

## AGUA Y USOS DEL SUELO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ZARAGOZA

P O R

JOSÉ M.<sup>a</sup> MARÍN JAIME

La necesidad de una correcta y adecuada utilización de los recursos naturales es, en la actualidad, puesta de manifiesto por todas las personas que de una u otra manera, se enfrentan a problemas relacionados con la ordenación del territorio. Ha sido y es uno de los objetivos de la ciencia geográfica el presentar las relaciones que, dentro de cada uno de los espacios, existen entre el medio natural y el medio humano. La adecuada profundización en esta "relación", junto con la visión espacial, son posibilidades que hacen de la crítica y reflexión geográficas un instrumento útil en el conjunto de las ciencias sociales y para el servicio del hombre.

Por otra parte, no es la primera vez que la revista GEOGRAPHICALIA trata el tema del agua en el término municipal de Zaragoza (1). A nadie se le escapa la importancia decisiva que tiene el agua como recurso en el conjunto de las actividades del hombre.

Tres aspectos merecen destacarse como criterios de partida del presente trabajo.

— es necesario que en la relación que el hombre establece entre el recurso agua y los diferentes usos del suelo exista un equilibrio, un respeto, entre los términos de la relación, en orden a garantizar tanto la continuidad del recurso como la continuidad, y el aumento si es posible, de la calidad de vida del hombre.

— junto a ello, la relación agua-usos del suelo es variable en el espacio y en el tiempo; nuevas necesidades tienden a romper el equilibrio que generaciones anteriores habían conseguido y merced al cual habían vivido. Creemos, sin embargo, que no puede, ni debe olvidarse, que el equilibrio logrado por dichas generaciones puede constituir un auténtico patrimonio y que no es lí-

---

1 GARCÍA RUIZ, José M.<sup>a</sup>: *El abastecimiento de agua en Zaragoza*. Rev. Geographicalia, mayo, 1977.

cito desembarazarnos sin más de él en virtud de un aprovechamiento inmediato que a la larga puede suponer una grave pérdida.

— por último, un aspecto importante por lo que se refiere al análisis sobre los problemas de utilización del recurso agua, es el relativo a la manifiesta, rápida y constante deterioración del recurso. Este aspecto no será tocado en las presentes páginas por no disponer de datos suficientes para su estudio.

Metodológicamente se examinan, en un primer momento, los recursos hídricos con los que en la actualidad cuenta la ciudad, señalando aquellos elementos característicos que puedan tener alguna incidencia en relación con su posterior utilización; en un segundo apartado se estudian los diversos usos en que el hombre distribuye el suelo zaragozano, para en un tercer apartado integrar los elementos analizados en los apartados anteriores y sacar las conclusiones que de ello se deriven.

## I. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN ZARAGOZA

Recurso es todo aquello que posibilita la satisfacción de una necesidad creada o provocada por la actividad del hombre. En el contexto de estas páginas se consideran recursos hídricos aquellos que pueden satisfacer las necesidades originadas por la actividad agrícola, industrial y urbana del hombre.

Los recursos hídricos pueden ser: recursos provenientes de la pluviometría, que están a la base de los demás y que son fundamentales para la actividad agrícola; recursos provenientes de las aguas superficiales y recursos provenientes de las aguas subterráneas.

### 1. AGUAS DE LLUVIA: ESCASEZ E IRREGULARIDAD

La pluviometría del municipio zaragozano presenta como características más acusadas la escasez e irregularidad en la distribución de las lluvias; irregularidad interanual, anual y estacional.

La media de precipitación en Zaragoza es de 341,9 mm (2). Pluviometría sin duda alguna escasa, mitad aproximadamente de la pluviometría media española, que hace esta zona del Valle del Ebro una de las zonas más áridas del país.

Junto a la escasez hay que señalar la irregularidad. Para el conjunto de los años estudiados, el cálculo de la desviación típica interanual da valores importantes ( $\sigma = 82,2$  mm), al tiempo que el coeficiente de variabilidad es elevado ( $\sigma/M = 0,24$ ).

---

2 Elaboración propia a base de datos tomados del Servicio Meteorológico Nacional entre los años de 1936 y 1965.

Por otra parte, la cantidad de precipitación mensual real, rara vez se acerca a la precipitación "normal", esto es, a la media del mes.

*Precipitaciones medias mensuales. Zaragoza (1936-1965) Fuente: Servicio Meteorológico Nacional*

| Año  | En   | Fb   | Mz    | Ab    | My    | Jn    | Jl   | Ag   | St   | Oc    | Nv    | Dc   | Año   |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 1936 | 27,8 | 36   | 71,2  | 37,4  | 122,6 | 46    | 40   | 3,6  | 28,2 | 39,9  | 109,9 | 11   | 583,4 |
| 1937 | 11   | 10,8 | 35,1  | 16,2  | 33,4  | 34,2  | 6,1  | 0,0  | 20,9 | 175,4 | 23    | 4,6  | 370,7 |
| 1938 | 6,5  | 0,0  | 9,3   | 10,7  | 52,3  | 25,1  | 7,3  | 0,8  | 78   | 54,2  | 29,2  | 31,4 | 305,8 |
| 1939 | 12,7 | 27,6 | 18,9  | 6     | 6     | 45,2  | 6,3  | 31,9 | 37,8 | 21    | 30,1  | 53,1 | 286,6 |
| 1940 | 16   | 24,2 | 11,3  | 20,1  | 23,9  | 96    | 8,6  | 8,2  | 15,2 | 45,5  | 4     | 5    | 278   |
| 1941 | 59,5 | 23,9 | 7,6   | 54,9  | 30,9  | 27,4  | 73,3 | 48,4 | 26,3 | 0,8   | 24,6  | 14,8 | 392,4 |
| 1942 | 7,8  | 11,5 | 17,3  | 172,2 | 14,7  | 21,6  | 0,3  | 39,8 | 19,2 | 51,3  | 29,5  | 9,4  | 395,6 |
| 1943 | 10,7 | 2,2  | 32    | 17,1  | 9     | 17,8  | 20,4 | 32,8 | 33,2 | 20,9  | 1     | 81,2 | 278,3 |
| 1944 | 0,0  | 15,6 | 3     | 15,1  | 56    | 34    | 1,6  | 3,5  | 28   | 31,7  | 13,5  | 20,3 | 222,3 |
| 1945 | 24,1 | 1,5  | 26,1  | 0,0   | 38,4  | 35,1  | 7,4  | 44,8 | 6,5  | 4,3   | 132,3 | 48,3 | 368,8 |
| 1946 | 17   | 9,2  | 17    | 101,9 | 169,6 | 1,1   | 5,9  | 7,7  | 28,8 | 26    | 15,6  | 15,1 | 414,9 |
| 1947 | 11,5 | 65,4 | 36,9  | 6,2   | 75,8  | 23,7  | 2,9  | 32,2 | 37,1 | 37,2  | 6,8   | 19,9 | 354,9 |
| 1948 | 35,9 | 25   | 16    | 28    | 21,4  | 1,9   | 6,3  | 18   | 6,4  | 7     | 1,7   | 7,7  | 175,3 |
| 1949 | 3,7  | 3,6  | 1,6   | 14,9  | 39,4  | 24,9  | 34,8 | 11,1 | 86,5 | 6,6   | 24,8  | 27,9 | 279,8 |
| 1950 | 2    | 4,8  | 28,3  | 11,7  | 61,2  | 3,3   | 18,8 | 43,2 | 2,6  | 3,6   | 13,6  | 68,6 | 261,7 |
| 1951 | 59,5 | 19,1 | 36,2  | 70,2  | 49,1  | 44    | 17   | 31,5 | 33,3 | 48,2  | 7,0   | 28,9 | 444   |
| 1952 | 21,4 | 2,7  | 33,5  | 47,9  | 15    | 4,9   | 44,9 | 26,9 | 26,2 | 9,6   | 11,8  | 6,9  | 251,7 |
| 1953 | 2,4  | 7,2  | 18,7  | 1,9   | 1,9   | 131,5 | 11   | 4,8  | 14,5 | 61,4  | 3,6   | 64,6 | 359,1 |
| 1954 | 19,9 | 8,2  | 111,4 | 58,9  | 58,9  | 15,8  | 25,4 | 0,0  | 3,5  | 1,6   | 19,4  | 15   | 316,8 |
| 1955 | 34,4 | 38,7 | 4,1   | 19,2  | 19,2  | 79,7  | 9,9  | 7,9  | 14,6 | 28,7  | 9,9   | 38,4 | 306,8 |
| 1956 | 19,4 | 10,9 | 36,7  | 98,8  | 98,8  | 13,7  | 5    | 48,9 | 82,9 | 9,8   | 21,5  | 12,9 | 377   |
| 1957 | 2,1  | 15,4 | 15,1  | 83,9  | 93,9  | 84,5  | 0,3  | 3,5  | 3,3  | 59,3  | 12,7  | 2,1  | 301,5 |
| 1958 | 27,1 | 1,8  | 11,3  | 7,8   | 7,8   | 28,5  | 18,5 | 10,4 | 32,3 | 15,2  | 11,4  | 90,4 | 261,8 |
| 1959 | 3,2  | 51,1 | 41,6  | 54,5  | 54,5  | 31,6  | 13,7 | 26,6 | 73,1 | 35,6  | 78,5  | 13   | 510,9 |
| 1960 | 20,9 | 18,2 | 41,6  | 54,5  | 54,5  | 31,6  | 13,7 | 26,6 | 41,8 | 120,7 | 8,3   | 56,3 | 438,9 |
| 1961 | 21,7 | 0,4  | 15,3  | 32,7  | 32,7  | 30,2  | 18,5 | 45,8 | 35,8 | 30    | 71,9  | 13,7 | 345,7 |
| 1962 | 39   | 30,4 | 13,9  | 49,6  | 49,6  | 9,5   | 0,5  | 1,9  | 39,8 | 88,7  | 24,2  | 17,8 | 334,7 |
| 1963 | 28,2 | 40,4 | 13,2  | 0,9   | 0,9   | 33,6  | 0,6  | 29,8 | 99,3 | 5,6   | 31,1  | 19,8 | 329,9 |
| 1964 | 0,7  | 63,3 | 18,6  | 37    | 37    | 25,8  | 7    | 0,0  | 32   | 22    | 20    | 57,3 | 318,4 |
| 1965 | 26,7 | 28,9 | 58,8  | 10,4  | 10,4  | 18,2  | 22   | 0,0  | 21,5 | 113,3 | 51,7  | 21,7 | 376,8 |

Los siguientes datos son sumamente expresivos:

|            | E    | F    | Mz   | Ab   | My   | Jn   | Jl   | Ag   | S    | O    | N    | D    |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\sigma$   | 12,8 | 17,9 | 24,4 | 34,0 | 36,9 | 28,9 | 15,8 | 17,0 | 25,3 | 39,5 | 30,8 | 23,6 |
| $\sigma/M$ | 0,66 | 0,90 | 0,87 | 1,08 | 0,84 | 0,83 | 1,05 | 0,90 | 0,75 | 1,01 | 1,10 | 0,81 |

Elaboración propia

A lo largo del ciclo de 30 años, 11 meses de los 12 del año han sido alguna vez el mes de máxima precipitación (agosto es la excepción), y 10 meses han sido alguna vez el de mínima precipitación (septiembre y diciembre no han registrado mínimos). Los meses secos se pueden presentar en cualquier mes

del año; siguiendo la regla climatológica de considerar como mes seco a aquel cuya precipitación no supere los 30 mm, se comprueba que Julio lo ha sido 26 veces de 30, pero que el resto de los meses no son ajenos a esta sequedad:

|                  | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>Mz</i> | <i>Ab</i> | <i>My</i> | <i>Jn</i> | <i>Jl</i> | <i>Ag</i> | <i>S</i> | <i>O</i> | <i>N</i> | <i>D</i> |
|------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Precip. < 30 mm. | 24       | 23       | 19        | 20        | 11        | 16        | 26        | 20        | 16       | 15       | 23       | 20       |

Elaboración propia

Estacionalmente, las medias de primavera y otoño registran la máxima precipitación:

|           |           |
|-----------|-----------|
| Invierno  | 68,5 mm.  |
| Primavera | 103,8 mm. |
| Verano    | 68,6 mm.  |
| Otoño     | 101,0 mm. |

Ello no obsta, para que las variaciones estacionales de los diversos años con respecto a la media sean también importantes: las lluvias primaverales quedan 21 años de los 30 estudiados por debajo del valor medio correspondiente a la estación y las lluvias otoñales lo hacen en 18 ocasiones dentro del período estudiado. Sucede con bastante frecuencia un retraso en la caída de las lluvias otoñales, que se trasladan a principios de invierno y un retraso también en las lluvias primaverales que caen a principios de verano, de forma que el riesgo de primaveras y otoños secos es importante:

|                       | <i>Invierno</i> | <i>Primavera</i> | <i>Verano</i> | <i>Otoño</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|---------------|--------------|
| Precip. < 90 mm. .... | 23              | 16               | 24            | 17           |

Elaboración propia

Con unas condiciones de aporte de lluvia como las analizadas, la utilización del suelo para fines agrícolas sufre un importante condicionante en aquellas áreas que únicamente disponen de los recursos pluviométricos para proporcionar agua a la tierra. La claridad de la situación evita más comentarios.

## 2. AGUAS SUPERFICIALES EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA

Todo lo que la naturaleza ha negado a Zaragoza desde una perspectiva pluviométrica, se ve compensado por la presencia de tres cursos fluviales dentro de su espacio. Los ríos Ebro, Gállego y Huerva son los tres cursos que de forma indiscutible han hecho del emplazamiento de Zaragoza un lugar privilegiado.

Un examen completo del régimen hidrológico y de los recursos existentes en los tres cursos fluviales es obvio rebasaría el ámbito de este trabajo. Por ello, de estos cursos fluviales únicamente destacaremos aquellos aspectos que pueden tener repercusión en la integración agua-usos del suelo.

### 2.1. Río Ebro: elementos característicos de su dinámica

En Zaragoza son 40.434 los Km<sup>2</sup> de cuenca que posee, habiendo recibido gran parte de los afluentes provenientes tanto del sistema Pirenaico como Ibérico.

En la serie de años comprendida entre 1914 y 1965, el caudal medio absoluto fue de 243,528 m<sup>3</sup>/sg, lo que supone un caudal medio específico de 6 l/sg/Km<sup>2</sup>. Este caudal medio anual se reparte a lo largo del año de la siguiente manera:

|            | Módulo Absoluto<br>(m <sup>3</sup> /sg) | Módulo Específico<br>(l/sg/Km <sup>2</sup> ) | Altura Lámina<br>(mm) | Precip.<br>(mm) |
|------------|---|--|-----------------------|-----------------|
| Octubre    | 119,32                                  | 2,95   | 9,3                   | 39,2            |
| Noviembre  | 227,92                                  | 5,63   | 17,7                  | 28,1            |
| Diciembre  | 383,03                                  | 9,47   | 29,8                  | 29,3            |
| Enero      | 403,09                                  | 9,96   | 31,4                  | 19,3            |
| Febrero    | 436,84                                  | 10,80  | 34,0                  | 19,9            |
| Marzo      | 437,11                                  | 10,81  | 34,1                  | 28,1            |
| Abril      | 336,07                                  | 8,31   | 26,2                  | 31,6            |
| Mayo       | 285,80                                  | 7,06   | 22,2                  | 44,1            |
| Junio      | 159,75                                  | 3,95   | 12,4                  | 34,7            |
| Julio      | 58,90                                   | 1,45   | 4,5                   | 15,0            |
| Agosto     | 29,50                                   | 0,71   | 2,2                   | 18,9            |
| Septiembre | 45,41                                   | 1,12   | 3,5                   | 33,7            |

Datos: M. O. P. Aforos  
Elaboración propia

Lo más significativo, por las consecuencias que conlleva, es la fuerte irregularidad de los caudales medios anuales y mensuales dentro del período estudiado. El coeficiente de irregularidad interanual es de 6,58 y para los diversos meses del año los resultados obtenidos son los siguientes:

| O    | N    | D    | E    | Fb   | Mz   | Ab   | My   | Jun  | Jul  | Ag   | S    |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25,2 | 19,4 | 47,8 | 27,9 | 27,7 | 9,45 | 13,6 | 20,3 | 19,8 | 26,2 | 18,6 | 22,7 |

Elaboración propia

Cabe destacar que durante los meses de verano, el caudal del Ebro raramente sobrepasa los 100 m<sup>3</sup>/sg y en el 50 % de los años el caudal es inferior, en dichos meses, a 50 m<sup>3</sup>/sg. Caudales de estiaje pueden aparecer desde junio a octubre en un 25 % de los años.

Caudal no sobrepasado (núm. de veces en %) ( $m^3/sg$ )

|                   | 90 % | 75 % | 50 % | 25 % | 10 % |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| Octubre ... ..    | 288  | 155  | 78   | 41   | 21   |
| Noviembre ... ..  | 425  | 264  | 210  | 114  | 74   |
| Diciembre ... ..  | 744  | 489  | 295  | 169  | 131  |
| Enero ... ..      | 686  | 520  | 364  | 197  | 118  |
| Febrero ... ..    | 776  | 655  | 364  | 264  | 131  |
| Marzo ... ..      | 788  | 637  | 407  | 222  | 160  |
| Abril ... ..      | 649  | 494  | 296  | 187  | 116  |
| Mayo ... ..       | 548  | 310  | 193  | 146  | 99   |
| Junio ... ..      | 362  | 202  | 130  | 75   | 52   |
| Julio ... ..      | 97   | 67   | 46   | 31   | 19   |
| Agosto ... ..     | 50   | 34   | 26   | 17   | 13   |
| Septiembre ... .. | 78   | 65   | 49   | 20   | 15   |

Elaboración propia

Irregularidad de caudal y acusado estiaje en los meses estivales son las dos características esenciales que presenta la dinámica del río Ebro. Es claro que con estas características, la creación de recursos en orden a satisfacer unas necesidades sólo puede lograrse mediante la realización de obras hidráulicas que palién, tanto la irregularidad anual y mensual como los estiajes de los meses veraniegos. Estas obras requieren una ordenación que rebasa los meros límites de circunscripción municipal para colocarse a nivel de ordenación de cuenca fluvial.

Sin embargo, con estas características, el municipio de Zaragoza, así como el resto de municipios ribereños, sí que tendrá que poner atención en hechos tales como los vertidos, tanto urbanos, como agrícolas e industriales.

## 2.2. Río Gállego

Después de 215 Km de recorrido, el Gállego vierte sus aguas al Ebro en el término municipal de Zaragoza. En Ardisa, lugar de la última estación de Aforos, su superficie de cuenca es de 2.040 Km<sup>2</sup>.

Su curso se encuentra regularizado por numerosos embalses, utilizados bien para la producción de energía eléctrica, los ubicados en la parte alta de la cuenca, bien para la irrigación, en la parte media.

Del análisis de los principales caracteres de su dinámica, pueden resaltarse los siguientes hechos:

— Mediana de su caudal absoluto con posibilidades de años particularmente deficientes. El caudal medio absoluto es de 34,13  $m^3/sg$  (16,7  $l/sg/Km^2$ ), con dos máximos (marzo y noviembre) y dos mínimos (septiembre y enero):

*Caudal media mensual (1915-1965)*

|                    | <i>O</i> | <i>N</i> | <i>D</i> | <i>En</i> | <i>Fb</i> | <i>Mz</i> | <i>Ab</i> | <i>My</i> | <i>Jun</i> | <i>Jul</i> | <i>Ag</i> | <i>S</i> |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|----------|
| m <sup>3</sup> /sg | 23,3     | 32,3     | 31,4     | 27,3      | 34,7      | 49,1      | 50,0      | 54,3      | 47,7       | 25,9       | 16,9      | 16,3     |

Elaboración propia

El caudal medio absoluto encubre fuertes oscilaciones interanuales. El gráfico I es significativo al respecto; junto a la curva que muestra el caudal medio mensual, se han trazado las correspondientes a los años de máximo y mínimo caudal dentro del período estudiado. No obstante, la entrada en funcionamiento del embalse de Ardisa, en la década de los 40, ha supuesto un descenso de la irregularidad desde 8,2 (1915-1945) a 5,5 (1945-1965).

— Importantes estiajes.

Es otro dato a retener dentro de la dinámica del Gállego. Caudales pequeños pueden encontrarse en los diferentes meses del año; escasez de precipitaciones o retención nival dan lugar a estiajes en meses diferentes a los estivales.

En el año más seco del período estudiado (1948-49), si exceptuamos el mes de septiembre en que el caudal ascendió a 22 m<sup>3</sup>/sg, el Gállego presentó durante 8 meses un caudal inferior a 6 m<sup>3</sup>/sg, caudal concedido a determinadas acequias de la ciudad que riegan con las aguas de este río.

Por otra parte, salvo los meses de primavera, el 50 % de las veces el caudal del Gállego no sobrepasa los 25 m<sup>3</sup>/sg.

*Caudales no sobrepasados (núm. de veces en %) (1914-65)*

|            | 90 % | 75 % | 50 % | 25 % | 10 % |
|------------|------|------|------|------|------|
| Octubre    | 49,4 | 25,7 | 16,7 | 12,7 | 7,8  |
| Noviembre  | 60,0 | 48,8 | 24,0 | 15,2 | 9,4  |
| Diciembre  | 60,6 | 42,7 | 23,9 | 12,3 | 7,6  |
| Enero      | 50,5 | 41,0 | 21,2 | 13,6 | 7,7  |
| Febrero    | 66,7 | 46,8 | 25,0 | 15,5 | 10,5 |
| Marzo      | 80,0 | 68,4 | 46,8 | 21,6 | 13,9 |
| Abril      | 87,2 | 65,8 | 54,3 | 33,5 | 17,6 |
| Mayo       | 86,4 | 73,2 | 56,2 | 34,8 | 17,8 |
| Junio      | 86,9 | 69,5 | 39,0 | 29,5 | 21,3 |
| Julio      | 46,8 | 33,4 | 20,2 | 16,1 | 13,3 |
| Agosto     | 28,0 | 17,9 | 14,2 | 11,9 | 10,3 |
| Septiembre | 24,0 | 18,0 | 14,2 | 11,3 | 7,5  |

Fuente: Aforos. M. O. P.  
Elaboración propia

En función de estas dos características y adelantándonos un poco a constataciones posteriores, se puede afirmar que con los caudales disponibles y las concesiones realizadas, las aguas del Gállego se hallan utilizadas en un

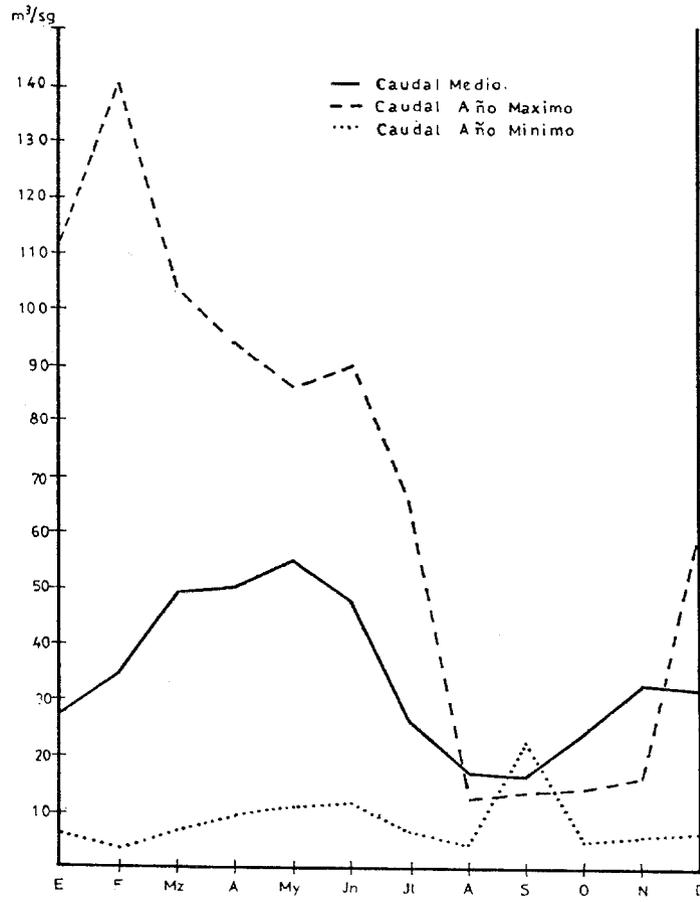


GRÁFICO I. — Río Gállego. Caudal medio mensual. Caudal año máximo y mínimo. Ardisa (1914-65).

% muy elevado; utilizaciones que vendrán a completarse cuando se terminen las obras de regadío del Alto Aragón.

Para Zaragoza el Gállego, aparte de constituirse en vertedero de aguas residuales de determinadas industrias, suministra aguas de riego a tierras de barrios periféricos de la ciudad. Las posibilidades de otros usos están muy condicionadas por la debilidad de su caudal y la contaminación de sus aguas.

### 2.3. *Río Huerva*

Tercero de los ríos con que cuenta Zaragoza y el de mayor recorrido por el actual núcleo urbano.

Río de poco caudal y río descuidado por parte de la ciudad que ha convertido su cauce en un vertedero de basura afeado y sucio. Río polémico en cuanto a su porvenir en el tramo que cruza la ciudad.

Dos embalses, Las Torcas y Mezalocha, sirven para regular el pequeño caudal del Huerva. De dicho caudal se poseen datos que abarcan un período de 18 años (1947-65) tomados en la estación de Aforos de Mezalocha.

Su módulo absoluto es de 0,84 m<sup>3</sup>/sg, lo que ya da idea de la debilidad de su caudal. Un caudal medio anual que en años secos puede descender a 0,075 m<sup>3</sup>/sg y en años húmedos no llega a los 3 m<sup>3</sup>/sg, inferior al mínimo del río Gállego.

En un estudio de los diferentes meses del período que abarcan los datos de Aforo, no es difícil apreciar como, en años secos, el caudal del río es nulo; en los años 1948 y 1949, la mitad de los meses de ambos años el caudal registrado en la estación de Aforos fue nulo.

Sobre la base de escasez de caudales, los coeficientes de estiaje son acusados y grande la irregularidad tanto interanual como intermensual. La irregularidad interanual alcanza valores próximos a 40, en función de la existencia de caudales mínimos muy acusados.

Con estas condiciones de régimen y de caudal, las posibilidades que el río Huerva puede presentar de cara a la obtención de unos recursos, se agotan en los actuales regadíos que cuentan, a veces de modo muy deficiente, con las aguas del Huerva para hacer fructificar sus cosechas.

## 3. AGUAS DERIVADAS DE LOS CURSOS FLUVIALES EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA

El hombre, para el desarrollo de su actividad, ha tomado parte de las aguas fluyentes por los tres ríos que discurren por territorio zaragozano. Se analizan a continuación los rasgos principales de los mismos.

### 3.1. *Canal Imperial de Aragón*

Por los supuestos físicos de la obra y por los servicios que presta, el Canal Imperial ha sido y es un auténtico impulsor del desarrollo de Aragón.

Destaquemos dos hechos :

— su trazado, en el contacto de la terraza superior y el glacis que empalma muelas y terrazas, permite que los aportes laterales derivados del uso de sus aguas, que alimentan de modo notable las aguas subterráneas de las terrazas, no queden afectadas por el quimismo procedente de disoluciones de materiales terciarios, que daría agua de dureza y calidad peores.

— el segundo hecho viene dado por el caudal que transporte el Canal Imperial. Caudal medio anual de 25 m<sup>3</sup>/sg, lo que permite disponer de un suministro constante, sin fluctuaciones, para los diversos usos, a lo largo de todos los meses del año, exceptuando el mes de Febrero en que por necesidades de limpieza sus aguas no se utilizan.

Con sus aguas se riegan en el municipio un total de 10.000 Has repartidas entre los siguientes Sindicatos todos ellos pertenecientes a Zaragoza :

|                      | <i>Superficie</i><br>(Has) | <i>Caudales normales</i><br>(l/sg) | <i>derivados</i><br>(l/sg/Ha) |
|----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Garrapinillos ... .. | 3.919                      | 6.664                              | 1,70                          |
| Miralbueno ... ..    | 2.170                      | 5.337                              | 2,46                          |
| Miraflores ... ..    | 2.111                      | 4.005                              | 1,83                          |
| Almozara ... ..      | 1.700                      | 780                                | 0,46                          |

Fuente : Dirección Canal Imperial

Aparte del agua suministrada a los diferentes Sindicatos de Riegos, y del suministro a la ciudad del que se hablará posteriormente, el Canal Imperial realiza concesiones que varían de unos años a otros, bien sea como complemento de las zonas regables, bien como suministro a industrias o empresas agrícolas.

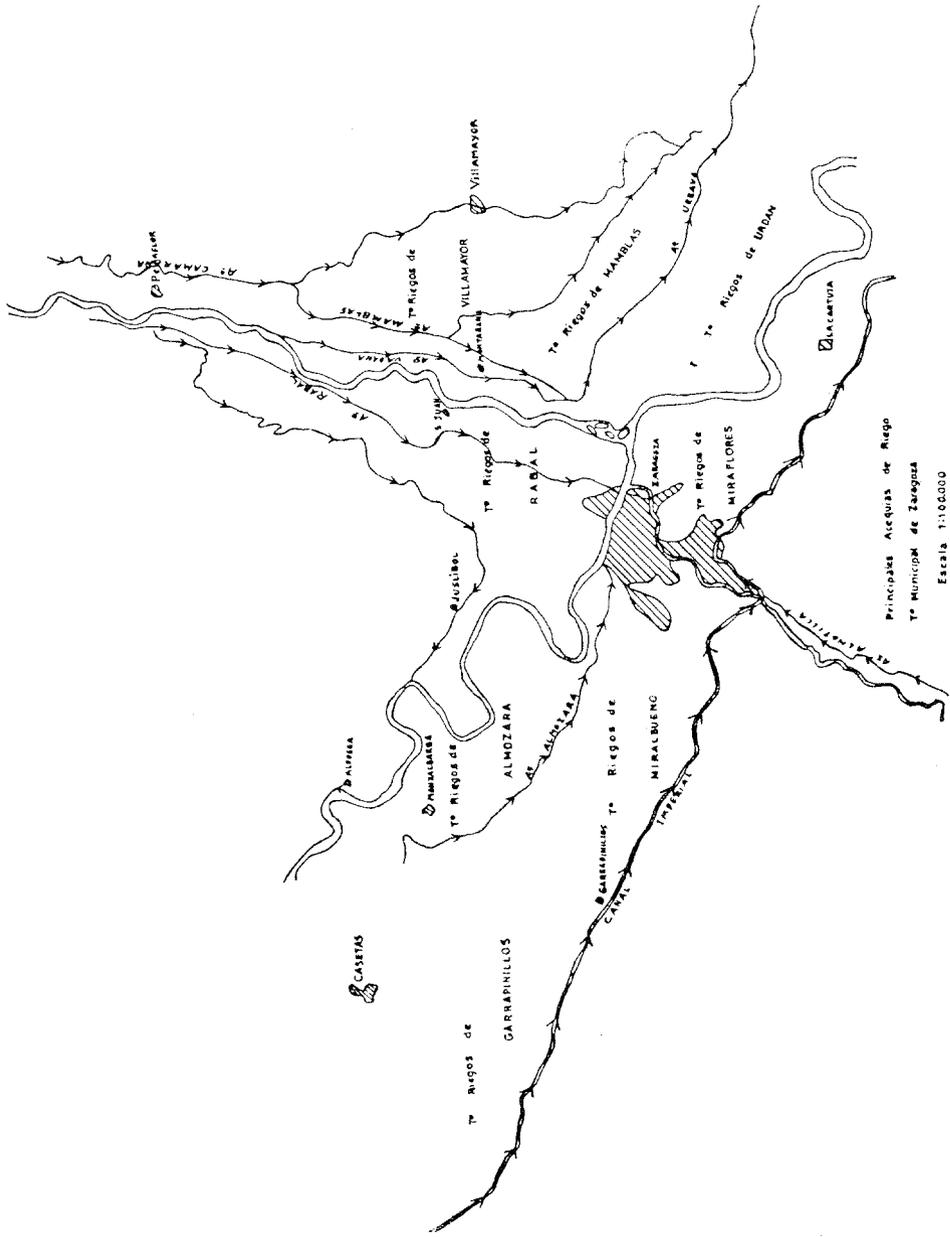
En conjunto, el agua suministrada por el Canal al regadío zaragozano es de 16 m<sup>3</sup>/sg de sol a sol, aproximadamente durante doce horas

### 3.2. Aguas derivadas del río Gállego en el municipio de Zaragoza

Al contrario de lo que sucede con las aguas derivadas por el Canal Imperial, el caudal de las acequias derivadas del río Gállego está supeditado al caudal del río, lo que puede suponer la existencia de dificultades en período de estiaje, al tiempo que el deseo de disponer de agua en todo momento origina numerosos conflictos entre las poblaciones ribereñas.

Camarera, Rabal y Urdana son las tres acequias que derivan aguas del Gállego para fertilizar tierras del municipio de Zaragoza.

El caudal de concesión de la acequia Camarera es de 4.400 l/sg para una extensión de 4.513 Has repartidas entre los municipios de Zuera (435 Has) y San Mateo de Gállego (454 Has) y los barrios de Zaragoza: Peñaflores



(833 Has), Villamayor (1.593 Has) y Mambblas (1.198 Has). Dicho caudal supone una concesión unitaria de 0,97 l/sg/Has durante las 24 horas del día.

La acequia Urdana, a lo largo de sus 40 Km de recorrido, riega un total de 6.500 Has en el municipio de Zaragoza con un caudal de concesión de 6.500 l/sg. Por su parte, la acequia del Rabal, que toma sus aguas en la margen derecha del Gállego, riega 3.500 Has con un caudal de concesión de 6.000 l/sg. Ambas acequias se encuentran integradas en el Sindicato de Riegos del Pantano de la Peña.

En conjunto, el caudal concedido a los regadíos zaragozanos con aguas del Gállego es de 14 m<sup>3</sup>/sg.

### 3.3. Aguas derivadas del río Huerva en Zaragoza

Dos acequias, Miralbueno Viejo y Almotilla, riegan con aguas procedentes del Huerva en el término municipal de Zaragoza. Ambas se integran en el Sindicato de Riegos del Pantano de Mezalocha.

El número de Has regadas es de 405 con una concesión de 400 l/sg.

### 3.5. Aguas subterráneas

El empleo de aguas subterráneas es frecuente en Zaragoza apoyado en la extensión de las terrazas de los diferentes cursos fluviales. Estas aguas proceden:

- en pequeña medida de infiltraciones producidas en momentos de lluvia,
- penetraciones de agua en el Terciario que enmarca las terrazas, a través de grietas y fisuras existentes en dicho Terciario,
- aportes producidos por las aguas de riego. Estos aportes suponen un volumen considerable que alimenta el acuífero de las terrazas (3).

Un cálculo de los aportes que anualmente supone el regadío en la alimentación de las aguas subterráneas puede ser realizado en función del número de Has regadas y del gasto de agua realizado por Ha.

Se puede cifrar en 14.595 las Has de regadío existentes actualmente en Zaragoza. Por otra parte, cálculos realizados por la Comunidad de Regantes del Sindicato de Miraflores, indican que el volumen de agua anual utilizada por Ha, en los regadíos de dicho término, puede cifrarse en torno a los 12.000 m<sup>3</sup>. Puesto que no todos los regadíos de la ciudad se encuentran igualmente dotados, se puede suponer un volumen medio anual por Ha de 10.000 m<sup>3</sup>.

Se estima que las pérdidas por infiltración, transporte, etc... suelen osci-

---

3 Las características de los acuíferos de las terrazas del Ebro han sido estudiadas por Miguel Sanz, en un trabajo no publicado todavía. En él nos basamos para las afirmaciones referentes a aguas subterráneas. A él damos las gracias por sus orientaciones, así como al Departamento de Geología de la Excm. Diputación Provincial.

lar entre el 25 % para suelos limosos, 50 % en suelos arenosos y 15 % en suelos arcillosos. Según estos datos, los resultados serían los siguientes:

— 14.595 Has a 10.000 m<sup>3</sup>/Ha, supone un volumen de agua anual de 146 millones de m<sup>3</sup>.

— Para unas pérdidas del 25 % el volumen infiltrado sería de 36,4 millones de m<sup>3</sup>; con pérdidas del 50 % supondría un volumen infiltrado de 73 millones de m<sup>3</sup>; y con pérdidas del 15 % el volumen infiltrado anualmente sería de 21,9 millones de m<sup>3</sup>. Estos cálculos globales encubren fuertes variaciones de infiltración local, en función de la diferente naturaleza y permeabilidad de los terrenos (4).

## II. USOS DEL SUELO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ZARAGOZA

En este apartado se analizarán las características principales referentes a los usos del suelo en los tres apartados fundamentales: usos del suelo agrícola, industrial y urbano, resaltando los aspectos que puedan tener mayor incidencia en los recursos hídricos.

### 1. UTILIZACIÓN AGRÍCOLA DEL SUELO EN EL MUNICIPIO ZARAGOZANO

La rápida expansión del núcleo urbano zaragozano, fomentado por la actividad industrial, no es óbice para que se pueda afirmar la importancia que tiene la actividad agrícola dentro del término municipal que se estudia. Contribuye, sin duda, a ello la gran extensión del mismo: con sus 105.994 Has el término municipal de Zaragoza ocupa, en cuanto a extensión, el sexto lugar dentro del conjunto de municipios españoles.

Pero no es sólo, ni principalmente, la extensión lo que presta relevancia a la actividad agrícola de la ciudad. Son las características de la misma y su significación en el conjunto regional, provincial y comarcal lo que la hacen particularmente notable.

#### 1.1. *La extensión del regadío zaragozano*

No es excesivo el porcentaje de tierra labrada que posee la ciudad. De las 105.994 Has, únicamente el 48,5 % son tierras de labor. Un 35,5 % de la superficie se destina a pastizales y lo que resta es improductivo desde el punto de vista agrícola.

En el examen de la superficie cultivada, hay que destacar la importancia

---

4 SANZ, Miguel: *Características de los acuíferos de las terrazas del Ebro*. Trabajo mecanografiado. Zaragoza, 1975.

que en cantidad y calidad posee el regadío zaragozano, tanto a nivel provincial como a nivel comarcal.

A nivel provincial supone el 10 % de los regadíos actualmente existentes en la provincia de Zaragoza. A nivel comarcal este porcentaje asciende al 27,5 %.

Es significativo el hecho de que el término municipal de Zaragoza disponga él sólo de una extensión de regadío superior a cuatro de las comarcas provinciales :

| <i>Comarcas</i>            | <i>Extensión del regadío (Has)</i> |
|----------------------------|------------------------------------|
| Ejea .....                 | 41.848                             |
| Borja-Tarazona .....       | 20.366                             |
| Calatayud .....            | 13.328                             |
| La Almunia-Cariñena .....  | 13.123                             |
| Zaragoca (Comarca) .....   | 58.363                             |
| Daroca .....               | 2.265                              |
| Caspe .....                | 9.721                              |
| Zaragoza (Municipio) ..... | 16.079                             |

Fuente : Ministerio Agricultura

Las terrazas de los tres cursos fluviales con que cuenta la ciudad son el soporte de la actividad agrícola del regadío; actividad que ocupa gran parte de los habitantes de los barrios periféricos. Las extensiones regadas en cada uno de estos barrios son las siguientes :

| <i>Barrios periféricos</i>   | <i>Superficies regadas (Has)</i> |
|------------------------------|----------------------------------|
| Garrapinillos .....          | 2.300                            |
| Miralbueno .....             | 2.181                            |
| Movera .....                 | 1.900                            |
| Villamayor .....             | 1.714                            |
| Peñaflor .....               | 1.206                            |
| Montañana .....              | 1.044                            |
| Cartuja Baja .....           | 905                              |
| San Juan de Mozarrifar ..... | 585                              |
| Alfocea .....                | 560                              |
| Monzalbarba .....            | 525                              |
| Juslibol .....               | 490                              |
| Venta del Olivar .....       | 346                              |
| Santa Isabel .....           | 312                              |
| Otros .....                  | 2.011                            |

Fuente : Hermandad Sindical Labradores y Ganaderos (Delegaciones en barrios)

A la vista de estos datos, la conclusión lógica que puede sacarse es la importancia del regadío de la ciudad tanto a nivel provincial como comarcal y

esto puede olvidarse en cualquier proyecto de ordenación de la ciudad, en una tierra fundamentalmente agrícola, en la que si sus habitantes se han puesto de acuerdo en algo, ha sido para pedir nuevas tierras de regadío.

### 1.2. *Calidad del regadío zaragozano*

A la hora de evaluar la importancia del regadío de la ciudad en el conjunto regional y provincial, el interés del mismo se ve potenciado por su calidad, patente en los altos rendimientos que de él se obtienen.

Existe en dicho regadío un predominio del cultivo de cereales, destacando la escasa relevancia que adquieren los cultivos de hortalizas lo cual es extraño teniendo en cuenta la existencia de un amplio mercado de consumo ciudadano; en este sentido, los espacios agrícolas del regadío zaragozano, participan plenamente de la estructura productiva que presenta el conjunto del regadío español, donde la seguridad en la colocación del producto en el mercado prima sobre el intento de sacar el máximo rendimiento a la tierra.

No obstante, lo cierto es que ateniéndonos a los rendimientos del maíz, cereal que ocupa mayores extensiones, éstos son altos, en ningún caso inferiores a los 4.500 Kg/Ha en los años peores y para el conjunto de las tierras de un barrio. Existen años en que estos rendimientos dan como media 9.000 kilogramos/Ha, con rendimientos superiores en determinadas parcelas. Lo normal es que el rendimiento medio por Ha sembrada de maíz se encuentre en torno a los 6.500 Kg/Ha ó 7.500 Kg/Ha.

La provincia de Zaragoza tiene, en este sentido, rendimientos superiores a la media nacional y a la media del resto de las provincias de Aragón:

|                             | <i>Producción (Qm)</i> | <i>Rendimientos (Qm/Ha)</i> |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Zaragoza (Provincia) ... .. | 838.500                | 43                          |
| Huesca (Provincia) ... ..   | 149.940                | 31,2                        |
| Teruel (Provincia) ... ..   | 52.782                 | 18                          |
| Aragón ... ..               | 1.041.222              | 38,4                        |
| Total Nacional ... ..       | —                      | 35                          |

Fuente :

La realidad de estos altos rendimientos tiene como base la riqueza de las tierras de regadío del municipio: son tierras de suelos aluviales, suelos que han sido trabajados durante siglos, enriquecidos por el continuo laboreo y por el empleo de abonos naturales y orgánicos. Por otra parte son tierras que poseen una mano de obra que ha heredado de sus antepasados las formas, el modo y la organización de los riegos.

### 1.3. *Paulatina transformación y desaparición del suelo agrícola*

El regadío del suelo zaragozano es de buena calidad, de altos rendimientos, de una tradición secular, formado por agricultores que han transmitido de padres a hijos el modo de regar las tierras, de cuidarlas y de mejorarlas.

Como toda ciudad que crece, Zaragoza se está comiendo su regadío. El fenómeno no es nuevo; la mayor parte de las ciudades han crecido a costa de sus mejores tierras. Lo nuevo es la forma y rapidez con que en la actualidad se produce este crecimiento. Es muy difícil que en la pugna que se establece entre conservación de las mejores tierras y expansión de la ciudad, salga beneficiada la conservación del suelo agrícola. Las rentas generadas por la actividad agrícola son hoy bastante inferiores a las que producen las actividades secundarias y terciarias; las plusvalías generadas por el suelo como soporte urbano no pueden compararse a las generadas por el suelo como actividad agrícola lo cual es una constante tentación para los mismos agricultores; a ello hay que añadir las facilidades para la misma expansión de la ciudad en terrenos de regadío, que agilizan la creación de la adecuada infraestructura que la ciudad necesita.

No creemos sea necesario dar muchas razones en pro de la conservación de este suelo. En el caso de Zaragoza, la gran extensión del término municipal es un factor muy apropiado que permite una ordenación de la ciudad conservando las mejores zonas de regadío; en medio de una región agrícola, Zaragoza podría ser por su desarrollo agrario un auténtico motor de las actividades primarias de la región, sobre todo si pensamos que dispone de un conjunto de servicios de los que cada día con mayor intensidad requerirá la agricultura; señalemos, por último, que económicamente es un derroche social la desaparición de una de las mejores tierras de regadío con que cuenta la provincia, pudiendo aprovechar tierras próximas, baldías y yermas, contando con el hecho de que no sabemos el papel que en un futuro puede representar la agricultura como suministradora de alimentos escasos (5).

Noticias de expropiación aparecen con frecuencia en boca de agricultores de los barrios periféricos. Alfocea prácticamente se queda sin tierra: 650 Has de secano han perdido en El Castellar; 80 Has de regadío están llamadas a desaparecer. En el vecino barrio de Monzalbarba, es la autopista y nuevas industrias las que se comen el regadío. En Peñaflor, 400 Has para la ubicación del polígono Malpica III y también en Villamayor, se ha expropiado parte del regadío. En La Cartuja, 120 Has han desaparecido para la agricultura y la futura expansión de la industria instalada en la carretera de Castellón originará nuevas e importantes pérdidas. Santa Isabel ha perdido ya la mitad de su regadío y en Movera ha ocurrido otro tanto. En Juslibol a las 400 Has de monte se añaden las 700 Has de regadío expropiadas entre Ranihas y Juslibol. San Juan de Mozarrifar perdió su secano y parte de regadío.

El tiempo dirá si Zaragoza no tiene que arrepentirse de malgastar uno de los principales recursos con que cuenta.

## 2. UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA

Zaragoza es una ciudad industrial; lo es por el número de empresas en ella instaladas y sobre todo por el número de personas que en la actualidad

5 LÓPEZ DE SEBASTIÁN: *Dstrucción de recursos naturales y ordenación territorial*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1977, pág. 35 y ss.

tienen su medio de vida principal en la actividad industrial. La industrialización ha sido la base de los profundos cambios que en la vida de la ciudad han tenido lugar y de los cambios socioeconómicos de la región aragonesa.

El proceso de industrialización aragonesa comienza en los años 60, una vez que termina el plan de estabilización. Al amparo de la expansión económica general del país, Zaragoza ve potenciarse las pequeñas industrias que ya poseía, lo que da origen a un rápido crecimiento de la ciudad a la vez que en el resto de la provincia y región se acelera el proceso de desertización. Dicha expansión se consolida en 1964 con la creación del Polo de Desarrollo.

De la utilización industrial del suelo interesa destacar tres características: dimensión reducida de las empresas, predominio de la industria de transformación, ausencia de integración industrial.

### 2.1. Dimensiones reducidas de la empresa. Dispersión locacional

Lo primero a destacar, en el estudio de la actividad industrial, es que la empresa zaragozana es de reducidas dimensiones.

A pesar de que el Polo de Desarrollo, por los incentivos que proporcionaba, influyó decisivamente en el aumento del tamaño de las empresas ya existentes así como en la creación de empresas mayores, lo cierto es que gran parte de la industria zaragozana es de dimensiones pequeñas.

TABLA I. — Número de empresas en función del número de productores

| Actividad  | Núm. Productores |       |       |       |        |         |         |     |
|--|------------------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|-----|
|  | 1-10             | 11-25 | 26-50 | 51-75 | 76-100 | 101-250 | 251-500 | 500 |
| Industrias productos alimenticios,   |                  |       |       |       |        |         |         |     |
| Excepto bebidas  | 366              | 40    | 6     | 2     | 1      | 3       | 3       | —   |
| Industrias de bebidas  | 21               | 10    | 3     | 2     | 1      | 3       | —       | —   |
| Industria Textil   | 60               | 11    | 7     | 3     | 1      | 3       | —       | —   |
| Fabricación calzados, prendas de vestir y otros artículos textiles.          | 512              | 90    | 44    | 27    | 5      | 3       | —       | —   |
| Industria madera y corcho, excepto muebles                                   | 224              | 26    | 12    | 1     | —      | 1       | —       | —   |
| Industria del mueble   | 366              | 55    | 17    | 3     | 5      | 1       | 2       | —   |
| Industria papel y prod. papel  | 40               | 10    | 6     | 4     | 1      | 3       | 2       | —   |
| Imprentas, editoriales   | 125              | 17    | 3     | 4     | —      | 2       | —       | —   |
| Industria del cuero, excepto calzado   | 73               | 7     | 6     | 3     | —      | —       | —       | —   |
| Fabricación productos caucho   | 23               | 5     | 1     | 1     | —      | 2       | —       | —   |
| Fabricación sustancias y productos químicos                                  | 340              | 49    | 22    | 12    | 3      | 4       | 1       | 1   |
| Fabricación productos derivados petróleo y carbón                            | 3                | 1     | —     | —     | —      | —       | —       | —   |
| Ind. productos minerales no metálicos  | 107              | 25    | 17    | 2     | 1      | 4       | —       | —   |
| Ind. metálicas básicas   | 74               | 15    | 14    | 3     | 1      | 4       | 3       | —   |
| Fabricación prod. metálicos excepto maquinaria, equipo, transporte y muebles | 292              | 52    | 18    | 5     | 4      | 5       | 4       | 1   |

Tabla I. — (Continuación)

|  | 1-10 | 11-25 | 26-50 | 51-75 | 76-100 | 101-250 | 251-500 | 500 |
|--|------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|-----|
| Construcción maquinaria y aparatos eléctricos .....        | 93   | 28    | 8     | 2     | 2      | 4       | —       | 2   |
| Construcción material transporte ...                       | 434  | 67    | 25    | 3     | 9      | 2       | 6       | 1   |
| Ind. fabriles diversas .....                               | 66   | 12    | 6     | 6     | 1      | —       | —       | —   |
| Empresas que preparan terrenos construcción .....          | 41   | 7     | 1     | —     | —      | 1       | —       | —   |
| Estructuras para construcción .....                        | 442  | 23    | 10    | 1     | 1      | 3       | 1       | —   |
| Empresas de acabado en la construcción .....               | 592  | 46    | 10    | —     | 13     | —       | —       | 1   |
| Empresas dedicadas a instalaciones                         | 321  | 49    | 14    | 8     | 1      | 3       | —       | —   |
| Servicios auxiliares construcción ...                      | 4    | 2     | 2     | —     | —      | —       | —       | —   |
| Empresas constructoras .....                               | 4    | 2     | 2     | —     | —      | —       | —       | —   |
| Construcción maquinaria excepto maquinaria eléctrica ..... | 259  | 74    | 39    | 8     | 6      | 10      | 2       | 1   |

Fuente : Mutualidades Laborales  
Elaboración propia

El censo de Mutualidades Laborales tenía registradas en 1974, un total de 5.306 empresas y 75.253 productores. En la Tabla I se han ordenado y clasificado el conjunto de empresas en función del número de trabajadores, tomando como ramas de actividad la clasificación adoptada por el Instituto Nacional de Estadística.

A la vista de los resultados se puede deducir un predominio de la pequeña y mediana empresa en Zaragoza. Únicamente 8 empresas poseen más de 500 productores predominando, por el contrario, empresas que sólo poseen de 1 a 10 productores.

Ello significa la proliferación de pequeños talleres que más bien que empresas merecen el calificativo de talleres artesanales. La consecuencia principal que se deriva de esta estructura es, por lo que se refiere a la localización de las mismas, el que junto a la existencia de zonas de concentración industrial existe una dispersión locacional de la actividad industrial.

La industria se encuentra dispersa por el conjunto de la ciudad incidiendo, a veces de modo desfavorable, en el hábitat de la misma.

## 2.2. Predominio de la industria de transformación

Otra característica de la industria de la ciudad es el predominio de la industria de transformación. Dentro de ella, es la industria de transformados metálicos la que agrupa mayor volumen de mano de obra; aproximadamente el 45 % de la mano de obra industrial existente en la ciudad pertenece al sector transformados metálicos en sus diversas ramas.

El resto de sectores agrupa menor volumen de mano de obra, sobresaliendo únicamente el sector de la construcción.



### 2.3. *Ausencia de integración Concentración en torno a las vías de comunicación*

Como tercer elemento de la industria zaragozana, que va a tener incidencia en la localización de las mismas, hay que señalar la falta de integración industrial; no son empresas integradas en el proceso productivo de un determinado bien. Son empresas diversificadas pero no integradas.

Por tratarse de industrias de transformación y no contar con una industria base, existe una dependencia del exterior en cuanto a materias primas que permitan el proceso productivo.

La falta de integración entre las diversas industrias tiene como consecuencia el que los productos, una vez elaborados, tengan que salir al exterior para integrar el proceso productivo que conducirá a la obtención del producto final.

Traducción concreta, respecto a la localización industrial, de la falta de una industria de base y de productos finales, es que las vías de comunicación son líneas fundamentales en las que se concentra la industria de Zaragoza, Estas industrias localizadas en torno a las vías de comunicación, son de mayor tamaño que las situadas en el interior de la ciudad. Todo ello tendrá sus consecuencias en la utilización de los recursos hídricos por parte de la industria.

La situación de Zaragoza, en la encrucijada de grandes zonas industriales, ha favorecido esta estructura de localización industrial.

## 3. LA OCUPACIÓN DEL SUELO PARA USOS URBANOS

Sobre la gran extensión que constituye el término municipal de Zaragoza, un plano de ocupación de suelo urbano muestra un gran núcleo de habitat concentrado, dispuesto en capas sensiblemente concéntricas, localizado en su mayor parte en la margen derecha del Ebro.

En dicho plano es fácil adivinar cómo, rodeando el núcleo primitivo de la ciudad, se han ido configurando los sucesivos ensanches que, con la atracción ejercida por Zaragoza en los últimos años, han dado como resultado la formación de un conjunto de barrios. Estos barrios acordonan el núcleo de la ciudad y en ellos se aloja, preferentemente, la población obrera venida a la ciudad.

Pasado este núcleo, se vuelve a encontrar un paisaje rural en el que se hallan enclavados los barrios periféricos de la ciudad. Barrios que fueron incorporados a la misma en diversas fechas, a lo largo de los siglos XIX y XX. De ellos vamos a destacar sus principales características, pues un estudio del conjunto de la ciudad rebasaría el ámbito de este trabajo.

### 3.1. *Alejamiento del centro de la ciudad*

La distancia de los barrios periféricos al centro de la ciudad es diversa y se sitúa entre el medio Km del barrio de Miralbuena y los 15 Kms del barrio

de Torrecilla de Valmadrid. Su alejamiento del centro de la ciudad, con la existencia de una franja de cultivos interpuesta entre ambas, da a estos barrios caracteres diferentes a los que poseen los más cercanos.

Pero, al mismo tiempo, reciben de modo muy directo la influencia de la onda expansiva de la ciudad, lo que les hace ser radicalmente diferentes de núcleos rurales más alejados.

No tienen administración propiamente dicha, al depender en todo de las decisiones que en la ciudad se fraguan. La cercanía de la ciudad pone a su alcance la posibilidad de disfrutar de un conjunto de servicios que de otra forma les sería muy difícil acceder a ellos. Sin embargo, al estar integrados en la administración de la ciudad, se ven sujetos, de modo especial, a las servidumbres impuestas por un núcleo urbano cuyo desarrollo origina problemas que desbordan todas las previsiones.

El crecimiento de Zaragoza está transformando estos barrios que, aun presentando un paisaje rural nítido, su población marcha a ocupar los puestos que la actividad industrial y de servicios ofrece en un momento en que sus tierras son devoradas poco a poco por el desarrollo urbano e industrial.

Esta situación ambivalente, que someramente se ha descrito, viene a ser la tónica general del conjunto de barrios periféricos de la ciudad.

### 3.2. *Aumento de población en el conjunto de los barrios periféricos*

La evolución demográfica de estos barrios con respecto al total de Zaragoza se manifiesta en los siguientes datos:

|                             | <i>Conjunto de Barrios</i> | <i>Núcleo Ciudad</i> | <i>Total</i> |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------|
| 1930                        |                            |                      |              |
| — Población absoluta ... .. | 16.930                     | 157.913              | 174.843      |
| — % del total ... ..        | 9,6                        | 90,4                 | 100          |
| 1940                        |                            |                      |              |
| — Población absoluta ... .. | 30.240                     | 208.455              | 238.695      |
| — % del total ... ..        | 12,6                       | 87,4                 | 100          |
| 1950                        |                            |                      |              |
| — Población absoluta ... .. | 27.622                     | 236.634              | 264.256      |
| — % del total ... ..        | 10,4                       | 89,6                 | 100          |
| 1960                        |                            |                      |              |
| — Población absoluta ... .. | 29.436                     | 296.853              | 326.316      |
| — % del total ... ..        | 9,9                        | 90,1                 | 100          |
| 1970                        |                            |                      |              |
| — Población absoluta ... .. | 31.267                     | 448.578              | 479.845      |
| — % del total ... ..        | 6,5                        | 93,5                 | 100          |
| 1974                        |                            |                      |              |
| — Población absoluta ... .. | 38.590                     | 501.410              | 540.000      |
| — % del total ... ..        | 7,1                        | 92,9                 | 100          |

Fuente: I. N. E. Anuario Estadístico  
Provincia de Zaragoza.  
Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.  
(Datos 1974).

El análisis de estos datos refleja el hecho de un aumento importante de población a partir de los años 50; aumento, es cierto, inferior al de la ciudad, pero aumento ostensible que se acentúa en los años 70 de ser ciertos los datos del Excmo. Ayuntamiento. La expansión de la propia ciudad puede explicar este aumento, pues en los años 70 algunos de estos barrios se encuentran bien sea cerca de las nuevas urbanizaciones, bien sea cerca de zonas industriales.

El crecimiento industrial de Zaragoza, alcanza de modo diferente a cada uno de los barrios. Casetas, Montañana y Santa Isabel, han experimentado un crecimiento notable a lo largo del período del que se disponen datos; son, los tres barrios en los que, aparte de haber tenido una floreciente agricultura de regadío, han sido foco de una pronta instalación industrial que en la década de los 60 se vio notablemente incrementada. De ahí que se convirtieran pronto en receptores de inmigrantes. Esto es particularmente claro en el caso de Casetas y Santa Isabel; en Casetas únicamente el 20 % de su población actual tiene su origen en el barrio, el 80 % restante es población inmigrada; en Santa Isabel ocurre algo semejante: el 68 % de su población es venida de fuera. En Montañana, la existencia de la fábrica de papel "La Montañanesa", antes de comenzar el proceso de industrialización de Zaragoza, fijó la población del barrio de forma que en la actualidad el 70 % de sus habitantes son originarios del propio barrio.

En otros, La Cartuja, Movera y Monzalbarba, el crecimiento ha sido posterior, a partir de los años 70. El barrio de la Cartuja ha perdido población hasta los años 70; situado en la carretera de Castellón, el desarrollo industrial de esta vía de comunicación a partir de los 70 puede explicar el cambio de signo en su crecimiento poblacional, pues hasta la década presente era francamente regresivo. El desarrollo demográfico de Movera tiene características derivadas de la peculiar composición del barrio; no se trata de un núcleo concentrado sino disperso; la pérdida de población está enmascarada por el crecimiento experimentado en la zona que limita la carretera de Cataluña; lo que podríamos denominar núcleo del barrio, a lo largo de la carretera de Pastriz, junto con la población diseminada, es regresivo. Por su parte, Monzalbarba comienza a mostrar la influencia de la industria instalada en sus cercanías.

Son regresivos o mantienen un crecimiento demográfico natural el resto de los barrios periféricos, en los que el carácter rural es el que predomina.

### 3.3. *Actividades de población*

En la actualidad se está asistiendo al típico trasvase de población del sector primario a los sectores secundario y terciario. Los barrios periféricos muestran, una vez más, características similares a las del conjunto de núcleos rurales de Aragón.

El predominio de la población encuadrada en el sector primario se da en los barrios más extensos y más alejados de la ciudad. La estructura ocupacional de los diferentes núcleos es la siguiente:

|                      | Sector 1. <sup>o</sup><br>% | Sector 2. <sup>o</sup><br>% | Sector 3. <sup>o</sup><br>% |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Alfocea ... ..       | —                           | —                           | —                           |
| La Cartuja ... ..    | 48                          | 37                          | 15                          |
| Casetas ... ..       | 15                          | 30                          | 55                          |
| Garrapinillos ... .. | 55                          | 28                          | 17                          |
| Juslibol ... ..      | 31                          | 53                          | 16                          |
| Montañana ... ..     | 28                          | 56                          | 16                          |
| Monzalbarba ... ..   | 44                          | 11                          | 45                          |
| Movera ... ..        | 42                          | 25                          | 33                          |
| Peñaflor ... ..      | 44                          | 31                          | 25                          |
| Santa Isabel ... ..  | 17                          | 56                          | 17                          |
| San Juan ... ..      | 30                          | 42                          | 28                          |
| Villamayor ... ..    | 49                          | 36                          | 15                          |

Fuente: Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

No obstante, la correcta interpretación de estos datos, que muestran para la mayoría de estos barrios un predominio de la población encuadrada en el sector primario, ha de tener en cuenta la práctica de la agricultura a tiempo parcial, de forma que en el contacto con alguno de sus moradores se nos ha manifestado que la población que realmente se dedica a la agricultura con dedicación plena es la de más edad. Los jóvenes se insertan en los sectores secundario y terciario, atraídos por los mayores y mejores niveles de renta y porque las perspectivas de expansión urbana hace muy problemática la conservación del suelo que han trabajado sus mayores.

#### 3.4. *Los barrios, núcleos de paso y núcleos dormitorio*

Como ya se ha indicado, existen barrios en los que el porcentaje de población autóctona es escaso. El hecho es indicio de un proceso en virtud del cual la población joven tiende a fijar su residencia en el núcleo de Zaragoza; gentes venidas de otros lugares ocupan su lugar hasta el momento en que las condiciones económicas les permitan adquirir una vivienda en el mismo núcleo de la ciudad. Los barrios se convierten, de esta forma y en muchos casos, en lugares de paso y pocas veces en asentamiento definitivo.

Por otra parte son también núcleos dormitorio; se regresa al barrio para descansar, pero el resto de las funciones, laborales, culturales o de esparcimiento, se realizan fuera de él.

La consecuencia es que en la mayor parte de los casos, son núcleos de escasa entidad social.

#### 3.5. *La Ciudad y sus barrios*

¿Qué han sido estos barrios para Zaragoza?. Hasta el momento de iniciarse el desarrollo de Zaragoza, sus barrios periféricos han llevado la vida lán-

guida de cualquier pequeño pueblo de la provincia, sin que la Ciudad se acordarse de que eran tan Zaragoza como el propio centro urbano.

¿Qué son hoy estos barrios para Zaragoza? Con el inicio del desarrollo y expansión de la Ciudad, los barrios se han transformado en el espacio que le queda a la Ciudad para extender sus edificaciones. Es en estos momentos cuando Zaragoza se ha acordado de sus barrios y cuando las inversiones en ellos realizadas tienden a crear condiciones de vida aceptables. Como ejemplo valga el hecho de que hasta hace dos o tres años, la casi totalidad de estos barrios no poseían los servicios de abastecimiento y saneamiento, y que la realización de estas obras se ha hecho pensando más en la creación de una infraestructura para la futura expansión de la Ciudad que en las necesidades de los habitantes de estos barrios

### III. EL AGUA COMO CONDICIONANTE DE LOS USOS DEL SUELO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ZARAGOZA

Analizados los recursos con que cuenta la Ciudad y las diversas utilidades que de su espacio hace la presencia humana, quedan por estudiar las relaciones que se establecen entre ambos aspectos.

#### I. EL AGUA COMO USO DEL SUELO

Antes de entrar en el tema propiamente dicho, parecen oportunas algunas consideraciones acerca del agua como uso del suelo. Zaragoza, ciudad en la confluencia de tres cursos fluviales, debe mucho de su ser y existir a los mismos.

Un río, para una ciudad, puede ser un obstáculo que divida dos zonas de su territorio, pero puede ser también y ha de serlo, un elemento urbanístico de primer orden si se acierta a integrarlo en la fisonomía de la ciudad.

La integración del Ebro en el paisaje urbano de Zaragoza se busca en la expansión de la Ciudad por la margen izquierda del río. Expansión difícil y problemática hasta que no se de a la zona, foco de ubicación industrial, el atractivo suficiente.

Integrar un curso fluvial en una ciudad es algo más que lograr que el curso pase por la ciudad. Se necesita, principalmente que dicho curso acoja a la población, le sirva de descanso en sus crecientes ratos de ocio, fomente la convivencia ciudadana.

El Ebro, en este aspecto, está totalmente descuidado y su primera función parece ser la de recoger los deshechos industriales y urbanos. Sus orillas, en parte llenas de los residuos de la construcción, no presentan ningún atractivo, ni siquiera a su paso por el centro del Municipio. Pocos, muy pocos árboles, se ven en sus aledaños y menos aún alguna arboleda capaz de dar cobijo al ocio ciudadano y detener la marcha masiva de los habitantes de la ciudad en días de descanso.

Todo lo que se invierta en proporcionar espacios libres es rentable al país y a la región. Cuando la ciudad no los ofrece, el ciudadano los busca sin reparar en gastos.

Posibilidades para transformar el espacio del lecho fluvial las hay, favorecidas en ocasiones por los meandros que el río forma. Crear paseos, arboledas, puentes peatonales... favorecería la expansión de la Ciudad en la margen izquierda del Ebro. De momento es urgente y serio el problema de la depuración de los vertidos, máxime teniendo en cuenta el estiaje que el río sufre en época estival y el hecho de que cuando llega a Zaragoza ya ha recibido los residuos de ciudades industriales importantes.

El río Huerva pasa por el centro de la Ciudad; cubierto en gran parte de su recorrido, su función en el interior de la Ciudad es la de recibir parte de los residuos de la misma y trasladarlos al Ebro. Es la prueba evidente del poco aprecio que los organismos dirigentes de la Ciudad tienen por él.

A pesar de su escaso caudal en estiaje, un río en una ciudad siempre es un espacio abierto que debe ser respetado. El problema que presenta el río Huerva a su paso por Zaragoza, con sus malos olores, la abundancia de basuras y roedores a que da lugar su descuido, sus aguas sucias, puede tener soluciones diversas. Ultimamente se ha hablado de desviar su curso como medio de evitar los inconvenientes que presenta un mal uso de sus aguas por parte de la Ciudad. Sin embargo, es indudable que el problema no está en el propio río, sino en el uso que el hombre hace de él. Si se desvían sus aguas para evitar los vertidos y las basuras, es claro que éstos se pueden evitar dejando que las aguas discurran por su cauce actual.

El tercer curso fluvial, el Gállego, cae más lejos del núcleo de la Ciudad, pero los barrios instalados en sus márgenes saben mucho de las riquezas y también sinsabores que les proporciona. Riqueza por lo que sus aguas representan para la actividad agrícola; valor también de recreo en el calor del verano en determinadas zonas que, sin estar acondicionadas para ello, presentan alguna posibilidad de disfrutar de ellas a falta de algo mejor. Sinsabores porque sus crecidas devastan con cierta frecuencia las tierras de sus márgenes.

También el Gállego sufre las consecuencias del crecimiento urbano e industrial. Sus aguas reciben los residuos de la industria papelera instalada en Montañana, al tiempo que de su cauce se extrae anualmente toneladas de grava para la construcción zaragozana. Todo ello contribuye al deterioro del curso fluvial y a la formación de numerosos focos de infección<sup>6</sup>.

## 2. LOS RECURSOS EN AGUA Y LA UTILIZACIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA

En este apartado se analizan las necesidades que la actividad agrícola

---

6 HIGUERAS ARNAL, A.; CALVO PALACIOS, J. L.: *La coordinación urbanística de los usos del agua*. I Conferencia general sobre Hidrología general y aplicada, ed. Smagua, Zaragoza, 1974, pág. 30.

presenta en el Municipio de Zaragoza y si los recursos disponibles están acordes con estas necesidades.

## 2.1. Cálculo de las necesidades de agua en la agricultura zaragozana

No toda el agua suministrada, bien sea en forma de lluvia bien por medio del riego, puede ser empleada por la vegetación. Parte de ella se evapora como consecuencia del poder evaporante de la atmósfera, relacionado a su vez con variables de tipo climático (insolación, vientos...); otra parte va a alimentar las capas freáticas o se pierde por percolación, entrando en juego las propiedades físicas del suelo como determinantes de la mayor o menor disponibilidad de agua por la planta; por último otro factor importante a la hora de evaluar las necesidades en agua de la vegetación, es el tipo de planta de que se trate, pues los diversos cultivos se comportan de forma diferente en cuanto a necesidades y en cuanto al tiempo en que requieren la alimentación hídrica.

### 2.1.1. Necesidades de agua en función de la evapotranspiración potencial de las plantas

Del conjunto de variables enumeradas, que intervienen en el cálculo de las necesidades hídricas de la vegetación, la evapotranspiración potencial es una de las más significativas y su cálculo ha centrado la atención de numerosas investigaciones.

Una de las fórmulas más aceptadas para realizar dicho cálculo ha sido la de C. W. Thornthwaite. Su aplicación a Zaragoza viene expresada en la Tabla II.

TABLA II. — Evapotranspiración Potencial. Estación: Zaragoza (Lat. 41° 41' 23" N.)  
(Método de Thornthwaite)

|                    | S    | O    | N    | D    | En   | Fb   | Mz   | Ab   | My   | Jn   | Jl   | Ag   | Total |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Precipitación      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Media (mm)         | 33,7 | 39,2 | 28,1 | 29,3 | 19,3 | 19,9 | 28,1 | 31,6 | 44,1 | 34,7 | 15,0 | 18,9 | 341,9 |
| Temperatura        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Media (°C)         | 20,6 | 15,1 | 9,9  | 6,7  | 4,9  | 7,2  | 10,8 | 13,4 | 17,1 | 21,1 | 24,0 | 23,7 | 14,5  |
| Índice de calor    | 8,5  | 5,3  | 2,8  | 1,5  | 0,9  | 1,7  | 3,2  | 4,4  | 6,4  | 8,8  | 10,7 | 10,5 | 65,9  |
| Evapotranspiración |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| potencial (mm)     | 93,6 | 54,2 | 24,9 | 13,2 | 8,5  | 5,3  | 34,8 | 54,1 | 86,0 | 120  | 145  | 131  | 780,6 |
| Evapotranspiración |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| real               | 33,7 | 39,2 | 24,9 | 13,2 | 8,5  | 15,3 | 34,8 | 54,1 | 49,6 | 34,7 | 15,0 | 18,9 | 341,9 |
| Reserva agua       | 0    | 0    | 3,2  | 19,3 | 30,1 | 34,7 | 28,0 | 5,5  | 0    | 0    | 0    | 0    | —     |
| Déficit agua       | 59,9 | 15,0 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 36,4 | 85,3 | 130  | 112  | 438,7 |
| Exceso agua        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | —     |
| Desagüe            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | —     |

Datos: S. M. N. (1935-65)

Elaboración propia

En función de dichos cálculos, durante gran parte del año, desde Marzo hasta Octubre, la cantidad de precipitaciones es inferior al poder potencial de evaporación. No obstante, de Marzo a Mayo el déficit de agua viene compensado por el agua acumulada en el suelo durante los meses de Noviembre y conjunto del invierno. En total, a lo largo del año, son 438,7 l/m<sup>2</sup> el déficit de agua existente.

Otros métodos para el cálculo de la evapotranspiración son los de los autores Turc y Penman<sup>7</sup>. El déficit de agua obtenido por la aplicación de las diferentes fórmulas es (expresado en cm.):

|                  | <i>Thornthwaite</i> | <i>Turc</i> | <i>Penman</i> |
|------------------|---------------------|-------------|---------------|
| Octubre .....    | 1,5                 | 3,0         | 1,9           |
| Noviembre .....  | 0                   | 0,9         | 0             |
| Diciembre .....  | 0                   | 0           | 0             |
| Enero .....      | 0                   | 0,4         | 0,1           |
| Febrero .....    | 0                   | 1,9         | 1,5           |
| Marzo .....      | 0                   | 3,8         | 4,5           |
| Abril .....      | 0                   | 6,1         | 6,7           |
| Mayo .....       | 3,6                 | 7,6         | 9,9           |
| Junio .....      | 8,5                 | 11,5        | 13,8          |
| Julio .....      | 13,0                | 14,6        | 17,6          |
| Agosto .....     | 11,2                | 13,4        | 14,7          |
| Septiembre ..... | 5,9                 | 7,0         | 6,5           |
| Total .....      | 43,8                | 70,2        | 77,6          |

Fuente: Ministerio de Agricultura, o. c.  
Elaboración propia

Las variaciones en cuanto al déficit oscilan entre 43,8 cm. y 77,6 cm. Como hipótesis de trabajo vamos a tomar la cifra más alta, de forma que el agua que se utilice para la agricultura en el término Municipal de Zaragoza, ha de ser suficiente para cubrir un déficit originado por la evapotranspiración cifrado en 776 l/m<sup>2</sup>/año. Supone ese volumen que, para cubrir las deficiencias de un medio climático adverso, cada Ha. de cultivo ha de recibir un aporte de riego de 7.760 m<sup>3</sup>.

### 2.1.2. Pérdidas originadas por infiltración

Las variaciones que en estas pérdidas se producen, dependen de la naturaleza de los suelos y del tipo de riego adoptado.

En Zaragoza, el riego se realiza por medio de acequias sin revestir. Las pérdidas para este tipo de riego son, según la Confederación Hidrográfica del Ebro, entre el 10 % y el 20 % del volumen de agua transportado. Por otra parte, la naturaleza de los suelos dominantes en los regadíos zaragozanos,

<sup>7</sup> CASTILLO, Fco.-GIMÉNEZ, R.: *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España*. Ed. Dirección general Ministerio de Agricultura. Madrid, 1965.

es de predominio de suelos arenosos y limosos, en porcentajes que varían para las diferentes zonas del Municipio<sup>8</sup>.

Las pérdidas originadas por transporte del agua de riego, escorrentía superficial y por infiltración son <sup>9</sup>:

|  | <i>Tipo de suelo</i> |                    |                       |
|--|----------------------|--------------------|-----------------------|
|  | <i>Arenoso</i><br>%  | <i>Limoso</i><br>% | <i>Arcilloso</i><br>% |
| Pérdidas por transporte ... ..             | 15                   | 10                 | 5                     |
| Pérdidas por escorrentía superficial ...   | 5                    | 10                 | 25                    |
| Pérdidas por percolación ... ..            | 35                   | 15                 | 10                    |
| Eficiencia del riego a pie de finca ... .. | 60                   | 75                 | 65                    |
| Eficiencia del riego a pie de campo ...    | 45                   | 65                 | 60                    |

En este estudio se considera que la eficiencia del riego en el campo es del 55 %, porcentaje medio correspondiente a suelos arenoso y limosos.

### 2.1.3. Balance de necesidades

Para un porcentaje de eficiencia máximo los 7.760 m<sup>3</sup>/Ha./año que se habían calculado para suplir las deficiencias climáticas, se convierten en unos 12.000 m<sup>3</sup>/Ha/año aproximadamente. Las variaciones en función de las irregularidades pluviométricas pueden oscilar en 2.000 m<sup>3</sup>/Ha/año por defecto o por exceso.

### 2.2. Cálculos teóricos y algunas comprobaciones prácticas

Antes de pasar a reseñar la situación en la que se encuentran los regadíos zaragozanos con arreglo a los porcentajes de agua calculados, puede ser interesante dejar constancia, por una parte de la cantidad de agua que en la práctica se ha visto es necesaria por Ha para diversos cultivos y producción de diversos alimentos; y por otra parte, de la cantidad de agua empleada por Ha en uno de los Sindicatos de Riegos de la ciudad.

— En base a cálculos experimentales realizados en Barbastro, las cantidades de agua para diversos cultivos son:

|                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| Cereales de invierno ... ..        | 4.300 m <sup>3</sup> /Ha |
| Maíz ... ..                        | 7.500 "                  |
| Alfalfa ... ..                     | 11.300 "                 |
| Patata temprana ... ..             | 4.950 "                  |
| Patata tardía ... ..               | 6.050 "                  |
| Remolacha ... ..                   | 9.700 "                  |
| Frutales ... ..                    | 4.950 "                  |
| Olivos y vides ... ..              | 3.000 "                  |
| Hortalizas cultivo continuo ... .. | 16.050 "                 |

<sup>8</sup> MINISTERIO DE AGRICULTURA: *Mapa Agronómico Nacional*. (Esc. 1:50.000), hojas núms. 354-355-383-384. Meoria, m.t II. Madrid, 1950, pág. 64 ss.

<sup>9</sup> CASTILLO, Fco. - GIMÉNEZ, R.: o. c., pág. 26.

Si se calcula lo que a estos volúmenes se ha de añadir a causa de las pérdidas por transporte y si se considera que el clima de Barbastro es más húmedo que el de Zaragoza, las cantidades de agua utilizada se aproximan a las que teóricamente se han calculado.

Para la producción de un Kg de alimentos se necesitan las siguientes cantidades calculadas en estudios experimentales:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Cereales ... ..   | 1.333 l/Kg        |
| Maíz ... ..       | 1.275 "           |
| Alfalfa ... ..    | 1.168 "           |
| Veza ... ..       | 1.085 "           |
| Patata ... ..     | 469 "             |
| Remolacha ... ..  | 394 "             |
| Frutales ... ..   | 518 "             |
| Hortalizas ... .. | 547 <sup>10</sup> |

Consultando los rendimientos obtenidos en Zaragoza para el maíz y haciendo los cálculos pertinentes, sin olvidar el gasto de pérdidas, se obtienen volúmenes de agua semejantes a los previstos teóricamente.

— Una última comprobación práctica puede garantizar la bondad de los cálculos teóricos.

El Sindicato de Riegos de Miraflores, a través de la continua lectura de escalas, ha podido determinar la cantidad de agua utilizada a lo largo de diversos años.

En 1969 el número de Has. a las que se proporcionó riego en dicho Sindicato fue de 1314, repartidas entre las siguientes superficies de cultivos<sup>11</sup>:

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Trigo ... ..      | 485 Has. |
| Cebada ... ..     | 63 "     |
| Avena ... ..      | 19 "     |
| Maíz ... ..       | 592 "    |
| Alfalfa ... ..    | 92 "     |
| Viñedo ... ..     | 7 "      |
| Frutales ... ..   | 45 "     |
| Remolacha ... ..  | 6 "      |
| Hortalizas ... .. | 5 "      |

Para el conjunto de los cultivos, la cantidad de agua suministrada por el Sindicato en dicho año fue de 16.206. 876 m<sup>3</sup> que suponen un volumen por Ha de 12.334 m<sup>3</sup>. Para 1968, el volumen suministrado fue más elevado: 14.027 m<sup>3</sup>/Ha. Como se puede apreciar las cantidades son equivalentes a las calculadas una vez contabilizado los diversos factores que intervienen en demanda de agua para la actividad agrícola.

<sup>10</sup> GARCÍA DELGADO, J.: *El agua como recurso limitado*. Conferencia fotocopiada. Zaragoza, 1975, pág. 12.

<sup>11</sup> GARCÍA DELGADO, J.: o. c., pág. 17 ss.

### 2.3. Recursos disponibles

Los recursos disponibles están en función del caudal de concesión que tiene cada uno de los Sindicatos o Comunidades de Regantes. No obstante, es necesario que este caudal de concesión satisfaga las necesidades de los cultivos cuando éstos lo necesitan, lo que equivale a decir que el caudal de concesión debe ser suficiente para los momentos en que desarrolla el ciclo vegetativo de la cosecha.

Puesto que el maíz es el cultivo fundamental en estos momentos, se impone examinar si los caudales utilizables responden a las características de este cultivo.

El maíz se suele sembrar a fines de Marzo y transcurren de seis a siete meses hasta su recolección, lo que supone aproximadamente unos 200 días de ciclo vegetativo.

Para los Sindicatos de Riegos dependientes del Canal Imperial de Aragón, el número de horas de riego es de 12. Para el resto de los Sindicatos no existen limitación en las horas de riego y los cálculos se han realizado sobre la base de 18 horas de riego. Con arreglo a estos supuestos, los cálculos teóricos para cada Sindicato serían los siguientes:

|                     | Has   | Caudal Concesión<br>l/sg/Ha | m <sup>3</sup> /Ha disponibles (200 día) |
|---------------------|-------|-----------------------------|--|
| Almozara .....      | 1.700 | 0,50                        | 4.320                                    |
| Garrapinillos ..... | 3.919 | 1,70                        | 14.688                                   |
| Miralbuena .....    | 2.170 | 2,45                        | 21.168                                   |
| Miraflores .....    | 2.211 | 1,81                        | 15.638                                   |
| Urdán .....         | 6.500 | 1,00                        | 12.960                                   |
| Rabal .....         | 3.500 | 1,17                        | 15.163                                   |
| Camarera :          |       |                             |  |
| — Villamayor .....  | 1.593 | 0,97                        | 12.571                                   |
| — Peñaflores .....  | 833   | 0,97                        | 12.571                                   |
| — Mambblas .....    | 1.198 | 0,97                        | 12.571                                   |
| Almotilla .....     | 405   | 1,00                        | 12.960                                   |

Elaboración propia

A la vista de estos datos se puede afirmar que únicamente el término de la Almozara presenta un caudal de concesión claramente deficiente con arreglo a las necesidades calculadas en páginas anteriores. No obstante, para dicho término, habría que contabilizar el agua que del Jalón le llega en primavera, cuya concesión es de 640 l/sg, aunque tal concesión presenta numerosas deficiencias.

El caudal es abundante, incluso superior al que teóricamente se necesita en los regadíos dependientes del Canal Imperial y del Sindicato de Riegos del Pantano de La Peña. Camarera y Almotilla tienen un caudal bastante ajustado a las necesidades, de modo que algunos años secos, puede ser insuficiente.

Ahora bien, es preciso que el caudal de concesión llegue a ser una realidad y esto está en dependencia de los diferentes cursos fluviales de donde derivan aguas de riego.

En este sentido hay que distinguir las aguas procedentes del Canal Imperial y las procedentes del río Gállego. En las primeras las concesiones prácticas responden a la realidad y el caudal está asegurado, en los diferentes momentos del año y a lo largo de los años, por la regularidad misma del Canal.

Cosa distinta ocurre en los regadíos que dependen del Gállego. En este caso, las fluctuaciones y los estiajes, siempre profundos, de este curso fluvial, pueden comprometer en determinados años el suministro de agua.

Dentro de los regadíos del Gállego, los términos de Urdán y Rabal, tienen sus riegos prácticamente asegurados, puesto que la construcción del Pantano de La Peña, constituye una reserva importante a utilizar en momentos de estiaje.

En el período 1950-60, del que se disponen datos de aforos del Pantano, solamente al final de dos veranos (Agosto y Septiembre de 1953 y 1954) las reservas disminuyeron por debajo de los 3 Hm<sup>3</sup>, aunque la entrada de agua en esos meses compensó las necesidades. Las salidas en cada uno de los meses de verano nunca fueron inferiores a los 16 Hm<sup>3</sup>.

La misma dirección del Pantano de La Peña ha manifestado que el riego en el término del Rabal no tiene problemas, ni en las diversas épocas del año ni en los diversos años, mientras que en el término de Urdán son muy raros los años en que existe escasez.

Los regadíos más problemáticos en cuanto a un suministro de agua que se ajuste a la concesión, son los de la acequia Camarera. Desde Ardisa hasta la desembocadura del Gállego, los riegos derivan del río un total de 16,615m<sup>3</sup>/sg. y según se ha podido apreciar en páginas anteriores, en el mes de Junio el río Gállego un 10 % de las veces no sobrepasa los 21 m<sup>3</sup>/sg., en Julio el 25 % de los casos su caudal es menor a los 16 m<sup>3</sup>/sg. y en Agosto a los 14 m<sup>3</sup>/sg. (Años 1936-65).

La disminución del caudal del Gállego, revierte en el suministro de agua a la actividad agrícola de los barrios de Peñafior y Villamayor, de forma que los adores —riegos por riguroso turno— se prolongan, disminuyendo la cantidad de agua suministrada a la tierra en momentos en que ésta la necesita.

Los regantes, por su parte, sobre todo los de Villamayor y Mamblas, no se fijan tanto en esta disminución de caudal, cuanto en el empleo del agua existente por parte de los regantes de las zonas localizadas aguas arriba. Se tiene la convicción de que se derrocha agua y que una administración más adecuada de los recursos existentes podría paliar las deficiencias que en algunos años puedan existir.

El regadío que más adolece de la falta de agua es el dependiente del curso del Huerva por las características de bajo caudal que presenta el río.

## 2.4. Conclusiones

Queda patente la existencia de unos regadíos suficientemente dotados. El agua, en el Municipio zaragozano no condiciona la utilización del suelo agrícola salvo en determinadas zonas y en años secos.

No lo condiciona en el sentido de obstaculizar, antes al contrario, la existencia de unos caudales de agua suficientes en la mayoría de los casos, condiciona en el sentido de apoyar la actual utilización.

A la existencia de agua suficiente para seguir manteniendo los cultivos de regadío, hay que añadir una mano de obra avezada en los cultivos de regadío y un suelo competente para dar altas producciones.

No son las grandes obras hidráulicas lo único a valorar en la ampliación de las superficies regables; la formación de una mano de obra competente y la preparación de la tierra no se improvisan y cuesta más de una generación el hacerlo.

Conviene resaltar, sin embargo, el alto consumo de agua que reclama la actividad agrícola en el Municipio, debido por una parte a las condiciones climáticas imperantes y por otra al sistema de riego utilizado. A este respecto es muy poco lo que se ha avanzado y son muy escasas las investigaciones realizadas tendentes a una racionalización en el consumo del agua demandada por la agricultura. En una zona árida como la analizada sería muy conveniente iniciar estudios propios en orden a conseguir una reducción en el consumo de este recurso escaso.

## 3. AGUA Y UTILIZACIÓN DEL SUELO URBANO EN EL MUNICIPIO DE ZARAGOZA

El tema ya ha sido tratado ampliamente y con acierto en otro número de esta misma Revista<sup>12</sup>. Es por ello que aquí nos limitaremos a señalar con datos nuevos algunos aspectos relativos a las circunstancias que influyen en el alto consumo de agua por parte de la Ciudad y a un pequeño análisis sobre la incidencia que los factores socioeconómicos tienen en el consumo de agua.

### 3.1. Agua que gasta la Ciudad

La demanda real de agua por parte de la Ciudad, es la suministrada por el Canal Imperial de Aragón a la Estación Depuradora de Casablanca de forma que hay que partir de ella para calibrar el gasto de la Ciudad.

Si se quiere saber cómo se desglosa esta demanda en función de los diferentes usos e intentar mostrar qué circunstancias influyen en la misma, se hace preciso descender a escalas menores<sup>13</sup>

<sup>12</sup> GARCÍA RUIZ, J. M.<sup>a</sup>: o. c., pág. 18 ss.

<sup>13</sup> El desglose es hoy posible merced a la contabilización que desde 1974, realiza el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza a través del Servicio de Abastecimiento y Saneamiento, en función del consumo deducido de los recibos de agua suministrada por contador.

### 3.1.1. Caudal suministrado y datos aforados

El primer hecho que resalta en el análisis de los datos es la fuerte diferencia existente entre el caudal de agua suministrado por la Estación Depuradora de Casablanca y el caudal cuantificado en la lectura de los contadores.

|                  | <i>H<sub>2</sub>O suministrada<br/>por el Canal (m<sup>3</sup>)</i> | <i>H<sub>2</sub>O aforado<br/>por contador (m<sup>3</sup>)</i> | <i>%</i> |
|------------------|---|--|----------|
| 1974 :           |   |  |          |
| Enero .....      | 7.354.256   | 3.481.281,5  | 47,3     |
| Febrero .....    | 6.579.360   | 3.371.921,5  | 51,2     |
| Marzo .....      | 7.270.224   | 3.343.624,5  | 46       |
| Abril .....      | 7.044.640   | 3.388.539  | 48,1     |
| Mayo .....       | 7.525.008   | 3.465.357,5  | 46       |
| Junio .....      | 7.643.040   | 3.534.338  | 46,2     |
| Julio .....      | 8.117.424   | 3.485.667,5  | 43       |
| Agosto .....     | 7.968.144   | 3.555.255  | 44,6     |
| Septiembre ..... | 7.889.264   | 3.625.240,5  | 45,9     |
| Octubre .....    | 8.074.176   | 3.565.999,5  | 44,1     |
| Noviembre .....  | 7.527.576   | 3.490.019  | 46,3     |
| Diciembre .....  | 7.557.744   | 3.560.274,5  | 47,1     |
| 1975 :           |   |  |          |
| Enero .....      | 7.450.008   | 3.583.843,5  | 48,1     |
| Febrero .....    | 6.852.624   | 3.485.477  | 50,8     |
| Marzo .....      | 7.262.856   | 3.512.131,5  | 48,3     |
| Abril .....      | 7.537.464   | 3.583.003  | 47,5     |
| Mayo .....       | 7.668.624   | 3.676.314  | 48       |
| Junio .....      | 7.766.640   | 3.780.728,5  | 48,6     |

Fuente: Estación depuradora Casablanca.  
Excmo. Ayuntamiento Zaragoza.  
Elaboración propia

El agua contabilizada a través de los recibos de cobro pocas veces rebasa el 50 % del volumen de agua suministrado por el Canal en los diversos meses de que se tienen noticia. ¿Dónde queda el agua no contabilizada en los recibos?.

### 3.1.2. Incidencias en la lectura de contadores

Una parte del volumen no contabilizado se debe a las incidencias surgidas en la lectura de los contadores. Sabido es que la medición del agua consumida se realiza anotando casa por casa el gasto realizado. Esto supone la existencia de numerosas ausencias en el momento en que se pasa a realizar la me-

El período que abarcan los datos disponibles es el referente al año 1974 y parte de 1975, pues en el momento de solicitarse los datos no estaban computados la totalidad de 1975. Creemos que con ellos es suficiente para sacar las conclusiones que indicamos. En estos datos se indica el agua consumida por diferentes conceptos —consumo doméstico, comercial, industrial, riego, obras, refrigeración—, así como el número de incidencias habidas en la lectura de contadores.

dición se van obviando en la medida en que los contadores se sitúan en la portería de las diversas casas.

Otras incidencias apuntadas por el Servicio de Abastecimiento son: Dirección no localizada; dirección deshabitada; acceso contador imposible; esfera empapada; esfera sucia; cristal roto; manillas rotas; contador detenido; contador instalado al revés; contador que cuenta al revés; contador que no funciona correctamente; fuga de contador; ausencia de contador; fuerte consumo justificado; débil consumo justificado.

De todas ellas, la de mayor significación es la existencia de abonados ausentes; prácticamente esta incidencia se da en un porcentaje siempre superior al 87 % del total de incidencias.

Puesto que el conjunto de incidencias correspondientes a los diversos meses están reseñadas en los datos, se puede hacer un cálculo aproximado de lo que pueden suponer el consumo de las mismas.

Para ello hay que calcular previamente lo que por término medio gasta un contador en los diversos meses. Este cálculo da los siguientes resultados:

|                  | <u>m<sup>3</sup>/contador</u> |                 | <u>m<sup>3</sup>/contador</u> |
|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Enero .....      | 26,5                          | Noviembre ..... | 25,2                          |
| Febrero .....    | —                             | Diciembre ..... | 25,6                          |
| Marzo .....      | 25,1                          |                 |                               |
| Abril .....      | 25,3                          | 1975 :          |                               |
| Mayo .....       | —                             | Enero .....     | 25,6                          |
| Junio .....      | —                             | Febrero .....   | 24,8                          |
| Julio .....      | 25,6                          | Marzo .....     | 24,8                          |
| Agosto .....     | 26                            | Abril .....     | —                             |
| Septiembre ..... | 26,4                          | Mayo .....      | 25,6                          |
| Octubre .....    | 25,9                          | Junio .....     | 26,2                          |

Datos: Excmo Ayuntamiento  
Elaboración propia

El gasto por contador viene a situarse en torno a 25 m<sup>3</sup> mensuales.

Como ya se ha indicado, del conjunto de incidencias la de mayor volumen es la ausencia del abonado en el momento de realizar la lectura<sup>14</sup>.

Tomar para el conjunto de incidencias un volumen medio de 18 m<sup>3</sup> mensuales puede ajustarse bastante bien a la realidad y en todo caso la cifra puede ser errónea más por defecto que por exceso.

Con arreglo a ese gasto (18 m<sup>3</sup>) el porcentaje de agua absorbida por los cantadores con incidencia sería:

<sup>14</sup> Ausencias que en gran parte responden a la existencia de numerosas casas vacías en el casco de Zaragoza, cuyos propietarios viven en pueblos de la Provincia, viniendo a la Ciudad pocos días al mes o a la espera de poder alquilar su vivienda.

|                   | A      | B  | A × B = C | D         |     |
|-------------------|--------|----|-----------|-----------|-----|
| Enero ... ..      | 17.758 | 18 | 319.644   | 7.354.256 | 4,3 |
| Febrero ... ..    | —      | —  | —         | —         | —   |
| Marzo ... ..      | 17.570 | 18 | 316.260   | 7.270.224 | 4,3 |
| Abril ... ..      | 16.433 | 18 | 295.794   | 7.044.640 | 4,1 |
| Mayo ... ..       | —      | —  | —         | —         | —   |
| Junio ... ..      | —      | —  | —         | —         | —   |
| Julio ... ..      | 21.953 | 18 | 395.154   | 8.117.424 | 4,8 |
| Agosto ... ..     | 21.894 | 18 | 394.092   | 7.968.144 | 4,9 |
| Septiembre ... .. | 21.083 | 18 | 379.494   | 7.899.264 | 4,8 |
| Octubre ... ..    | 18.273 | 18 | 328.914   | 8.074.176 | 4,0 |
| Noviembre ... ..  | 17.558 | 18 | 316.044   | 7.527.576 | 4,1 |
| Diciembre ... ..  | 17.424 | 18 | 313.632   | 7.557.744 | 4,1 |
| Enero ... ..      | 17.334 | 18 | 312.012   | 7.450.008 | 4,1 |
| Febrero ... ..    | 16.761 | 18 | 301.698   | 6.852.624 | 4,4 |
| Marzo ... ..      | 16.628 | 18 | 299.304   | 7.262.856 | 4,1 |
| Abril ... ..      | —      | —  | —         | —         | —   |
| Mayo ... ..       | 18.816 | 18 | 338.688   | 7.688.624 | 4,4 |
| Junio ... ..      | 17.650 | 18 | 317.700   | 7.766.640 | 4,0 |

A = número de incidencias.

B = Consumo medio por contador con incidencias (m<sup>3</sup>).

C = Producto A × B.

D = Volumen de agua suministrado por el canal.

E = Porcentaje del volumen consumido por el total de incidencias respecto al volumen suministrado por el Canal Imperial (en %).

### 3.1.3. Consumo de agua a tanto alzado

Parte del agua no contabilizada es consumida por los abonados que no disponen de contador sino de contrato a tanto alzado.

El consumo de agua a tanto alzado, según comprobaciones empíricas realizadas en otros países, podía suponer hasta un 70 % de mayor consumo, que el realizado por contador; el porcentaje no es para despreciarlo e indudablemente puede tener una importancia capital a la hora de evaluar el consumo de una ciudad.

Las únicas cifras que se han podido encontrar para Zaragoza sobre el número de abonados a tanto alzado son de 1972<sup>15</sup>; en dicho año existían en Zaragoza 155.699 abonados de los cuales 33.127 lo eran a tanto alzado y el resto por contador; esto suponía que el 21 % de los abonados lo era a tanto alzado. En la actualidad ese 21 % ha disminuido y quedado probablemente en torno al 18 %.

Suponiendo que el consumo realizado por los abonados a tanto alzado se duplicase respecto del consumo por contador, significaría que un 22 % del agua del Canal Imperial es absorbido por el consumo de estos abonados.

<sup>15</sup> CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN: *Informe económico sobre la Provincia de Zaragoza*. Zaragoza, 1972, pág. 248.

#### 3.1.4. Consumo incontrolado

El cuidado de la ciudad, de sus calles, parques y jardines, supone un consumo de agua. Consumo contabilizado en parte, pero no en su totalidad. Lo mismo puede decirse respecto al volumen de agua utilizado en el alcantarillado de la ciudad.

Otra parte del consumo no contabilizado puede resultar de las tomas incontroladas de la red por parte de particulares y también el agua utilizada en la construcción.

El sector de la construcción requiere gran demanda de agua y Zaragoza es una ciudad en plena expansión. De ahí que sea de suponer, que el número de obras sea superior al que dan los 9 contadores reseñados en los datos sobre consumo partiendo de los recibos de cobro.

En base a cálculos teóricos, de los que posteriormente se dará cuenta, el consumo anual por parte del sector de la construcción se ha cifrado en unos 3.424.503 m<sup>3</sup> que viene a suponer cerca del 4 % del volumen suministrado por el Canal.

Puede suponerse que el consumo incontrolado representa el 6 % del total demandado al Canal.

#### 3.1.5. Consumo por fugas

En base a los cálculos anteriores, se deduce que el consumo por fugas en la red de distribución puede estimarse en un 20 % o un 30 %, según que los porcentajes anteriormente dados, se ajusten más o menos a la realidad de los hechos, siempre difíciles de cuantificar.

La antigüedad de la red en muchos puntos de su trazado justifica estas fugas, a veces incontroladas, pero que a lo largo del año suponen pérdidas económicas y en volumen de agua importantes.

### 3.2. Consumo de agua para usos domésticos

Analizando el modo cómo se distribuye el volumen concedido por el Canal, queda por examinar el volumen de agua consumido por diferentes usos.

Zaragoza ha consumido en usos domésticos a lo largo de los 18 meses que van desde enero de 1974 a junio de 1975 un volumen global de 43.988.183 m<sup>3</sup> que traducido a litros por día alcanza un valor de 81.459.600 litros.

Si se considera en un 10 % el agua que no se ha contabilizado por diversas incidencias, la suma total de lo consumido por día para usos domésticos es de 89.605.560 litros.

Este volumen de agua consumido diariamente pertenece a los abonados que poseen contador lo que supone para cada abonado un consumo de 731 litro/abonado (en total los abonados por contador en 1972 ascendían a 122.572).

Calculando para los abonados a tanto alzado un consumo semejante, éste ascendería a 24.217.296 de litros para el total de abonados a tanto alzado (33.127 en 1972). Si se supone un consumo doble ascendería a 48.434.592.

La suma total de ambos volúmenes consumidos sería de 113.822.856 l/día en el supuesto de un consumo igual para ambos tipos de abonados y a 138.040.152 en caso de consumo doble para los abonados a tanto alzado.

Para una población estimada de 540.000 habitantes, el consumo por habitante y día en el primer supuesto es de 210 litros y en el segundo caso de 255 litros.

Tanto en un caso como en otro, el consumo es importante, bastante superior a la media española y superior igualmente a la media de gran parte de países europeos. Los consumos medios para diferentes países en 1972 eran:

|                 |             |                     |              |
|-----------------|-------------|---------------------|--------------|
| Bélgica ... ..  | 77 l/hh/día | Luxemburgo ... ..   | 160 l/hh/día |
| Francia ... ..  | 98 "        | Gran Bretaña ... .. | 196 "        |
| R. D. A. ... .. | 121 "       | Suecia ... ..       | 209 "        |
| Holanda ... ..  | 126 "       | Italia ... ..       | 225 "        |
| Austria ... ..  | 131 "       | Suiza ... ..        | 284 "        |
| España ... ..   | 135 "       |                     |              |

Puede apreciarse que el consumo de agua para usos domésticos es bastante elevado, y alcanza las cotas de países de gran consumo en agua.

### 3.3. *Variación del consumo doméstico en función de diferencias socio-económicas*

Normal es la variación del consumo en función de diferencias socio-económicas.

Para comprobar este hecho se han tomado sectores de la ciudad que respondiesen a estas características:

- Poseer datos referentes a su población de 1970.
- Sectores que en 1970 estuviesen suficientemente completos para que el crecimiento de población hasta 1974 no variase excesivamente.
- Sectores que presentasen diferencias socio-económicas.

Los resultados obtenidos son los que aquí se exponen:

— Sector 034 correspondiente a la calle León XIII, y sector 161 que comprende las calles: Paseo Marina Moreno, Arquitecto Yarza, Plaza de Aragón y Agustina Simón:

|   |              |
|---|--------------|
| Consumo en m <sup>3</sup> (20 meses) ... .. | 636.317      |
| Consumo diario en litros ... ..             | 1.060.528    |
| Población total (1970) ... ..               | 3.116 hh     |
| Consumo habitante y día ... ..              | 340,6 litros |

Este sector puede considerarse a grandes rasgos, de clase social alta con un consumo doméstico de agua elevado.

— Sector 366, calles Alférez Provisional y Mariano Barbasán y sector 368 con las calles Santa Teresa de Jesús, Quinto, Agustín y Rivas, J. José:

|   |              |
|---|--------------|
| Consumo en m <sup>3</sup> (20 meses) ... .. | 299.656      |
| Consumo diario en litros ... ..             | 499.426      |
| Población total (1970) ... ..               | 2.564        |
| Consumo habitante y día ... ..              | 194,7 litros |

Sector de clase media acomodada con un consumo cercano al consumo medio de la ciudad.

— Sector 296, al que pertenecen las calles del Barrio de las Fuentes: Rey, Florián, Benlliure, y Monasterio San Victorián; y sector 297, también del barrio de Las Fuentes, con las siguientes vías: Nicanor Villa, Nuestra Señora del Portal, Eugenia Bueso y Monasterio de Silos:

|   |            |
|---|------------|
| Consumo en m <sup>3</sup> (20 meses) ... .. | 394.356    |
| Consumo diario en litros ... ..             | 627.260    |
| Población total (1970) ... ..               | 5.612 hh.  |
| Consumo habitante y día ... ..              | 117 litros |

#### 3.4. *La futura demanda de agua para usos no industriales*

Partiendo de la tasa de crecimiento que ha tenido Zaragoza en los 20 últimos años, pues es evidente que la tasa de crecimiento de los años 60 ha sido excepcional aunque pueda repetirse, se puede suponer que, con el paso del siglo, Zaragoza superará el millón de habitantes.

Sí, por otra parte, se hace evidente un aumento en el nivel de vida, al tiempo que una mejora en los servicios de la ciudad, que repercutirá en un mayor consumo de agua, cuando Zaragoza alcance el millón de habitantes las necesidades de agua a cubrir para usos no industriales puede alcanzar unos valores en torno a los 275 l/hh/día ó 325 l/hh/día.

Ello supondrá una demanda para estos usos, superior a lo que actualmente proporciona el Canal Imperial para todos los usos, incluidos los incontrolados y las fugas de la red. Más de 115 millones de m<sup>3</sup> anuales serán necesarios para cubrir la demanda de agua para el conjunto de usos, excluidos los industriales.

Esos 115 millones de m<sup>3</sup> anuales se traducen en la necesidad de suministrar un caudal de 4 m<sup>3</sup>/sg para consumo propiamente urbano y teniendo en cuenta que en horas punta el consumo viene a ser un 50 % superior al consumo medio diario, para satisfacer dicho consumo se ha de disponer de un caudal de 8 m<sup>3</sup>/sg aproximadamente.

Si además, se ha de procurar un suministro complementario para casos de emergencia (corte inesperado del Canal) las provisiones de suministro han de ser superiores.

A corto plazo, es de suponer por tanto un incremento importante del consumo. Los barrios periféricos, hasta el momento, se han abastecido por medio del agua procedente de las acequias de riego que, almacenada en aljibes, era utilizada para usos domésticos fundamentalmente.

En la actualidad, la necesidad de crear una infraestructura adecuada al desarrollo urbano e industrial de Zaragoza, ha acercado la red de abaste-

cimiento a estos núcleos de población, de modo que en la mayor parte de estos barrios, la llegada de la red es un hecho y solamente falta la llegada del agua.

Cuando esto ocurra, el incremento del consumo será importante, puesto que la llegada del agua a estos barrios, no sólo supone el abastecimiento de las respectivas poblaciones, sino también de la industria que se encuentra en su entorno. Con esto puede ocurrir algo similar a lo que ocurrió cuando se suministró agua a los polígonos de Cogullada y Malpica, esto es, un aumento espectacular del consumo de agua.

### 3.5. Conclusiones

Tanto si se parte de los caudales suministrados a la ciudad por el Canal Imperial como si únicamente se considera el consumo contabilizado, Zaragoza es sin duda alguna una ciudad de alto consumo de agua.

Este alto consumo proviene de consumos incontrolados y de fugas de la red. Pero proviene igualmente de utilizaciones de agua para usos domésticos demasiado elevadas.

Las previsiones futuras sobre suministro de agua, han de contar con un consumo elevado, a menos que se inicie una campaña de concienciación o se tomen medidas para que los zaragozanos empleen el agua con mayor cuidado.

## 4. CONSUMO DE AGUA PARA USOS INDUSTRIALES

La actividad industrial es una gran consumidora de agua, hasta el punto de que no son pocos los autores que evalúan las necesidades de agua de una ciudad en función de la actividad industrial que en ella se desarrolla.

### 4.1. Fuentes de suministro de agua a la industria zaragozana

Resulta problemático evaluar el consumo de agua de la industria zaragozana porque las fuentes de suministro son diversas y difícilmente cuantificables.

La industria de Zaragoza se abastece :

- por una parte del agua suministrada por la Estación Depuradora de Casablanca a través de la red general de la ciudad.
- por otra, de las acequias que riegan las tierras del término.
- de las aguas subterráneas, por medio de pozos perforados en las terrazas de los ríos.

En definitiva, la industria utiliza para su proceso productivo de los tres tipos de recursos hídricos existentes en la ciudad.

#### 4.1.1. Consumo de la red general de la ciudad

Existen en nuestra ciudad, alrededor de 1.800 contadores para usos industriales. La cifra, de por sí, ya indica que el volumen de empresas que utilizan agua suministrada por la red general de abastecimiento de la ciudad, es escasa.

El agua consumida por la industria, contabilizada por medio de esos contadores, viene a suponer, con ligeras variaciones de un mes a otro, el 20 % del agua total que consume la ciudad y el 10 % del agua suministrada por el Canal Imperial en los diversos meses.

He aquí los volúmenes suministrados por la red general para el abastecimiento de industrias:

|                   |                          |                  |                        |
|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| 1974 :            |                          | Octubre ... ..   | 772.159 m <sup>3</sup> |
| Enero ... ..      | 834.255,5 m <sup>3</sup> | Noviembre ... .. | 699.593,5 "            |
| Febrero ... ..    | 736.980 "                | Diciembre ... .. | 731.829 "              |
| Marzo ... ..      | 629.631 "                | 1975 :           |                        |
| Abril ... ..      | 639.426 "                | Enero ... ..     | 732.940 "              |
| Mayo ... ..       | 749.760 "                | Febrero ... ..   | 670.964 "              |
| Junio ... ..      | 776.510 "                | Marzo ... ..     | 661.710 "              |
| Julio ... ..      | 739.902 "                | Abril ... ..     | 672.483 "              |
| Agosto ... ..     | 762.276,5 "              | Mayo ... ..      | 715.837,5 "            |
| Septiembre ... .. | 800.290 "                | Junio ... ..     | 757.232 "              |

Fuente: Excmo Ayuntamiento Zaragoza.  
Elaboración propia

El volumen medio mensual consumido a lo largo de los 18 meses reseñados es de 726.876,6 m<sup>3</sup>, que repartido entre todos los ciudadanos supone 45 l/hh/día.

Como puede verse el consumo, en verdad, es muy bajo debido al escaso porcentaje de industrias que se sirven del agua de la ciudad para el proceso productivo.

#### 4.1.2. Las acequias de riego, proveedoras de agua para la industria

Los diversos Sindicatos y Comunidades de regantes existentes, consignan en sus Ordenanzas las diversas concesiones que de sus aguas tienen hechas para usos industriales. Sin embargo resulta imposible saber cuál es el consumo en sí.

Así, las Ordenanzas del término de Urdán, reseñan concesiones a la fábrica la Montañanesa por un consumo equivalente a 200 CV. El Sindicato de riegos del término del Rabal tenía concesiones otorgadas a diversas azucareras, hoy desaparecidas, y tiene concesiones a la Compañía de Alcoholes.

Por sus características de caudal abundante y constante, es el Canal Imperial el que tiene realizadas mayores concesiones, tanto a empresas industriales agrícolas como a empresas propiamente industriales. Estas concesiones pueden ser por un tiempo determinado o por tiempo fijo.

Las concesiones de agua del Canal Imperial para usos industriales, sobre-

pasan el centenar. La mitad de ellas corresponden a empresas agrícolas siendo en ellas el caudal de concesión de 1 l/sg. Las concesiones propiamente industriales son mayores, oscilando entre 4 l/sg y 20 l/sg<sup>16</sup>.

#### 4.1.3. Las aguas subterráneas, principal fuente de suministro industrial

La satisfacción de las necesidades de agua que demanda la industria zaragozana se realiza, en su mayor parte, obteniendo ésta de los acuíferos existentes en las terrazas de los ríos. La localización industrial descrita en apartados anteriores ha favorecido el empleo de aguas subterráneas para la industria al no existir una infraestructura de abastecimiento.

La facilidad de obtener agua a partir de los acuíferos de las terrazas tiene como consecuencia el que, incluso en aquellas zonas a las que ya ha llegado la red de abastecimiento de la ciudad, las industrias se aprovisionen por medio de pozos.

#### 4.2. Demanda teórica de agua para usos industriales

Evaluar la demanda de agua por parte de la actividad industrial, en base a datos empíricos es prácticamente imposible. Son pocas las empresas que contabilizan el agua invertida en el proceso productivo, a lo que sin duda contribuye la abundancia relativa del elemento líquido, y el que las empresas no tengan dimensiones grandes con lo que el reciclaje no resulta rentable para las mismas.

Por todo ello se ha optado por acudir a métodos teóricos para evaluar, al menos de un modo aproximado, la demanda de agua para usos industriales.

En el consumo de agua por parte de la industria, interviene como factor principal el tipo de industria de que se trate; no es lo mismo el consumo de una industria papelera que el consumo de una industria dedicada a la fabricación de calzado. Interviene también el grado de tecnificación de la industria y el volumen de producción de la misma.

Existen módulos de demanda teórica de agua, que tienen en cuenta los factores arriba mencionados. Estos módulos, aplicados en España a trabajos semejantes<sup>17</sup>, han sido contrastados con comprobaciones empíricas, por lo que su fiabilidad es elevada.

La aplicación de estos módulos al caso de Zaragoza puede tener validez en cuanto que la industria zaragozana por su grado de tecnificación y demás características, difiere poco del resto de la industria nacional.

El módulo de dotación para cada tipo de actividad industrial está calculado tomando como base la producción física y población activa nacional de 1964. Los datos referentes al número de obreros de cada sector, han sido

<sup>16</sup> Archivo del Canal Imperial de Aragón.

<sup>17</sup> SERVICIO ESTUDIOS BANCO URQUIJO: *El agua, recurso natural escaso*. Ed. Moneda y Crédito. Madrid, 1969, pág. 259 y ss.

MARTÍN ARNÁIZ, M.: *El agua factor importante en el desarrollo económico y social*. Rev. Agua, núm. 81 (XII, 1973), pág. 27-28.

extraídos del censo de Mutualidades Laborales. Los resultados obtenidos vienen expresados en el siguiente cuadro :

TABLA II. — *Demanda teórica de agua para usos industriales*

|   | Número<br>productores | Módulo<br>m <sup>3</sup> /p. a/día | Total demanda<br>m <sup>3</sup> /día |
|---|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Alimentación :</b>                       |                       |                                    |                                      |
| — Alimentación ... ..                       | 3.323                 | 1,5                                | 4.984,5                              |
| — Bebidas no alcohólicas ... ..             | 609                   | 6,8                                | 4.141,2                              |
| <b>Textil :</b>                             |                       |                                    |                                      |
| — Géneros punto ... ..                      | 265                   | 0,1                                | 26,5                                 |
| — Preparación, hilado y tejido ... ..       | 1.554                 | 0,95                               | 1.476,3                              |
| <b>Piel y Confección :</b>                  |                       |                                    |                                      |
| — Curtidos ... ..                           | 690                   | 0                                  | 2.760                                |
| — Resto sector ... ..                       | 6.702                 | 0,05                               | 335,1                                |
| <b>Madera :</b>                             |                       |                                    |                                      |
| — Industria madera ... ..                   | 5.652                 | 0,15                               | 847,8                                |
| <b>Papel :</b>                              |                       |                                    |                                      |
| — Fabricación pastas, papel y cartón ... .. | 901                   | 22                                 | 19.822                               |
| — Resto sector ... ..                       | 2.450                 | 0,05                               | 122,5                                |
| <b>Química :</b>                            |                       |                                    |                                      |
| — Química básica ... ..                     | 3.236                 | 16,8                               | 54.364                               |
| — Productos caucho ... ..                   | 1.291                 | 0,25                               | 322,75                               |
| — Aceites y grasas ... ..                   | 110                   | 0,25                               | 27,50                                |
| — Otros productos químicos ... ..           | 1.362                 | 0,25                               | 340,50                               |
| <b>Siderometalúrgica :</b>                  |                       |                                    |                                      |
| — Metálicas básicas ... ..                  | 2.545                 | 0                                  | 10.180                               |
| — Transformados metálicos ... ..            | 23.938                | 0,2                                | 4.787                                |
| — Productos minerales no metálicos ... ..   | 2.292                 | 0,9                                | 2.062,8                              |
| <b>Construcción :</b>                       |                       |                                    |                                      |
| — Empresas constructoras ... ..             | 8.949                 | 1                                  | 8.949                                |
| — Resto sector ... ..                       | 8.644                 | 0,05                               | 433,2                                |
| Total (m <sup>3</sup> /día) ... ..          |                       |                                    | 115.982,65                           |
| Total (m <sup>3</sup> /año) ... ..          |                       |                                    | 42.333,667                           |

Elaboración propia

La cantidad calculada no puede decirse que sea exagerada y resulta similar a la calculada para usos domésticos.

#### 4.3. *Consecuencias de la demanda de agua para usos industriales*

Quizás lo más significativo sea la procedencia del agua para el consumo industrial.

Si al volumen que se ha calculado demanda y consume la actividad industrial, se sustrae la cantidad contabilizada ya en los recibos por contador, bien sea del apartado "industrial", bien del apartado "obras", resulta un volumen consumido muy próximo a los 33 millones de m<sup>3</sup> anuales.

Por otra parte, desestimando el agua consumida por el sector de la construcción y el volumen suministrado por las acequias de riego, el resto del

agua es tomado de aguas subterráneas. Aproximadamente en función de estos cálculos, unos 27 millones de m<sup>3</sup> anuales son tomados de las aguas subterráneas existentes en el municipio.

El servicio que las aguas subálveas prestan a Zaragoza es inestimable, pues de lo contrario Zaragoza se vería con importantes problemas de abastecimiento.

Ahora bien, fundamentalmente es la infiltración de las aguas de riego la que alimenta las capas freáticas. Por ello, la desaparición del regadío puede originar problemas en el abastecimiento de la industria al desaparecer la recarga lateral que el riego supone para la existencia del acuífero.

Caso de desaparecer el regadío, es patente que el abastecimiento de la industria se tendrá que realizar en su mayor parte de la red general de la ciudad, con un aumento considerable del consumo.

La segunda reflexión que sugiere el abastecimiento de la industria por medio de pozos, es la necesidad de controlar y unificar los diferentes organismos que intervienen en la concesión de este tipo de abastecimientos en orden a lograr una adecuada utilización.

Esta adecuada utilización supone el evitar abusos, que traerían consigo el agotamiento del acuífero, y controlar la posible contaminación del acuífero ya que la existencia de pozos negros es frecuente sobre todo para industrias agrícolas. En el Departamento de Industrias Agrícolas de la Delegación del Ministerio de Agricultura, existen censadas 82 empresas agrícolas de las que 21 efectúan el vertido a pozos negros. Aunque el censo es sin duda incompleto, puede dar idea del porcentaje de vertidos que pueden contaminar los acuíferos.

## 5. ADECUACIÓN ENTRE OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA USOS INDUSTRIALES Y URBANOS

Analizando el consumo de agua urbano e industrial, se hace necesario preguntar sobre las posibilidades de que dicho consumo sea atendido partiendo de las fuentes de suministro actualmente existentes.

El problema se plantea en tres frentes distintos: por una parte, está la fuente de suministro principal que es el Canal Imperial de Aragón; en segundo lugar, el problema se centra en la capacidad de la Estación Depuradora para suministrar agua en cantidad y calidad adecuadas al consumo humano. Por último el problema de distribuir el agua por todo el municipio.

### 5.1. *La fuente suministradora: El Canal Imperial*

Se ha indicado anteriormente que el volumen de agua para usos no industriales que podría ser demandada a fines del siglo actual ascendía a 90 millones de m<sup>3</sup>; esta cantidad es la que suministra actualmente el Canal para el conjunto de usos.

Si los cálculos se hacen tomando como base el consumo actual por habitante y día que viene a ser de 450 litros, se requerirá para fines de siglo un volumen de agua anual cercano a los 165 millones de m<sup>3</sup>.

Este volumen se verá incrementado notablemente, hasta alcanzar una cifra próxima a los 200 millones de m<sup>3</sup> anuales, caso de que el suministro a la actividad industrial se realice por medio de la red de abastecimiento urbano.

¿Puede el Canal Imperial suministrar estos volúmenes de agua a la ciudad?

El caudal medio mensual del Canal Imperial se sitúa en torno a los 25 m<sup>3</sup>/sg, caudal más que suficiente para satisfacer la demanda futura de agua, y más si se tiene en cuenta que el abastecimiento de poblaciones tiene prioridad absoluta sobre el resto de los usos.

Sin embargo, no hay que acudir a prioridades para poder satisfacer la demanda de la ciudad. Aún manteniendo las actuales concesiones a los regadíos, el abastecimiento de la ciudad por medio del Canal Imperial está asegurado.

En efecto, un caudal de 25 m<sup>3</sup>/sg supone que en un año el agua disponible es de 788.400.000 m<sup>3</sup>. Las concesiones para regadíos se elevan a 32.958 litros/sg, a utilizar durante doce horas, lo que significa 515.410.378 m<sup>3</sup> anuales en el supuesto de que el agua de riego se utilizara todos los días durante esas 12 horas. Si como base del consumo de los regadíos tomamos los 15.000 m<sup>3</sup>/ha/año (por exceso) necesarias para Zaragoza, el volumen consumido sería de 382.770.000 m<sup>3</sup> para la totalidad de las 25.518,55 Ha, que disfrutan de riego.

En ambos casos, tanto si se parte del consumo total de la concesión, como si se parte del volumen consumido por Ha y año, las diferencias con el volumen de agua que lleva el Canal cubren con amplitud lo que demanda la ciudad o podría demandar. En el primer supuesto las diferencias son del orden de los 270 millones de m<sup>3</sup>/año y en el segundo de 400 millones de m<sup>3</sup>/año, suficientes en cualquier caso para satisfacer la demanda.

Por parte pues de la fuente principal de suministro no existe problema en cuanto a la cantidad de agua que puede suministrar para satisfacer la demanda. El problema se presenta en cuanto que el Canal es la única fuente de suministro de capacidad suficiente para la ciudad; las averías graves pueden originar importantes perturbaciones al depender en su mayor parte de esta vía de suministro.

## 5.2. *La Estación Depuradora de Casablanca*

El agua tomada del Canal ha de ser tratada antes de su consumo por parte de la ciudad. El agua tomada del Canal y del Ebro, en la época en que se limpia el Canal, es embalsada en depósitos para su tratamiento.

Zaragoza cuenta con los siguientes depósitos:

— Ocho depósitos en la Estación de Casablanca. Cuatro de ellos en la margen izquierda del Canal, denominados viejos, y cuatro en la margen derecha

denominados nuevos. Los depósitos nuevos tienen una capacidad de 40.000 m<sup>3</sup> cada uno y los viejos una capacidad un poco menor.

- Los depósitos de Torrero, llamados de Pignatelli, cuatro en total.
- Dos depósitos en las Canteras.
- Dos en la Academia General Militar.
- Uno en el barrio Oliver.

La capacidad total de embalse sobrepasa los 400.000 m<sup>3</sup>.

No obstante, lo importante de cara a un suministro de agua con exigencias de calidad, es la capacidad de la Estación Depuradora cifrada en torno a los 340.000 m<sup>3</sup>/día. Con las actuales dotaciones por habitante y día (459 litros) esta capacidad sería suficiente para cubrir la demanda de una población de 750.000 habitantes. Esto suponiendo que la demanda por habitante y día no sufriese incremento.

Con arreglo a los volúmenes que serán necesarios en el futuro, la necesidad de aumentar la capacidad de depuración es clara.

### 5.3. *La red de distribución*

En este caso, la cuestión no es tanto satisfacer la demanda, cuanto lograr un servicio económicamente rentable a la ciudad.

La red de distribución de aguas está planificada centrándola en un solo punto de la ciudad que es la Estación Depuradora de Casablanca.

El desarrollo urbano e industrial, en un municipio tan grande en extensión como es el de Zaragoza, puede aconsejar la descentralización de la red para evitar pérdidas en presión, agua y dinero. Esto supondría realizar una o varias nuevas tomas en el Canal o bien aprovechar la existente en el Ebro que abasteciese una nueva estación de depuración de aguas. La creación de nuevas depuradoras obviaría el inconveniente de accidente grave en el Canal.

Buscar una nueva fuente de suministro es bastante problemático. Primero porque económicamente supone un desembolso notable. En segundo lugar porque caso de aprovechar aguas de riego distintas de las del Canal, las actuales parece no presentan condiciones para el consumo humano y otras nuevas supone que debe existir una ordenación de los caudales de la cuenca de que se trate y que en esa ordenación entra el abastecimiento de Zaragoza; la lentitud con que se realizan las ordenaciones de una Cuenca, de la que tenemos experiencia en Aragón, lo haría inviable, para las necesidades de Zaragoza.

Sí puede ser interesante, el suministro por medio de aguas subterráneas, pues se ha demostrado que el agua subterránea puede ser más barata. Esto para superficies no muy grandes y sin grandes densidades de población o bien para zonas industriales determinadas. Pero todo ello supone un esfuerzo por parte de la ciudad tendente a ordenar el suministro y el consumo.