapa.
23. Nº medio noticias ponderadas cada sector por mes con noticias en ese sector y en la etapa.
24. Nº máximo mensual noticias ponderadas.
25. Índice periodístico medio meses con noticias.
26. Índice periodístico máximo mensual.

obtenemos en la primera etapa un índice periodístico medio mensual de 22,07 unidades, mientras que en la segunda etapa éste sólo alcanza el valor de 16,95. En términos relativos, pues, la información sobre la sequía es ligeramente más abundante en la primera etapa que en la segunda.

Con respecto a la variabilidad se invierte, sin embargo, la situación. Noticias, noticias ponderadas e índices periodísticos mensuales se muestran mucho más regulares en la etapa inicial (ver gráfico 3.3.). Los histogramas de frecuencias son claros en este sentido así como los recorridos de las distintas variables, siempre superiores a partir de los años sesenta. Los valores mínimos de las tres magnitudes son prácticamente iguales en ambas etapas, los valores máximos, por el contrario, son siempre superiores en la segunda (16,5 frente a 56 para las noticias, 22,5 frente a 163 para las noticias ponderadas y 118,1 frente a 191,8 para los índices periodísticos).

Así pues, la gran variabilidad de la información para el conjunto del período deriva de las propias variaciones que ésta experimenta durante los años finales del mismo.

GRAFICO 3.3: HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE LAS NOTICIAS DE PRENSA EDITADAS DURANTE LA PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA DEL PERIODO DE ESTUDIO





### 3.3. PARTICIPACION SECTORIAL EN LA INFORMACION DE PRENSA DEL PERIODO 1940-1982

El gráfico 3.4. nos informa de la participación de los distintos sectores económicos en el conjunto de la información periodística.

En este sentido, la presencia y abundancia de noticias muestran claros paralelismos, y apuntan en ambos casos al predominio de la información general, de consumo urbano y de agricultura de secano, en los tres casos, presentes en más de 140 meses y con más del 20% de las noticias y noticias ponderadas del conjunto.

A prudencial distancia se sitúa el sector eléctrico, con 92 meses de información, el 13% de las noticias del período y el 9,2% de las ponderadas.

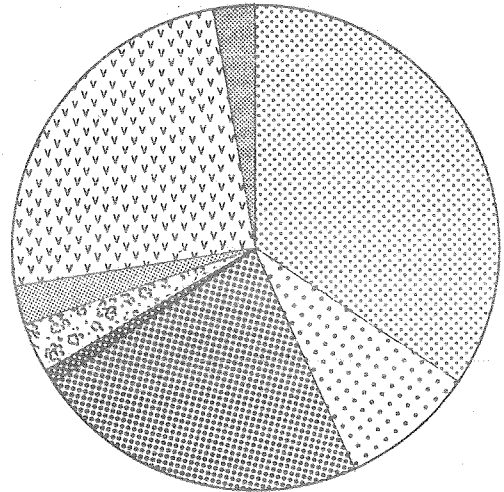
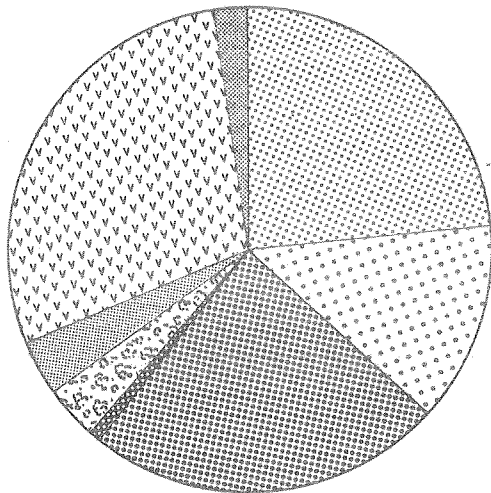
Más distanciadas ya de los sectores anteriores figuran agricultura de regadío, medio ambiente y agricultura general, que en ningún caso alcanzan los 40 meses de información ni el 4% del total de noticias.

GRAFICO 3.4: PARTICIPACION SECTORIAL EN LA INFORMACION PERIODISTICA DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

VOLUMEN DE LA INFORMACION

NOTICIAS

NOTICIAS PONDERADAS



- GENERAL
- ELECTRICIDAD
- COSUMO URBANO
- INDUSTRIA COMERCIO
- MEDIO AMBIENTE
- AGRICULTURA REGADIO
- " " SECANO
- " " GENERAL

- Nº DE MESES CON NOTICIAS
- Nº DE MESES CON NOTICIAS 3 PUNTOS
- Nº DE MESES CON NOTICIAS 5 PUNTOS

Nº Meses

160

150

140

130

120

110

100

90

80

70

60

50

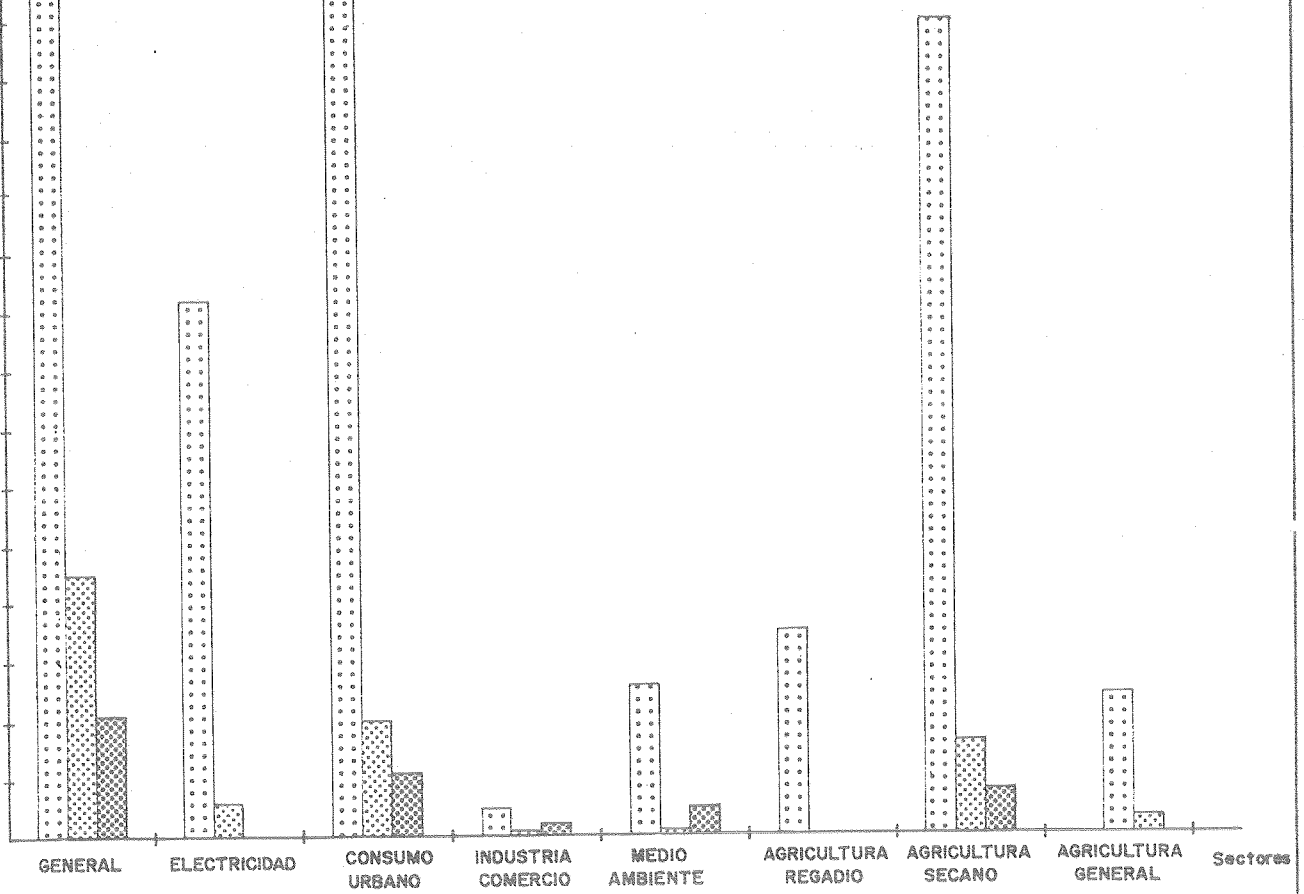
40

30

20

10

PRESENCIA DE LA INFORMACION



Por último aparece el sector de industria-comercio, con participación casi nula en el conjunto, al contar con noticias sólo en cinco meses, y al suponer éstas apenas el 0,7% del total de las noticias y el 1% de las ponderadas (3).

Este esquema general se repite, tanto al analizar el volumen y presencia de noticias, como el de noticias ponderadas, introduciendo este último análisis sólo modificaciones de detalle.

Entre éstas cabe destacar la importancia de las noticias de cinco y tres puntos en el sector de general, que hacen de él el primer sector por el volumen de noticias ponderadas cuando sólo ocupaba el tercer puesto en cuanto a noticias absolutas. Ello no es extraño si tenemos en cuenta que precisamente en los momentos de mayor alarma es cuando suelen proliferar las noticias generales -como se deduce de su propia definición-, lo que explica que sea allí donde se produzcan mayor número de noticias especiales, y lo que explica también su importante presencia.

Merece también destacarse el escaso número de

noticias especiales que acumula el sector de electricidad, siendo uno de los más importantes, tanto por su presencia, como por la abundancia de su información.

Aparte de estos dos hechos, el resto de los sectores guarda, grosso modo, una relación entre su volumen de información y el número de noticias especiales que totaliza.

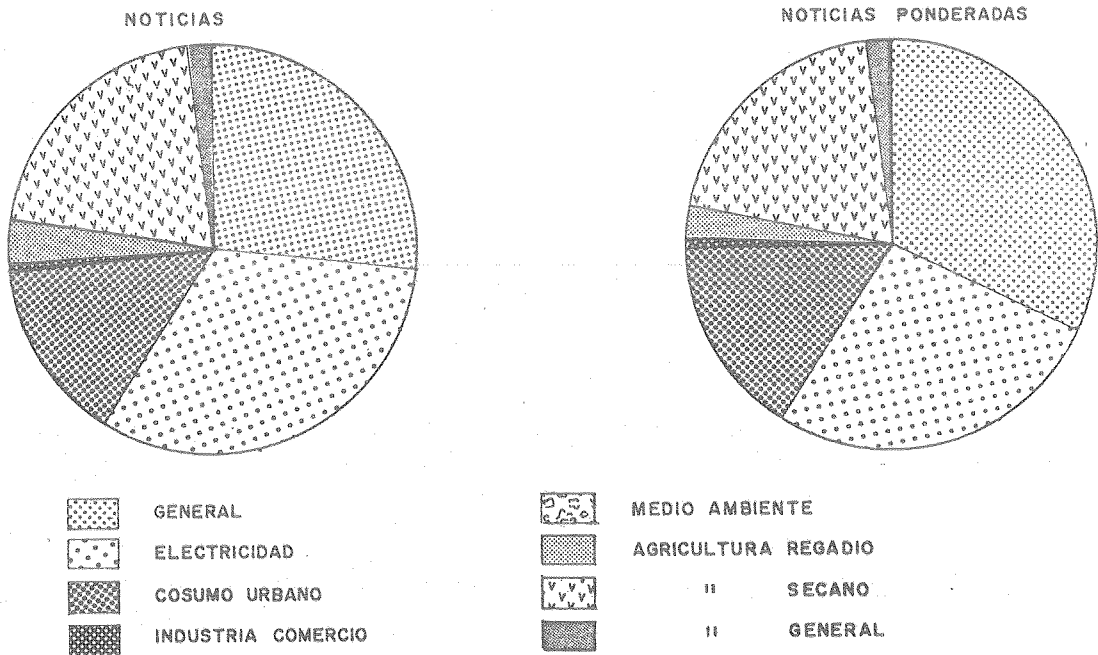
La comparación de la participación sectorial en cada una de las dos etapas en que hemos dividido el período de estudio ofrece también algunos hechos de gran interés, que quedan reflejados en los gráficos 3.5. y 3.6.

La charnela de los años sesenta marca en este sentido los siguientes cambios fundamentales:

- La casi total desaparición de las noticias relativas al sector eléctrico, lo que reflejaría, sin duda, una labor de adecuación de la infraestructura hidroeléctrica y energética a la realidad del medio físico de la región.
- El aumento considerable del peso específico de la información sobre medio ambiente, que respondería al aumento de la sensibilidad colectiva hacia estos temas, especialmente a partir de los años setenta.

GRAFICO 3.5: PARTICIPACION SECTORIAL EN LA INFORMACION PERIODISTICA DURANTE LA PRIMERA ETAPA 1943-1958

VOLUMEN DE LA INFORMACION



PRESENCIA DE LA INFORMACION

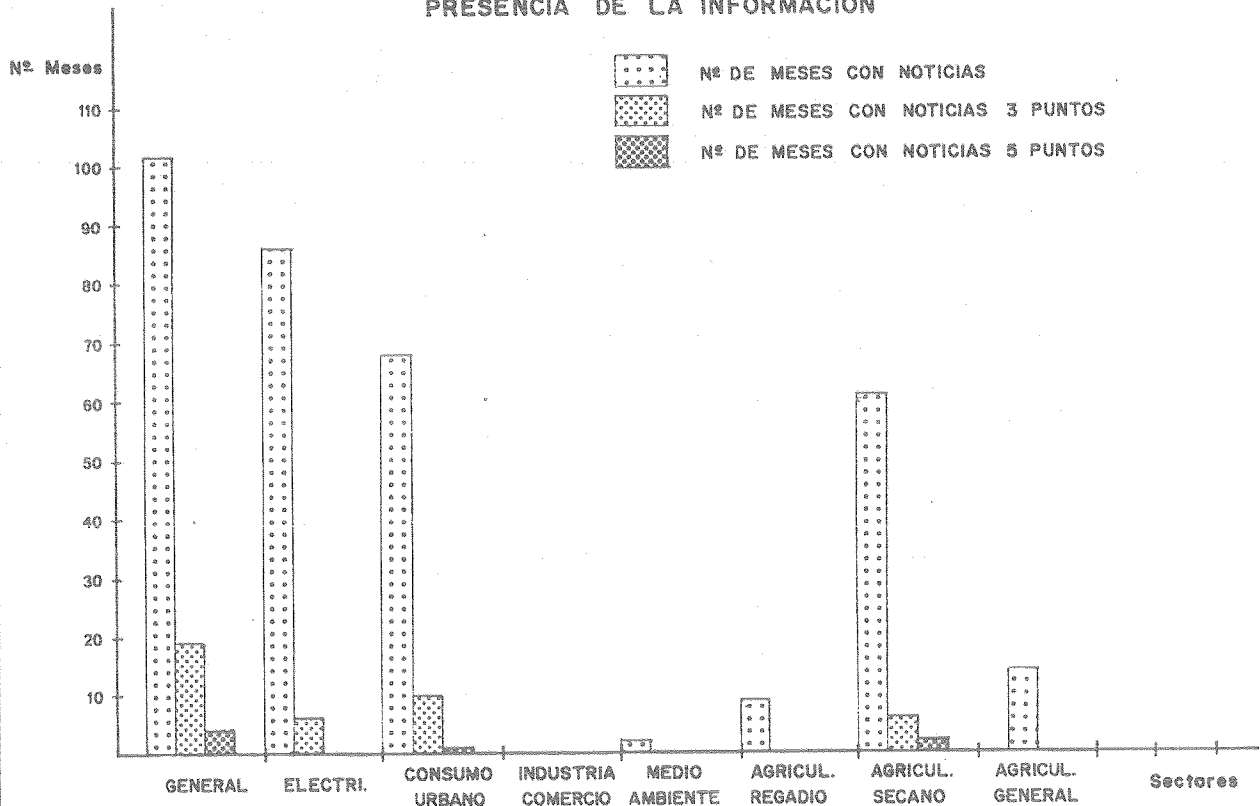
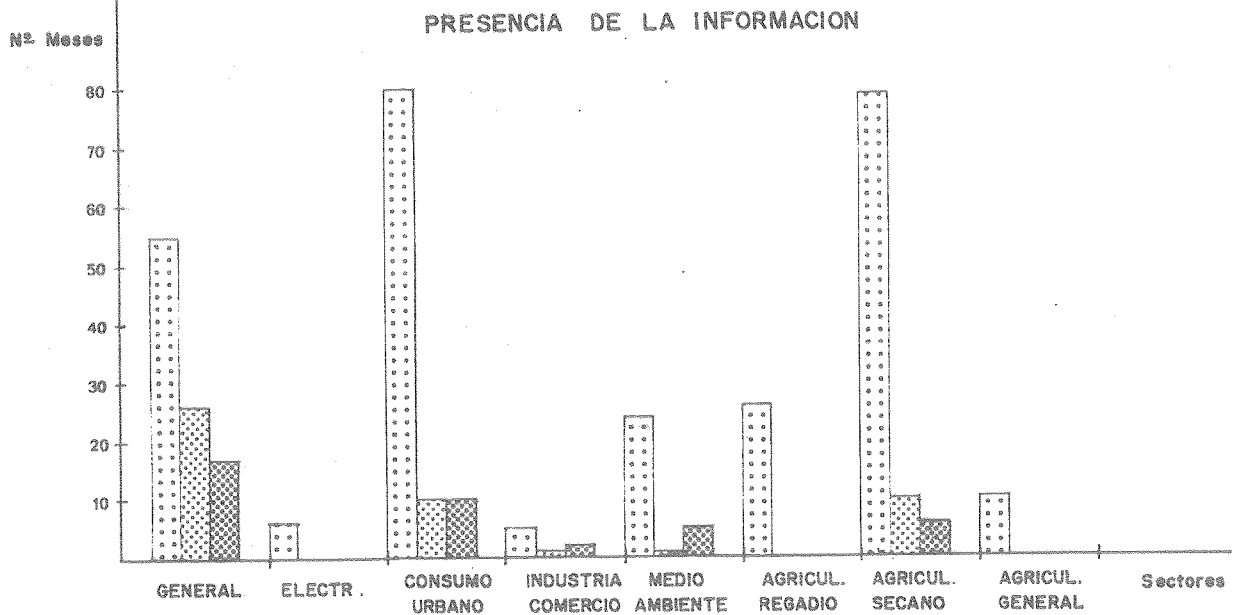
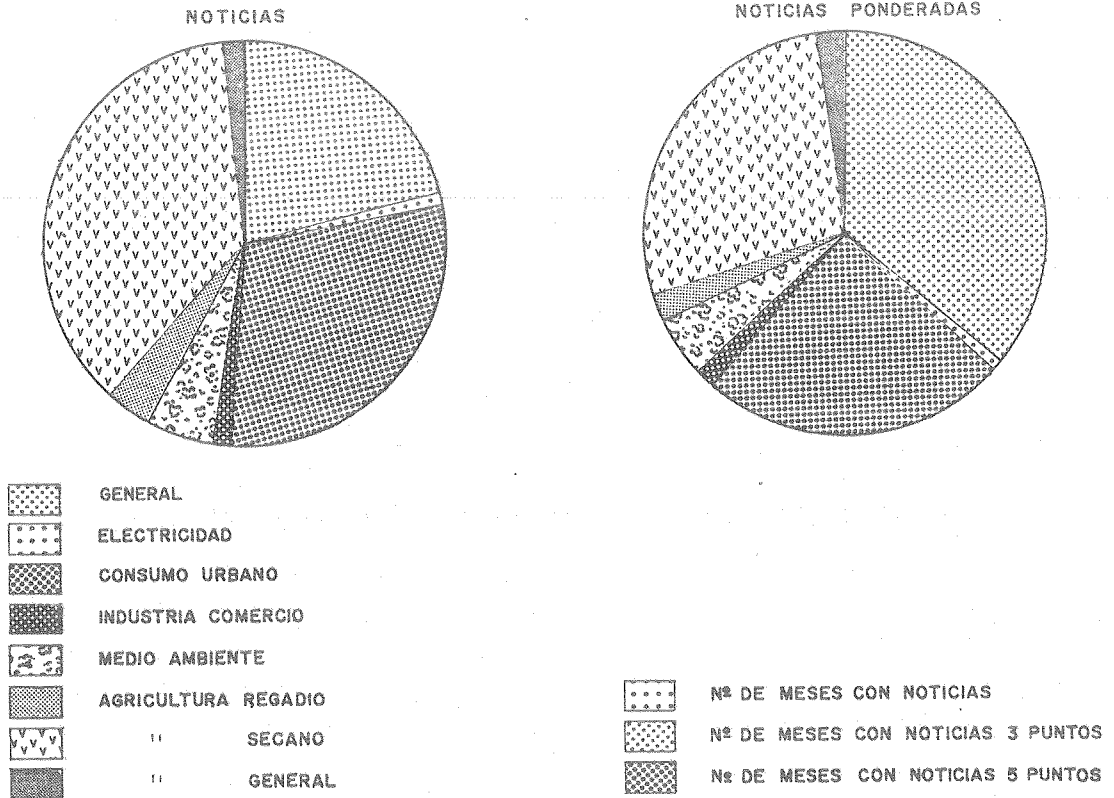


GRAFICO 3.6 : PARTICIPACION SECTORIAL EN LA INFORMACION PERIODISTICA DURANTE LA SEGUNDA ETAPA 1964-1982

VOLUMEN DE LA INFORMACION

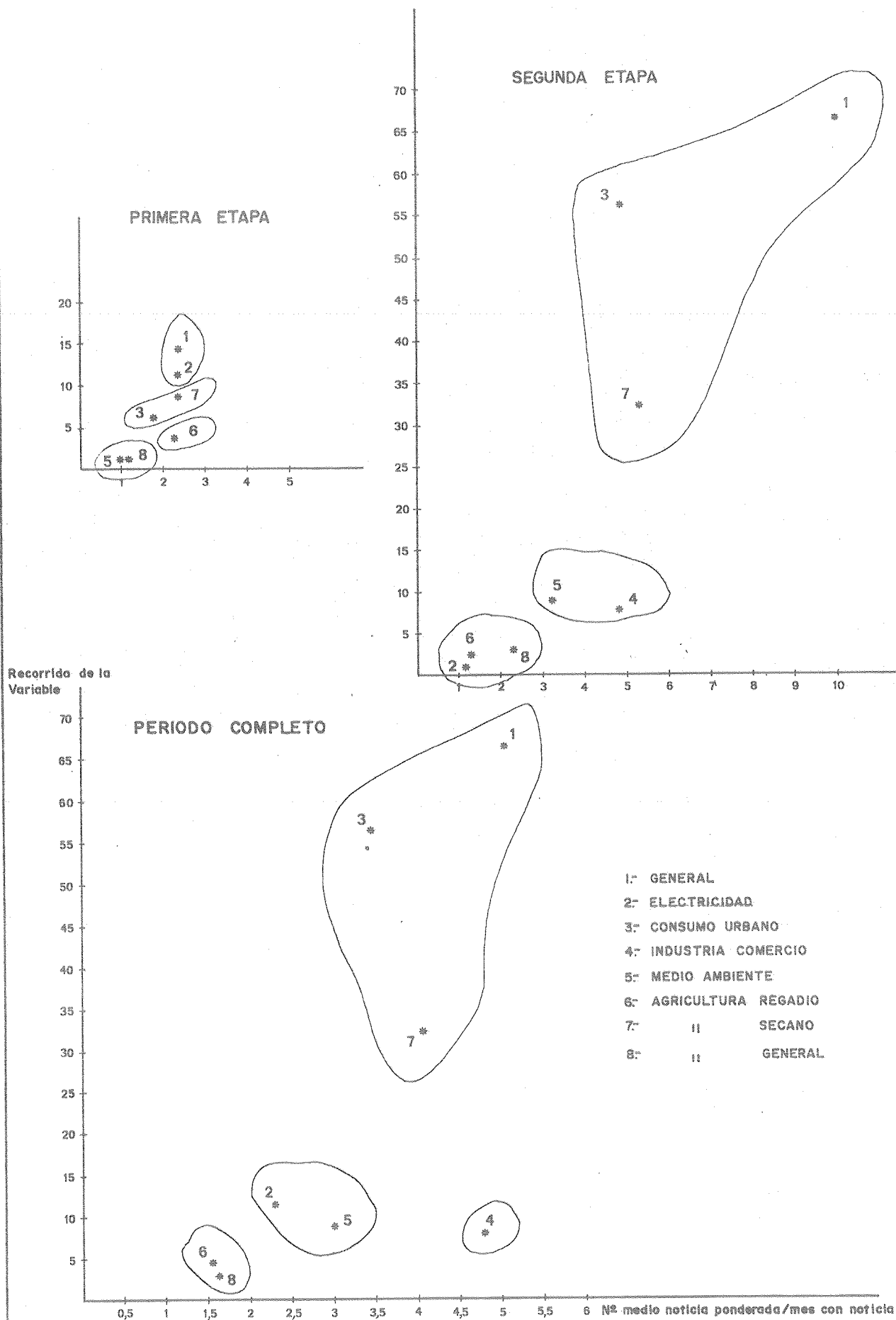


- La irrupción, aunque con escasa importancia, de las noticias alusivas a la industria y el comercio, que en los años cuarenta-cincuenta no existían en absoluto. (4)
  
- Por último, el aumento de la importancia relativa de los tres grandes sectores protagonistas de la información periodística: las noticias generales, el sector de consumo urbano y el de agricultura de secano, que parecen haber ocupado la mayoría del espacio dejado por la electricidad, si bien en el caso de las noticias generales este aumento no se hace en razón del número de meses con noticias ni del volumen de éstas, sino en virtud de la gran cantidad de noticias especiales que el sector acumula en los últimos años.

La variabilidad intermensual del número de noticias de los distintos sectores guarda, en términos generales, una estrecha relación con los rasgos de presencia y abundancia que los caracterizan y que acabamos de comentar.

En el gráfico 3.7. hemos consignado para cada sector el número medio de noticias ponderadas por

GRAFICO 3.7: CARACTERIZACION DE LOS SECTORES DE ACTIVIDAD EN FUNCION DE LA ABUNDANCIA Y LA VARIABILIDAD DE SUS NOTICIAS





mes con noticia (eje de abscisas) y la diferencia entre sus valores mensuales máximo y mínimo (eje de ordenadas).

Los meses con mayor presencia y abundancia de noticias son los que registran un valor medio más alto y a su vez, una mayor variabilidad (general, consumo urbano y agricultura de secano).

En el extremo opuesto se sitúan los sectores de agricultura de regadío y agricultura general, muy escasos en información y, correspondientemente, con muy bajos valores medios y de variabilidad.

Los sectores de electricidad y medio ambiente ocupan una posición intermedia entre los dos conjuntos anteriores, como ya lo hacían en cuanto a su presencia y abundancia de noticias. No obstante, habría que destacar el valor medio más alto registrado por el sector de medio ambiente, cuando su volumen de noticias es bastante menor, lo que denotaría una mayor concentración de la información en este sector.

Este mismo fenómeno, pero mucho más acusado, se registra en el sector de industria-comercio, que a pesar

de su escaso volumen informativo, cuenta con 4,8 noticias ponderadas por mes con noticias (sólo por debajo del sector de general). Es un sector que apenas aparece, pero cuando lo hace -en el año hidrológico 1981-82- es en un momento crítico y de gran intensidad de sequía.

La comparación a este respecto entre las dos etapas que componen el período ofrece los mismos resultados que ya aparecían al analizar la variabilidad global de las noticias en su conjunto. En la segunda etapa aumentan, tanto los valores medios mensuales de la información, como su variabilidad, y es esta etapa la que imprime el carácter de gran variabilidad al conjunto global.

Estos rasgos, que son comunes a todos los sectores, sólo se alteran en el sector eléctrico, (que reduce su valor medio y su variabilidad en la segunda etapa, como consecuencia de la reducción paralela en su volumen de información) y en el sector de agricultura de regadío (que sufre el mismo tipo de cambio aún cuando su volumen de información sea ahora más importante que en la etapa anterior; sería un caso de concentración de la información a pesar del aumento de la misma).

De todo este amplio panorama cabe extraer las siguientes conclusiones generales:

a) El tema de la escasez de agua preocupa casi constantemente y con gran intensidad en la Baja Andalucía, si bien esa preocupación registra variaciones importantes de unos momentos a otros, en correspondencia, se supone, con las propias variaciones registradas en los déficits hídricos.

b) Esa preocupación alcanza a numerosos sectores de actividad, siendo privilegiados los de consumo urbano y agricultura de secano. El primero, probablemente por el gran número de personas afectadas en caso de déficit, personas que, por otro lado, son los lectores habituales de los periódicos; en el segundo caso podría intervenir la gran dependencia respecto al ciclo hidrológico que esta actividad presenta. Todo ello independientemente, por supuesto, de que los efectos generados por las sucesivas sequias en estos sectores justificaran su mayor presencia en la prensa.

El sector eléctrico goza también de abundante información, y ya a gran distancia, se sitúa el resto de los sectores económicos, destacando la penuria informativa

dedicada al sector de industria-comercio.

c) Pueden establecerse en el período de estudio dos etapas claramente diferenciadas: una primera etapa, que abarcaría los años cuarenta y cincuenta, y una segunda, que englobaría las décadas de los años sesenta y setenta y comienzos de los ochenta.

La primera etapa se caracteriza por una preocupación más intensa respecto a la escasez de agua -aunque presente en valores absolutos un menor número de noticias- y sobre todo, una preocupación más constante; aquí prácticamente podría hablarse de continuidad total.

Es, sin embargo, una preocupación moderada, sostenida, sin grandes paroxismos, de ahí la escasez en su interior de noticias especiales, y de ahí también, la reducida variabilidad intermensual del número de noticias.

Es además una preocupación centrada esencialmente en el sector de la electricidad -sin duda, los problemas energéticos de la postguerra y la autarquía, y las deficiencias de la infraestructura hidroeléctrica tienen mucho que ver con este fenómeno-, a los que siguen el consumo urbano

y la agricultura de secano. Frente a ellos, la agricultura de regadío y, sobre todo, el medio ambiente apenas preocupan, y la industria y el comercio no preocupan en absoluto.

La segunda etapa, por oposición a la anterior, presenta una menor preocupación frente al tema del agua y sobre todo, una preocupación menos continuada; ahora bien, en ella los paroxismos alcanzan una virulencia impensable en los primeros años, lo que se traduce en un mayor número de noticias especiales y en una mayor variabilidad de la información.

Habría que investigar si estos paroxismos son el resultado de la existencia en estos años de sequías más intensas que las anteriores. En caso contrario, tenderíamos a pensar que la evolución socioeconómica y tecnológica nos está haciendo más inmunes frente a los pequeños déficits de agua, pero mucho más vulnerables frente a los déficits acusados.

En esta segunda etapa se experimentan además cambios sectoriales de importancia, como la casi total desaparición de las noticias de electricidad (la diversificación de las fuentes de energía y la mejora de la infraestructura hidroeléctrica parece que consiguen hacer a este sector casi

*inmune a la sequía), la consagración y aumento del protagonismo del consumo urbano y la agricultura de secano, y la aparición de los sectores de medio ambiente (no podía ser de otro modo en estos momentos de eclosión ecológica) e industria-comercio, si bien éste último seguirá con reducidísima importancia.*

(1) La evolución del volumen de los periódicos a lo largo del período de estudio es la siguiente:

<u>A Ñ O S</u>	<u>Nº MEDIO DE PAGINAS POR PERIODICO.</u>
1940 - 1951	19
1952 - 1955	22
1956 - 1958	42
1964 - 1967	80
1971 - 1973	93
1975 - 1977	75
1980 - 1982	85

(2) Resulta curioso comprobar cómo el paso del tiempo y la supuesta secularización de la sociedad no reducen en absoluto el recurso a las rogativas en los momentos de déficit de agua. Se diría incluso que estos métodos se exacerban y, de hecho, el mes con mayor profusión de rogativas es Noviembre de 1981, hecho que no deja de resultar sorprendente aún cuando fuera éste el mes con déficit hídrico más intenso del período.

(3) Hay que advertir, no obstante, que estas reducidísimas cifras no expresan en toda su realidad la participación del sector industrial en el conjunto de la información, dado que las noticias de electricidad hacen alusión constantemente a los problemas que su escasez genera en las industrias de la región; con todo, las dificultades

generadas por escasez de agua sí tienen la reducida expresión periodística que el gráfico manifiesta.

- (4) Habría que preguntarse si este sector, que sólo aparece en los momentos de más intenso déficit hídrico del período, es realmente invulnerable a la escasez de agua y por qué, o bien, si su ausencia se debe a mecanismos puramente informativos.