

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ZARAGOZA

P O R

JOSÉ MARÍA GARCÍA RUIZ

La bibliografía geográfica cuenta con multitud de estudios sobre cuestiones de Geografía Urbana. El crecimiento experimentado por algunas ciudades, unido a la complejidad de los problemas planteados en un ambiente urbano y al hecho de que la región se mueve cada vez más a partir de la capacidad funcional de la ciudad hacen que ésta sea uno de los objetivos preferenciales en los trabajos geográficos. Zaragoza también ha atraído la atención en este sentido, y existe una importante bibliografía sobre temas urbanos. El estudio que ahora se presenta constituye una aportación más sobre un tema de actualidad como es el uso y consumo del agua.

En efecto, sin agua no podría existir ninguna gran ciudad. Por eso, cuando el agua no está al alcance de la mano se ponen todos los medios necesarios para asegurar su abastecimiento. En el éxito de la empresa va la continuidad del hecho urbano (BEAUJEU-GARNIER y CHABOT, 1970). La administración municipal vive en casi todos los países con la preocupación del abastecimiento de agua, que se presenta como un problema muy complejo. El constante incremento demográfico de las ciudades hace que éstas encuentren cada vez mayores problemas para conseguir un abastecimiento adecuado y suficiente de agua. Hay que añadir, además, las dificultades que plantea el creciente consumo de agua por las industrias, puesto que urbanización e industrialización son fenómenos paralelos. Y, finalmente, no hay que olvidar que las fuentes abastecedoras sirven en ocasiones de vertederos de las mismas u otras ciudades que utilizan este agua. Así, a los problemas de la cantidad se añaden los de la salubridad, que únicamente pueden superarse mediante una serie de instalaciones de costosa financiación.

En el caso de Zaragoza, la preocupación por el abastecimiento de agua es muy antigua. No obstante, fue sólo a partir de la construcción del Canal Imperial de Aragón cuando Zaragoza comenzó a pensar en un abastecimiento organizado. Hasta entonces el agua se obtenía de las acequias o directamente del Ebro. Pero desde finales del siglo XVIII la favorable situación del

Canal va a dar lugar a una serie de proyectos y debates interminables que han continuado hasta nuestros días. Dejando a un lado las cuestiones más puramente técnicas acerca del lugar exacto de la toma de aguas o de la dirección de la red de distribución, el problema fundamental era entonces y sigue siendo ahora el elevadísimo consumo de agua. Desde los primeros tiempos de instalación de la red, Zaragoza se ha caracterizado por realizar un consumo sin parangón en todo el resto del país. Hoy, a pesar de una clara estabilización de las cifras, se equipara incluso a los consumos más desmesurados de las grandes ciudades industrializadas.

En el presente trabajo se va a insistir de manera especial en las razones que inciden en el elevado consumo de agua en Zaragoza. Se plantea previamente la evolución del abastecimiento organizado como condicionadora de algunos problemas actuales, para pasar más tarde al estudio concreto del consumo y su distribución por sectores de actividad.

I. EL ABASTECIMIENTO PRIMITIVO

Hasta la construcción del Canal Imperial de Aragón en el año 1784, el abastecimiento de agua de Zaragoza se realizó con dificultad, a pesar de la abundancia de agua en las proximidades de la ciudad¹. En un principio, hasta que comenzó a funcionar un sistema organizado, el abastecimiento tuvo lugar a partir de las numerosas acequias que atravesaban —y aún hoy lo hacen— Zaragoza.

La aridez del clima y la importancia de los cursos fluviales próximos permitieron la aparición de pequeñas áreas de regadío desde épocas muy antiguas (HIGUERAS ARNAL, 1969). En los primeros momentos las aguas se derivaban de los afluentes del río Ebro, especialmente del Jalón, por lo que la irregularidad era máxima. La llegada de las aguas a la ciudad se veía sometida así a grandes fluctuaciones. De ahí que en numerosas ocasiones se hiciera patente la necesidad de tomar las aguas directamente del Ebro. Un primer intento fue la construcción de la Acequia Imperial, durante el reinado de Carlos I. No obstante, sus aguas jamás llegaron a Zaragoza. Seguramente los yesos del valle medio del Ebro impidieron que el agua rebasase el término de Gallur. En el siglo XVII la Acequia Imperial había sido olvidada y su cauce totalmente borrado (GIMÉNEZ SOLER, 1932 y FERNÁNDEZ MARCO, 1961).

Durante toda esta época primitiva —hasta el último tercio del siglo XVIII, la población zaragozana se abastecía de las acequias que procedían del Jalón o incluso del río Huerva. Ahora bien, incluso en estos primeros momentos había una cierta organización y un grupo especializado de personas se encargaba de tomar el agua de las acequias —a veces del Ebro— y de distribuirla por las casas. Eran los aguadores.

1 El Gállego quedaba muy alejado del núcleo urbano y la Huerva ofrecía caudales escasos e irregulares. Por su parte, el Ebro, en su orilla derecha, quedaba excesivamente rehundido con respecto a la ciudad y además era necesario recoger el agua de los sectores de máxima corriente.

Son numerosos los datos existentes en archivos sobre los aguadores². Estaban agrupados en un gremio y, al menos durante los siglos XVII y XVIII, plantearon infinidad de problemas a las autoridades municipales. El más importante era el de la salubridad de las aguas: tenían que tomar el agua de las acequias situadas fuera del casco urbano (Pontarrón, por ejemplo, pequeño ramal de la acequia de la Romareda que cruzaba los campos de Santa Engracia), y, sin embargo, en numerosas ocasiones la tomaban en puntos con pésimas condiciones sanitarias.

Los aguadores continuaron abasteciendo de agua a las casas hasta el segundo decenio del presente siglo, en que comenzó un abastecimiento organizado a los pisos. La construcción del Canal Imperial de Aragón a fines del XVIII facilitó su labor, pues se creó una red de fuentes públicas más accesibles que las primitivas acequias.

La inauguración del Canal Imperial supuso una auténtica revolución agrícola y comercial en el valle medio del Ebro. Prueba de ello es el crecimiento demográfico experimentado por Zaragoza entre 1787 y 1798³. No obstante, el Canal va a ser también un factor fundamental en la expansión futura de Zaragoza al convertirse a partir de entonces en la fuente abastecedora de agua a la ciudad. Su situación dominante iba a permitir la distribución mediante la sola acción de la gravedad.

No debe pensarse, sin embargo, que el Canal Imperial supuso una renovación inmediata de los sistemas de abastecimiento. La población siguió todavía durante algunos años surtiéndose de las acequias. Sólo un cambio: estas acequias ya no procedían de los afluentes del Ebro, sino que surgían directamente del Canal⁴. Los proyectos sobre la construcción de una red de fuentes públicas se sucedieron desde 1808⁵, sin que en ningún momento se acometieran las obras definitivamente. La Guerra de la Independencia y la falta de solvencia económica del Ayuntamiento determinaron la interrupción de todos los proyectos⁶.

La primera fuente inaugurada fue la de Neptuno o de la Princesa, loca-

2 Destacan los datos existentes en la Caja núm. 48 del Archivo Municipal de Zaragoza y en la Caja núm. 668 del Archivo del Canal Imperial de Aragón (A. C. I. A.).

3 Según Ignacio de Asso, Zaragoza pasó de 42.600 habitantes en 1787 a 50.000 en 1798, incremento debido en su mayor parte a la riqueza creada por la estabilización y ampliación de los primitivos regadíos y por los flujos comerciales creados en los municipios ribereños con la navegabilidad del Canal.

4 Caso de la acequia de la Romareda, la más importante de todas en el abastecimiento primitivo. Desde finales del siglo XVIII arranca del Canal en el kilómetro 82,331.

5 En el A. C. I. A. se conserva la correspondencia habida entre el entonces director de la Junta del Canal, don Tiburcio del Caso, y el Ayuntamiento, acerca de las condiciones en que se podría tomar agua del Canal (Caja núm. 688). Es preciso señalar, sin embargo, que ya en 1785 se había inaugurado la Fuente de los Incredulos, situada en Casablanca, a menos de 100 metros del Canal, por lo que al estar demasiado alejada de la ciudad difícilmente podía ser utilizada para el abastecimiento diario.

6 En este sentido es interesante el escrito de Joaquín Asensio, arquitecto, al Ayuntamiento de la ciudad, titulado "Razón de estado en que se hallan las obras de las fuentes públicas de Zaragoza". 9 de febrero de 1812, Caja núm. 688 del A. C. I. A.

lizada en un principio en la Plaza Real de San Fernando y de la Constitución, hoy de España, el 24 de junio de 1840⁷. La toma de aguas se situó en la ya citada acequia del Pontarrón, por ser la más cercana. El agua del Pontarrón era conducida mediante una tubería que atravesaba por debajo los edificios del Salón de Santa Engracia (hoy Paseo de la Independencia) y llegaba hasta la fuente. El desagüe no se hacía al Ebro —como se había proyectado— sino al Huerva, frente a la puerta de Santa Engracia.

En los años siguientes se vio frenado el impulso creador del Ayuntamiento y no se volvió a hablar de nuevas realizaciones hasta 1862. Se decidió entonces la distribución de una serie de fuentes por todo el casco urbano. Son las llamadas “fuentes de vecindad” (BLASCO IJAZO, 1955), entre las que cabe destacar las situadas en la Plaza de San Miguel, Plaza de la Magdalena, Paseo de las Damas, Plaza del Pilar y Plaza de La Seo (fuente de la Samaritana, todavía existente).

Las fuentes pequeñas de servicio —adosadas a las paredes de edificios particulares— completaron la labor que estaban realizando las fuentes de vecindad. Gracias a ellas pudieron ser abastecidos casi todos aquellos sectores de la ciudad que anteriormente quedaban marginados. Se elaboró así una rudimentaria red de distribución que abastecería asimismo a numerosos lavaderos. La construcción de fuentes continuó incluso después de que el agua comenzase a subir a las casas. Así entre 1912 y 1925 se inauguraron varias fuentes: Avenida de Miguel Servet, barrio de San José, barrio de San Juan, en definitiva los sectores extremos de la ciudad.

En resumen, pues, el abastecimiento primitivo se basó en las acequias y, ya en pleno siglo XIX, en las fuentes, aprovechando la regularidad en el caudal de las acequias que partían del Canal Imperial. La figura de los aguadores contribuye a enriquecer decisivamente la estampa tradicional del abastecimiento de agua en Zaragoza. Tanto las acequias como las fuentes cederían en importancia en cuanto el servicio comenzó a organizarse según esquemas más modernos.

II. LA NUEVA ÉPOCA: CREACIÓN DE UN ABASTECIMIENTO ORGANIZADO

Con el crecimiento de la ciudad y el incremento en las necesidades de agua se hizo necesaria una reconversión del antiguo sistema de abastecimiento.

En 1867 comenzaron los primeros proyectos para la instalación de una red de distribución organizada. No obstante, todos ellos hubieron de enfrentarse con infinidad de problemas. En primer lugar, existía un grave problema de financiación de las obras, y en segundo lugar, las discusiones se hacían interminables en cuanto se trataba de la fuente de suministro, lugar de construcción de los depósitos, tipos de tuberías, sistemas de clarifica-

⁷ La Fuente de Neptuno fue encargada a Tomás Llovet en 1809, durante el gobierno francés. Tardó, pues, más de 30 años en ser inaugurada, tras pasar por múltiples cambios, impulsos y frenos. Acerca de la historia de dicha fuente resulta fundamental consultar el A. C. I. A. y el estudio de BLASCO IJAZO (1955).

ción, etc. Ya en el proyecto de 1867 se decidió que el Canal Imperial debía ser el punto de arranque de toda la red⁸, en las proximidades de Torrero, donde se instalarían los depósitos. La capacidad de estos últimos se calculó fijando una dotación de agua de 90 litros/hab./día⁹. Tomando como base los 70.000 habitantes de aquella época se llegó a la conclusión de que la cantidad total de agua que debía suministrarse en un día era de 6.300.000 litros. Como resulta que el Canal Imperial, por necesidades de limpieza, corta la circulación de sus aguas durante 20 ó 30 días, se hacía indispensable la constitución de una reserva que permitiese un suministro continuo. En este caso, los depósitos deberían tener una capacidad total que resulta de multiplicar los 6.300 m.³ de agua diarios por los 30 días del corte del Canal = 189.000 m.³. Pero también es cierto que esta cantidad corresponde a las necesidades de un mes estival, cuando el consumo es máximo. Como se da la circunstancia no casual de que el corte del Canal tiene lugar casi siempre en febrero, la cifra debe reducirse considerablemente. Por ello se concluyó que la capacidad de los depósitos deberían ser de unos 105.000 m.³.

No obstante, a pesar de la importancia del proyecto, la mayor parte del mismo quedó descartada. En 1876 se construyeron dos pequeños depósitos con capacidad para 2.000 m.³, localizados en el parque de Pignatelli (BLASCO IJAZO, 1955). Por sus dimensiones, apenas si servían para abastecer a una rudimentaria red que atendía principalmente a las fuentes públicas. Unidos a los depósitos se encontraban unos filtros que casi no pudieron ser puestos en servicio (CEREZO, 1965) pues rápidamente eran obturados por el barro en suspensión que arrastraba el agua.

Hacia 1898, al comprobarse que la capacidad de los depósitos era insuficiente para garantizar la decantación del agua, se construyó un tercer depósito con capacidad para 42.000 m.³, subdividido en cuatro cámaras. Con ello las instalaciones se incrementaron considerablemente. Pero a pesar de todo el agua seguía saliendo poco clara y con presencia casi permanente de gérmenes del género coli¹⁰.

El segundo impulso que recibió el abastecimiento de la ciudad fue el proyecto elaborado por D. Antonio Lasierra en 1907, mediante el cual el agua comenzó a subir a los pisos zaragozanos. El proyecto abarcaba todos los aspectos del abastecimiento de agua: construcción de nuevos depósitos, unión con los depósitos viejos de Torrero, instalación de filtros, aumento de presión y dotación de agua por habitante y día. La realización de los planes pre-

8 Se estudiaron aún con todo las posibilidades presentadas por los ríos Gállego y Huer-va y los manantiales de Pinseque y Marlofa. "Memoria municipal sobre el abastecimiento de la ciudad". *La Cadiera*, núm. 86, Zaragoza, 1955.

9 Un 40 por ciento de dicha cifra estaba previsto para necesidades particulares y el resto se distribuía entre riego de la vía pública, fuentes de adorno, limpieza de alcantarillado y consumos extraordinarios. Nótese que no se hace referencia alguna a la población futura.

10 "Saneamiento de Zaragoza". Artículo publicado sin firma el 15 de abril de 1902 en *Heraldo de Aragón*.

cedentes estaba estrechamente relacionada con la instalación del alcantarillado (LASIERRA PURROY, 1909).

El proyecto tenía por objeto dotar de agua a los pisos, cosa que hasta entonces no se había logrado. Para ello era necesaria la construcción de unos depósitos amplios, que permitiesen el almacenamiento de agua durante un período considerable. Como el origen del agua no podía ser otro que el Canal Imperial, se pensó que el lugar más idóneo para la captación se encontraba a su paso por los llamados montes del término de Casablanca. Los depósitos proyectados y construidos inmediatamente fueron cuatro, con una capacidad de 40.000 m.³ cada uno. El volumen total sería, pues, de 160.000 metros cúbicos.

En los depósitos había en teoría una reserva de agua para más de once días. Pero además, si se tiene en cuenta la almacenada en el depósito regulador de carga de Torrero, resulta que el volumen total de reserva era suficiente para un período de tiempo de diez a catorce días. El corte del Canal no dura en Casablanca más que 6 u 8 días. Esto se debe a que al principio del corte las aguas discurren unos diez días desde el Bocal hasta la Almenara del Pilar¹¹ en que vierten al Huerva. A partir de la Almenara el cauce aparece seco, y de ahí la desventaja de Torrero con respecto a Casablanca.

Para que los nuevos depósitos estuviesen completamente ligados a las instalaciones ya existentes, era preciso empalmarlos con los antiguos depósitos de Torrero. Así, se proyectó el tendido de una tubería maestra que partiendo de Casablanca atravesase el antiguo casco de población, para terminar en Torrero. La tubería tenía un diámetro de 750 mm., y con su construcción se lograba que los depósitos de Torrero funcionasen como depósitos de cola. En principio se pensó añadir a los depósitos un grupo de filtros que finalmente no fueron instalados. Se aducía que al ser el consumo poco elevado bastaba la decantación durante diez días.

De momento, a los 100.000 habitantes de Zaragoza se les asignaba una dotación de 140 litros/hab./día, lo que supone un consumo diario de 14.000 metros cúbicos. Para que el agua llegase a los pisos era necesario además elevar la presión. Este problema se resolvió en primer lugar con la construcción de los depósitos en Casablanca, algo más altos que los de Torrero. En segundo lugar, con la mayor capacidad de la red de distribución. Aun con todo, los pisos altos se veían en numerosas ocasiones faltos de suministro.

Muy pronto el crecimiento de la población supera todas las previsiones. Por otra parte, la distribución de agua a domicilio se realizaba —y todavía hoy en algunos casos— por el sistema de caño libre (sin contador), por lo que el consumo por habitante se eleva a pasos agigantados. En pocos años se rebasa la cifra de 350 litros/hab./día (CEREZO, 1965).

Afortunadamente, en principio, los propietarios que realizaron la acometida de aguas no fueron muy numerosos. Prueba de ello es que a finales de

¹¹ La Almenara del Pilar es el punto en que el Canal Imperial cruza por encima de la Huerva.

1912¹² solamente había 1400 casas con servicio de agua. De todas formas, pronto comienza la expansión de la red hacia los barrios extremos. El barrio del Castillo (hoy Delicias), que se abastecía hasta 1913 de la acequia de la Romareda, se incorporó a la red tras el tendido de una tubería por debajo del paso a nivel¹³.

Esta expansión, unida a los defectos de la red y al elevadísimo consumo particular, hizo que el problema saltase de nuevo al primer plano por insuficiencia y mal funcionamiento de las instalaciones. De ahí que se sintiese urgente necesidad de elaborar nuevos estudios. Cabe destacar entre ellos el preparado por D. José López Pueyo, que se basaba en la necesidad de una doble red de distribución para evitar tan desmesurado consumo y mejorar la calidad de las aguas. Una red estaría destinada a la circulación filtrada (usos domésticos y algunos industriales) y otra, con agua tal como la suministra el Canal, para usos de carácter público (riesgos, alcantarillado y la mayor parte de los usos industriales) (LÓPEZ PUEYO, 1922). Esta segunda red sería suministrada por los depósitos de Torrero y la primera estaría conectada a Casablanca. Sin embargo, por múltiples razones —entre las que la financiera no sería la última— la idea no fue aceptada.

En 1924 el tema del abastecimiento de agua cobró un auge extraordinario por dos hechos fundamentales. En primer lugar, la rotura de la cañería general¹⁴ y, sobre todo, la avería sufrida por el Canal Imperial¹⁵, que durante tres días no permitió la entrada de agua en los depósitos de Casablanca. A causa de su poca capacidad de reserva hubo necesidad de restringir la dotación normal y efectuar cortes en el suministro. La rotura del Canal demostró así la exigencia de ampliar los depósitos y de evitar en lo posible la total dependencia de Zaragoza con respecto al Canal Imperial.

Los dos incidentes anteriores sirvieron para elaborar un nuevo proyecto de gran importancia, esta vez también a cargo de D. Antonio Lasierra. La solución más destacable consistía en la construcción de nuevos depósitos, con objeto de ampliar la reserva y el plazo de decantación, disminuyendo así la turbidez del agua. Los depósitos —que, con los anteriores, darían una capacidad total de 432.000 m.³— se situaron en Casablanca, pero en esta ocasión en la orilla derecha del Canal¹⁶. Su construcción, no obstante, se retrasó algunos años pues en el Ayuntamiento cobró preferencia el cubrimiento de la Huerva¹⁷.

Los nuevos depósitos fueron proyectados para decantación, mientras los antiguos funcionarían como depósitos de reserva, a partir de los cuales se

12 Información del municipio. *El Noticiero*, 31 de agosto de 1912.

13 Según un artículo publicado sin firma en *El Noticiero*, 11 de abril de 1912.

14 *El Noticiero*, 22 de junio de 1924.

15 "Una rotura en el Canal Imperial". *El Noticiero*, 26 de junio de 1924.

16 El desagüe de los fangos acumulados en el fondo de los depósitos se realizaría por medio de un emisario hacia la Huerva. Desde su instalación, las aguas de la Huerva se han visto enturbiadas por aportes periódicos de Casablanca.

17 "El abastecimiento de aguas y el cubrimiento del Huerva". *El Noticiero*, 23 de septiembre de 1925.

distribuiría el agua. El esquema no sufrió alteración alguna en lo esencial desde que comenzó a funcionar hasta la construcción de la actual estación clarificadora. Asimismo, para mejorar la presión de los sectores más elevados se construyó un nuevo depósito cubierto en la zona llamada de Las Canteras, junto al cementerio. En la actualidad sigue en pleno funcionamiento, alimentado por los depósitos de Pignatelli que impulsan el agua mediante un grupo elevador. Su volumen es de 14.000 m.³.

Para unir los depósitos de Casablanca y Torrero se instaló una tubería de 900 mm. El conducto parte de Casablanca y atraviesa la población por General Franco, Coso y Paseo de la Mina, para terminar en los depósitos de Torrero. Con esta obra mejoró considerablemente la presión en toda la ciudad. Así, Zaragoza se dividió en dos sectores de cara al abastecimiento. El primero comprendía la mayor parte del casco urbano y era abastecido desde los depósitos de Casablanca. El segundo era de extensión más reducida (sur y este) y se suministraba directamente desde Torrero. La consecuencia más inmediata es que existía una dualidad en cuanto a la calidad de las aguas. La primera zona tenía un agua aceptable —por haber sufrido una larga decantación— y la segunda recibía un agua completamente turbia por proceder de depósitos muy pequeños.

No obstante las mejoras realizadas, hacia 1940 comenzó a apreciarse de nuevo falta de presión en los pisos altos y cuando llegaba a ellos lo hacía en condiciones de extraordinaria turbidez (CABALLERO IBÁÑEZ, 1940). El problema esencial en esos momentos es el de la calidad de las aguas¹⁸. Para resolverlo, D. Miguel Mantecón, entonces ingeniero del servicio, planteó la necesidad de unos filtros que compensasen la mínima permanencia del agua en los depósitos. Con las nuevas instalaciones se apreció una notable mejoría en el agua suministrada. De todas formas, a pesar de que habían sido proyectadas para un período no inferior a los 50 años, todas las previsiones fueron rápidamente marginadas. En 1953 los problemas se agravaron ante el incremento del consumo, que impedía hallar una solución en breve plazo de tiempo. Es el momento en que se realiza la toma de aguas del Ebro, verdadera ayuda en la época del corte del Canal. Los años siguientes fueron de un deficiente servicio en el abastecimiento, aunque la salubridad de las aguas mejoró mucho con la adición de productos coagulantes y esterilizantes. Por lo demás, las restricciones se hicieron cada vez más frecuentes, para contrarrestar la fuerte demanda.

III. EL ABASTECIMIENTO ACTUAL

Solamente cuando se incorporan nuevos elementos técnicos y cuando se pudo disponer de un mayor presupuesto, Zaragoza comenzó a asegurar cuantitativa y cualitativamente su abastecimiento de agua. En la década de los

¹⁸ Se pensó incluso en sustituir al Canal como fuente de suministro por aguas del Gállego, la Huerva o el Moncayo. Hay que tener en cuenta que en 1935 el consumo per cápita llegó a alcanzar la cifra de 467 litros/hab./día, que superaba la consumida por cualquier otra ciudad española.

sesenta se llega, en definitiva, a un abastecimiento con las garantías suficientes.

En realidad, la situación actual data del año 1965, cuando se inauguró la estación clarificadora. los depósitos y, finalmente, la red de distribución propiamente dicha.

a) *Tomas de agua.* — La evolución en el consumo ha dado lugar a cambios en la situación y en el tamaño de las tomas de agua. La primera boquera estuvo situada en los montes de Torrero para abastecer a los depósitos de Pignatelli. Posteriormente, al aumentar las necesidades y construirse nuevos depósitos en Casablanca, fue necesario realizar una nueva toma en la margen izquierda del Canal. A partir de 1965 fue cortada la toma de Torrero al reajustarse todo el abastecimiento y recibir agua los depósitos de Pignatelli desde Casablanca.

La toma de aguas de Casablanca funciona durante todo el año¹⁹. Sólo deja de hacerlo en el breve espacio de tiempo en que se corta el Canal. Es entonces cuando pasa a primer plano la toma de aguas del Ebro.

Aun con todo, la toma de aguas del Ebro no es solución definitiva. La cantidad de agua que es capaz de captar (1,5 m.³/seg.) no es suficiente ni mucho menos para el actual consumo. Ello obliga a utilizar la reserva de los depósitos, que apenas puede llegar hasta el final del corte.

Por otra parte, la situación de la toma no es todo lo óptima que sería de desear. Cuando las aguas del Ebro están bajas es imposible la captación puesto que el agua no alcanza a la boquera. Si ocurriera una avería en el Canal Imperial durante el verano, sería imposible suministrar a la ciudad mediante esta toma.

b) *Estación clarificadora.* — Las aguas de Zaragoza han sido siempre polémicas por su pésima calidad. El Canal Imperial arrastra gran cantidad de materiales en suspensión que muchas veces no tenían tiempo de decantarse dado el elevado consumo. Como además dicho consumo iba en aumento, no quedó más remedio que iniciar una nueva etapa. La estación clarificadora fue la solución más idónea.

La Confederación Hidrográfica del Ebro se encargó de construir inicialmente una estación de tratamiento para un caudal de 2 m.³/seg., en las inmediaciones de los depósitos antiguos de Casablanca. El aumento del consumo, debido a la creación del Polo de Desarrollo Industrial de Zaragoza, obligó a la construcción de una segunda fase con capacidad para otros 2 m³/seg.

La primera fase, comenzada en febrero de 1964, entró en servicio en octubre de 1965. Entre otras instalaciones comprende cuatro decantadores Accelator, un conjunto de 16 filtros automáticos con capacidad para 5 m³/m²/hora, edificio de control, y tubería de impulso del agua tratada. La dotación que se aseguraba ascendía a 439 litros/hab./día, teniendo en cuenta que la población en el año 1965 era de 393.425 habitantes. Como es lógico, tal dotación fue insuficiente casi de manera inmediata.

19 Dicha toma tiene capacidad para 4 m³/seg.

Por ello, se impuso la realización de una segunda fase. Las obras comenzaron en noviembre de 1966 y entraron en servicio en enero de 1968. Incluía cuatro decantadores y un conjunto de 6 filtros automáticos con una velocidad de $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$.

Con la actual capacidad de la estación depuradora, correspondía una dotación de 786 litros/hab./día para un censo de 439.451 habitantes en el año 1968. Ajustando la dotación a 500 litros/hab./día, la instalación es en principio suficiente para abastecer a una población de 691.000 habitantes.

La actual instalación de Casablanca cuenta pues con ocho decantadores Acclerator. En ellos se logra eliminar la mayor parte del material en suspensión que arrastra el Canal. Como ventajas de este sistema cabe señalar en primer lugar la rapidez con que se efectúa el tratamiento²⁰ y, en segundo lugar, el poco espacio que ocupan los Acclerator, en contraste con las extensas superficies de los depósitos. Por otra parte, no hay que preocuparse por la limpieza de los decantadores. El barro se elimina con suma facilidad sin necesidad de detener su funcionamiento.

Lo cierto es que desde la puesta en servicio de la estación depuradora la ciudad ha estado dotada de agua mucho más clara. A ello hay que añadir que las restricciones han disminuido en número y en importancia, a pesar de que el consumo ha seguido aumentando.

c) *Los depósitos.* — Por medio de una tubería de 1.500 mm el agua pasa desde la cámara filtrante hasta el centro de los depósitos antiguos. En la actualidad, Zaragoza cuenta con los siguientes depósitos:

- Cuatro depósitos viejos en Casablanca, margen izquierda del Canal.
- Cuatro depósitos nuevos, también situados en Casablanca, pero en la margen derecha.
- Cuatro depósitos en Torrero, llamados de Pignatelli.
- Dos depósitos en Las Canteras.
- Un depósito en el barrio de Oliver.
- Dos depósitos en la Academia General Militar.

Los más importantes son los depósitos viejos de Casablanca y los de Pignatelli. En los primeros se centra toda la salida de aguas a la red de distribución, con la que están unidos por medio de cuatro compuertas. Dos de ellas sirven de nexo de unión con otras tantas instalaciones fundamentales: la toma de aguas del Ebro y los depósitos de Pignatelli. La tubería de compensación que une Casablanca con Torrero permite:

- Centrar el tratamiento de agua en un solo punto (Casablanca).
- Dotar a toda la población de agua clarificada. Hasta hace pocos años los depósitos de Pignatelli tomaban el agua directamente del Canal. En ellos había una breve decantación que no eliminaba ni mucho menos la turbidez de las aguas²¹.

20 En sólo una hora el agua bruta del Canal ha perdido la mayor parte de su suciedad y es apta para pasar a los filtros.

21 Por supuesto, ya se ha dicho en un apartado precedente que Casablanca y Torrero estaban unidos por la red que abastecía a la población. Pero eran simples interconexiones mediante las cuales el agua de Casablanca jamás llegaba a Torrero.

Los depósitos de Las Canteras son dos, elevados y cubiertos. Están destinados a abastecer a la zona alta, a la cual no puede llegar el agua desde Casablanca o Pignatelli. Sus dimensiones son, no obstante, muy reducidas para las necesidades del sector alto y más teniendo en cuenta que algunos grupos habitados carecen de agua.

Por último, y dejando a un lado los reducidos depósitos de Oliver y la Academia, cabe citar los depósitos nuevos de Casablanca, cuya utilidad actual es prácticamente nula. Están siempre llenos de agua para contar con reservas ante cualquier contingencia. En teoría sirven como predecantadores en el caso de que las aguas del Canal arrastren una turbidez extraordinaria. En ese caso, las aguas del Canal pasarían directamente a los depósitos nuevos, donde perderían gran parte de los materiales sólidos y allí mismo recibirían una importante cantidad de coagulante con el fin de facilitar la decantación. De ahí pasaría el agua a los Accelerator, donde comenzaría el ciclo normal de clarificación. En la práctica, no ha habido lugar todavía a esta contingencia. Cuando se ha producido una avenida anormal de turbideces se han parado todas las instalaciones y se ha cerrado la toma de aguas. Esto no trae consigo ninguna perturbación para el abastecimiento de la ciudad, puesto que dichas avenidas sólo duran unas pocas horas. Durante ese tiempo, Zaragoza se suministra con la reserva de los depósitos antiguos.

Una vez que el agua ha sido tratada convenientemente ya puede salir hacia la red de distribución.

c) *La red de distribución.* — La distribución del agua en Zaragoza posee características muy interesantes. La clarificación está centrada en un solo punto y desde allí está planificada toda la red. El sistema de distribución adoptado es el reticulado, que consiste en completar la arteria maestra central con otras tuberías, por las que puede darse paso a grandes caudales en caso necesario. La seguridad de este sistema es muy superior a los demás²², pues en caso de avería cabe siempre (con la adecuada combinación de llaves) dar servicio a la ciudad por el extremo opuesto.

En líneas generales, el esquema se ha conseguido con las cuatro grandes tuberías que salen de Casablanca y las dos de Pignatelli. De esta forma se elimina la posible absoluta dependencia del abastecimiento respecto de una arteria principal. La rotura de una de las grandes tuberías no supone un gran inconveniente para el suministro del resto de la ciudad. Las tuberías maestras, que constituyen la red principal, tras recorrer buena parte de la ciudad, concluyen en los depósitos de Pignatelli.

La red de distribución secundaria es mucho más compleja. Está diferenciada de antigua y nueva. La antigua remonta sus orígenes a principios de siglo y domina, como es lógico, en el casco viejo de la población. Sus diámetros oscilan entre 450 y 70 mm.

La red secundaria nueva abastece las urbanizaciones modernas, las vías principales y las zonas renovadas de la red antigua. Sus diámetros oscilan

²² Los sistemas de distribución pueden ser: de ramificación abierta, de ramificación cerrada, distribución radial abierta y reticulada (PAZ MAROTO, 1945).

entre 600 y 150 mm, aunque en casos excepcionales se ha construido una tubería de 100 mm.

La red de distribución de Zaragoza se asienta sobre los conductos precedentes. A partir de ellos surge una tupida maraña de tuberías más reducidas que se dirigen hacia el Ebro, siguiendo la dirección de la pendiente²³. El cruce a la orilla izquierda del Ebro se realiza mediante tuberías trazadas en los puentes del Ferrocarril y de Piedra. Una última tubería, finalmente, cruza el puente del Gállego para abastecer al Polígono de Desarrollo Industrial de Malpica.

El elevado consumo, el alejamiento de algunos sectores urbanos y la altura de los edificios dan lugar a la disminución de presiones en determinadas zonas y a determinadas horas. En las horas punta (vid. más adelante) la presión desciende considerablemente, sobre todo en los barrios más alejados. Por el contrario, durante la noche la presión aumenta en toda la ciudad, lo cual se verá compensado en parte por una mayor cantidad de fugas.

Asimismo, es preciso destacar un hecho importante. La red antigua fue establecida para un consumo adecuado a las necesidades de la época. Estas necesidades eran más escasas a nivel de calle, porque los pisos eran más bajos y poseían por tanto menor número de vecinos. Además, requerían una menor presión para la llegada del agua a los pisos altos. Por el contrario, en la actualidad, muchos de estos pisos bajos han desaparecido. En su lugar han surgido edificios de más de 30 ó 40 vecinos, con unas necesidades y un consumo per cápita mayores. La consecuencia es muy sencilla. La antigua red ha quedado desfasada por completo y no puede ya satisfacer a toda la demanda. Y es así paradójicamente cómo el centro de la ciudad cuenta con presiones bajas en algunos sectores.

En otros puntos del sector central la situación no es tan grave. Los edificios más bajos cuentan con la misma o superior dotación que antes. Si es verdad que el consumo en sus alrededores ha aumentado fuertemente, en contrapartida las presiones también lo han hecho en los últimos años. Estas zonas son, por ejemplo, el casco más antiguo (entre el Ebro y General Franco), de casas muy viejas y escasa altitud. Por otra parte hay que señalar a la misma calle del General Franco, que se ve favorecida por el paso de una de las tuberías generales de 750 mm de diámetro. Las calles de Alfonso I y D. Jaime I están también suministradas por dos importantes tuberías de 500 mm cada una.

En los sectores cercanos a los centros origen del abastecimiento la situación se normaliza. A ello contribuye no sólo la mayor proximidad con respecto a los depósitos sino sobre todo que la red está más de acuerdo con las necesidades efectivas. Al ser más reciente, se ha construido pensando en unas demandas futuras, además de que, como es lógico, las fugas de agua son muy inferiores a las del núcleo antiguo.

²³ La red se hace tan extremadamente tupida como el callejero de la ciudad. Por cada vía abierta se impone la instalación de los servicios de abastecimiento y saneamiento. Son tuberías de escaso calibre (inferiores a 250 mm.), cuyo estudio no viene al caso.

Así, la zona del Paseo de la Independencia, Marina Moreno, Paseo de la Mina, Paseo de Pamplona, es una de las mejor dotadas por el servicio de abastecimiento de aguas. Las tuberías que la surcan son amplias, oscilando entre los 450 mm del Paseo de la Independencia y los 750 mm del Paseo de Pamplona. Es de destacar, por otra parte, que en este sector es donde se producen los mayores consumos. Los edificios alcanzan la medida más alta de la ciudad, albergando en ellos a gran número de vecinos. Asimismo, resulta ser la zona donde reside la población de mayor nivel de vida de toda la ciudad. Las necesidades per cápita son, pues, mucho mayores.

Otro importante sector en cuestión de abastecimiento es el comprendido entre Fernando el Católico, Calvo Sotelo y General Mola. Coincide con tres tuberías de singular importancia: las dos maestras procedentes de Pignatelli y la tubería de 750 mm que tiene su origen en el depósito de Las Canteras. Esta última, poco después de cruzar el Puente del Emperador Augusto sobre el Huerva, se disgrega en dos brazos, de 500 mm cada uno.

Más hacia el sur, las presiones altas se mantienen gracias a la presencia de los depósitos elevados de Las Canteras. De ahí partes dos tuberías con direcciones opuestas: una es la que se dirige hacia el Puente del Emperador Augusto y la otra, de 400 mm, se ocupa del suministro de las zonas más meridionales de la ciudad. Esta tubería pasa a ser pronto de 300 mm y, ya en el barrio de San Antonio, de 200 mm. Se aprecia, pues, una disminución progresiva hacia las zonas más alejadas y de mayor consumo.

Los sectores más orientales de la población no poseen una tupida red de grandes arterias. Sólo cabe reseñar para tan amplia zona dos tuberías de 500 mm cada una. Un caso semejante sucede con el extenso sector occidental. Destacan sobre todo las tres tuberías maestras que parten de los depósitos de Casablanca. Hacia las Avenidas de Navarra y Madrid las tuberías pasan a ser de 300 y 200 mm respectivamente, cuando las necesidades de consumo industrial serán crecientes en ambas zonas.

Por último, dentro de este breve esquema, resta hablar de la orilla izquierda del Ebro. Es aquí donde se encuentran sin duda los mayores problemas en el abastecimiento de la ciudad. El alejamiento de las fuentes de suministro obliga a importantes obras de tendido. El agua debe atravesar el río por los puentes y recuperar la altura perdida.

Se pueden apuntar dos grandes arterias: la primera atraviesa el Ebro por el Puente del Ferrocarril y se dirige hacia la Academia General Militar; la segunda cruza el río por el Puente de Piedra; es de 500 mm y abastece todo el sector del Arrabal. Existe además otra muy importante tubería que pasa por el Puente del Ferrocarril para suministrar agua a los nuevos sectores industriales (vid. más adelante). En cualquier caso, se aprecia una notable pérdida de presión en la orilla izquierda del Ebro.

Existen, pues, notables diferencias en cuanto a presión dentro de la ciudad, en función la mayoría de las veces de unas mayores o menores exigencias hidráulicas en el consumo doméstico. Hacia los extremos las grandes tuberías se diluyen paulatinamente en una red de conductos secundarios.

No obstante, el problema se agudiza en el caso de los barrios más alejados o semirurales, si bien el Plan Barrios contribuye a solucionar gran parte de los inconvenientes.

IV. EL CONSUMO DE AGUA EN ZARAGOZA

Desde los comienzos del abastecimiento organizado dos han sido los problemas fundamentales. En primer lugar, la calidad de las aguas, que sólo pudo resolverse satisfactoriamente con la inauguración de la estación clarificadora. Y, en segundo lugar, el elevado consumo presente ya en el momento en que el agua comenzó a subir a los pisos y acentuado a mediados del presente siglo. El segundo problema se mantiene todavía candente, si bien se aprecia una cierta estabilización en las cifras de consumo, que han pasado a ser menos espectaculares.

Es evidente que el abastecimiento de agua potable es uno de los más importantes apartados en las exigencias de una ciudad moderna. Dicho abastecimiento debe atender tres aspectos esenciales:

—De manera especial es preciso proporcionar agua para el servicio doméstico: agua de bebida, aseo personal, evacuación de residuos, etc.

—En segundo lugar, se atiende a las necesidades crecientes de la industria. La importancia de este apartado dentro del consumo varía según el grado de desarrollo o industrialización de la localidad.

—Se atiende, por último, a los servicios públicos, de menor volumen. Se incluyen aquí los gastos ocasionados por las fuentes públicas, riego de parques y jardines, limpieza de calles, servicio de incendios, etc.

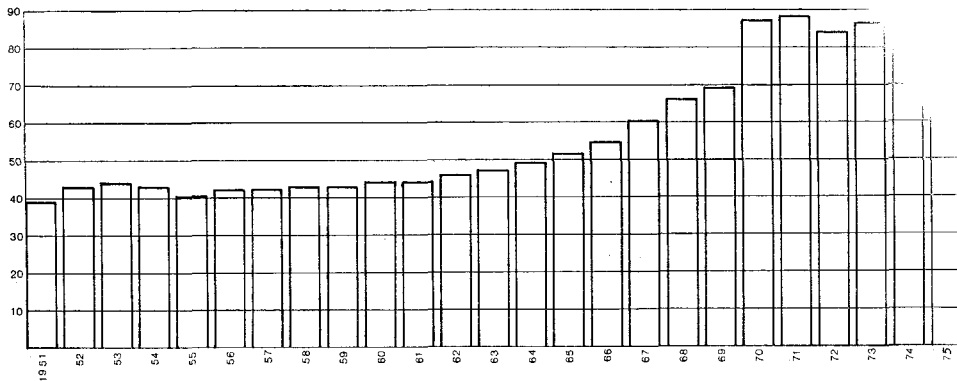
Sin embargo, la cantidad de agua consumida por una ciudad depende de numerosos factores; las necesidades no se determinan de un modo absoluto, "sino en relación con el clima, las costumbres de limpieza, las circunstancias locales, los usos diversos que se hace del agua, etc." (KOCH, 1969). La cantidad de agua precisa en la mayor parte de los países para la alimentación humana y la satisfacción de las necesidades biológicas no debe ser inferior a 150 lts./hab./día (cifr. KOCH, 1969). A pesar de ello, en numerosas localidades, sobre todo rurales, el consumo no alcanza los 100 litros, mientras en otras, mucho más desarrolladas, pueden alcanzarse los 400 y aun 500 lts./hab./día. Para KOCH, las necesidades medias de una ciudad europea se cifran entre 150-225 lts./hab./día, de los que 120 se dedicarían a usos privados y domésticos y entre 25 y 50 para usos industriales. Esta última cantidad, por supuesto, puede ser superada ampliamente en el caso de una ciudad muy industrializada.

En líneas generales, cabe afirmar que el consumo de agua en Zaragoza participa de una serie de características que la alejan del modelo expuesto por KOCH. Hoy Zaragoza ha alcanzado uno de los consumos más elevados de España, comparable al de algunas ciudades más avanzadas de Europa.

El consumo actual de Zaragoza supera los 90 millones de metros cúbicos al año, lo cual supone una dotación aproximada de 455 lit./has./día. Esta

cifra resulta de los caudales entregados por el Canal Imperial de Aragón al Ayuntamiento de la ciudad. No obstante, como se ha dicho anteriormente, el consumo se ha estabilizado desde 1970 en que ya se superaron los 87 millones de metros cúbicos, con un gasto de casi 500 lts./hab./día. 1970 parece ser, pues, el año en que el consumo de agua en Zaragoza alcanza su punto álgido. Pocos años antes, en 1967, el Sindicato Nacional de Agua, Gas y Electricidad daba como válida para Zaragoza una cifra de 378 lts./habitante/día, por debajo de Vitoria que ocupaba el primer lugar dentro de las capitales españolas con 397 lts./hab./día.

El gran salto en el consumo per cápita entre 1967 y 1970 viene claramente reflejado en el gráfico adjunto. De los 60 millones de metros cúbicos consumidos en 1967 se pasa a los más de 87 millones en 1970. El salto es muy considerable y se explica en gran parte por la inauguración de las nuevas instalaciones de Casablanca y el incremento del consumo industrial.



Evolución del consumo de agua en Zaragoza
(en millones de m³)

Según datos de la revista *Ciencia Urbana*, en 1969 la media española de las capitales de provincia era de unos 243 lts./hab./día, mientras en los municipios de más de 10.000 habitantes la cifra queda reducida a 126 lts./hab./día. Y todavía 26 capitales de provincia tenían menos de la mitad del consumo de Zaragoza, con la cifra límite de 65 lts./hab./día para Badajoz. Por supuesto, el elevado consumo de Zaragoza lleva consigo una serie de problemas:

- En primer lugar, produce exceso de demanda y por tanto una disminución de la presión y caudal. En casos extremos se llega a la carencia de suministro en los sectores más alejados de la ciudad.
- Las instalaciones deben trabajar prácticamente a tope. Con ello los gastos aumentan y en ocasiones —sobre todo en los primeros proyectos de la primera mitad del siglo— las nuevas obras quedan inutilizadas a los pocos años de haber sido inauguradas.

En un apartado posterior se hará hincapié en los factores que inciden en el consumo de Zaragoza. Cabe señalar ahora que la cantidad de agua gasta sufre fuertes variaciones en función de unas necesidades oscilantes. Se distinguen así cuatro clases de variaciones, cuyos efectos tienen alcance diferente: anuales, mensuales, semanales y diarias.

a) *Variaciones anuales.* — Se observa, en líneas generales, un fuerte incremento desde el año 1949 hasta la actualidad, con algunas alternativas que desdibujan la continuidad de la línea (vid. gráfico adjunto). Hasta los años 60-62 el consumo se mantuvo estacionario —aunque siempre elevado— por varias razones:

- La población de Zaragoza crecía a niveles discretos.
- La industrialización de Zaragoza no había comenzado aún su etapa expansiva. El nivel de desarrollo industrial estaba muy bajo y por ello las necesidades de agua no eran tan urgentes.
- Las instalaciones para el abastecimiento habían alcanzado su límite de posibilidades. Ya no eran capaces de tratar más agua de la que trataban porque se habían quedado pequeñas para las necesidades de Zaragoza.

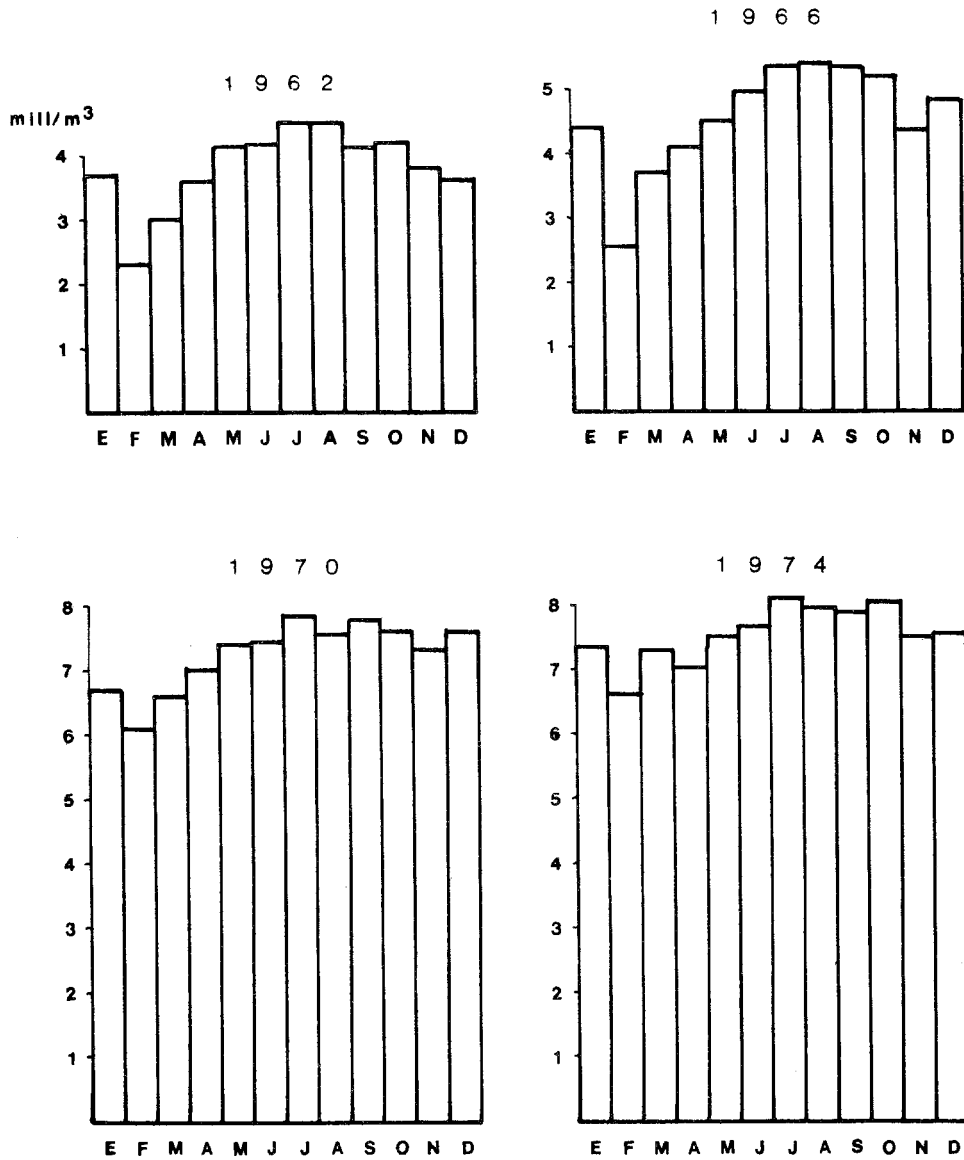
En este período (1949-1962) el nivel de consumo se mantuvo entre 36,5 millones de metros cúbicos en 1949 y algo más de 44 millones en 1953. El crecimiento no fue, pues, continuado, sino que se incrementaba un año para decrecer al año siguiente, siempre dentro de las dos cifras citadas. Las causas de esta oscilación podían ir desde una avería en el Canal o en la red de distribución hasta temperaturas más elevadas en un verano determinado. Por ello, aunque el volumen absoluto se mantuvo estacionario, no sucede lo mismo con el consumo relativo, que fue decreciendo a medida que aumentaba la población. Un ejemplo de ello se encuentra en los datos de 1950 y 1955.

En 1950, con una población de 264.256 habitantes, correspondía una dotación de 443 lts./hab./día. Mientras tanto, en 1955, con una población de 274.222 habitantes, la dotación descendía a 394 lts./hab./día.

Después de 1960-62 el crecimiento del consumo en cifras absolutas se hace vertiginoso. Pasa de 45,7 millones de metros cúbicos en 1962 a más de 66 millones en 1968. Como ya se ha señalado anteriormente da el gran salto en 1970, estabilizándose en la actualidad alrededor de 90 millones de metros cúbicos. Todo este rápido crecimiento está en función de varios factores, pero cabe aquí destacar el fuerte incremento experimentado por la población de Zaragoza.

A principios de siglo los índices de crecimiento demográfico oscilaban alrededor de cifras inferiores al 2 % anual, subiendo fuertemente en la postguerra para decrecer a partir de 1945. Sin embargo, en la década 1960-1970 Zaragoza comienza a atraer con mucho mayor impulso a gran cantidad de personas, procedentes sobre todo de las tres provincias aragonesas, más Soria y Guadalajara (HIGUERAS ARNAL, 1968). La consecuencia es que si en 1960 la población zaragozana alcanzaba ya la cifra de 326.316 habitan-

Evolución mensual del consumo de agua



tes, en 1970 —oficialmente— se aproximaba a los 500.000. A esto hay que añadir que, como es lógico, el ritmo de incremento del consumo de agua es más elevado, pues las necesidades domésticas, industriales y de servicios públicos son cada vez mayores. En los últimos años, el volumen de agua consumida crecía a razón de casi un 10 por ciento anual hasta 1970.

Al factor demográfico, de vital importancia, cabría sumar el auge cobrado por la construcción y el fuerte proceso de industrialización desde 1965. En páginas siguientes se insistirá sobre este último factor.

b) *Evolución mensual.* — El consumo a lo largo del año no es constante. Varía con las estaciones de forma muy ligada a la climatología. En efecto, en los gráficos adjuntos se observa cómo durante el verano el consumo se acentúa, para decrecer de nuevo durante los meses invernales. Las causas de esta variación estacional son muy diversas:

—En primer lugar, la razón del mayor consumo estival se encuentra en el aumento de las necesidades biológicas conforme se elevan las temperaturas.

—En segundo lugar, existe un incremento de los consumos municipales en sus servicios más comunes: riego de parques y jardines, así como la limpieza de las calles de la ciudad. Es también la época en que con mayor frecuencia se declaran incendios.

Ahora bien, es de destacar que el verano es la época en que gran parte de la población sale de vacaciones. De ahí resulta que el consumo no es tan exagerado como debería ser normalmente. Lo que sucede es que la población que permanece en la ciudad compensa con creces la disminución demográfica con un mayor consumo doméstico y, sobre todo, con las piscinas, que constituyen posiblemente el factor más importante en este sentido.

La consecuencia fundamental es que durante el verano el consumo per cápita aumenta fuertemente y aún aumentaría mucho más si se calculase con arreglo a la población real estival. Así, el mes de agosto de 1969 daba un volumen total próximo a los 7 millones de metros cúbicos, cifra inalcanzada hasta entonces. Tal cantidad representaba un consumo de más de 500 lts./hab./día.

Es interesante también destacar que durante el mes de octubre se produce un máximo secundario que en dos ocasiones —1949 y 1950— ha llegado a ser primario. En este caso, la situación se explica por las Fiestas del Pilar y la gran afluencia de personas que llevan consigo.

Por el contrario, las mínimas coinciden con los meses invernales y comienzos de primavera. Cabe señalar que las necesidades biológicas se reducen considerablemente y los riegos de parques y jardines pierden importancia. Solamente el consumo industrial se mantiene estable. Por otra parte, es preciso señalar que durante el invierno se produce el corte del Canal Imperial. Este fenómeno es responsable de un descenso importante en el consumo. Durante la breve duración del corte²⁴, Zaragoza debe suministrarse con los depósitos de reserva y con la toma directa del Ebro. Como resulta que las necesidades son superiores a las disponibilidades de agua, se impone realizar algunas restricciones. Los cortes en el suministro tienen lugar durante la noche, evitándose así numerosos escapes que inciden

24 Cada vez menor, porque las necesidades de Zaragoza son también mayores.

fuertemente en el consumo. De ahí que la mínima absoluta del año se presente en febrero o marzo.

La diferencia entre los meses que dan el mayor y el menor consumo se acerca a los dos millones de metros cúbicos. La consecuencia es que durante el invierno el consumo per cápita desciende a niveles más normales, generalmente por debajo de los 400 lts./hab./día.

c) *Variaciones semanales y diarias.* — A lo largo de la semana la curva de consumo de agua va oscilando en función de mayores o menores necesidades, no ya biológicas o municipales, sino sobre todo domésticas e industriales. Aunque no existen cálculos, se ha observado que los máximos semanales coinciden con los lunes y más secundariamente con los jueves. Por el contrario, el mínimo suele tener lugar en domingo. Esta disposición se debe a varios factores:

El lunes es el día en que tradicionalmente se realizan las “coladas” caseiras. El consumo llega a ser extraordinario y, por supuesto, superior incluso al de un día normal de verano. Las instalaciones se ven obligadas a trabajar a un ritmo muy superior al normal, poniendo en situación difícil al servicio de abastecimiento. Por su parte, el máximo secundario del jueves —normalmente sin importancia— se debe a que a mediados de semana tiene lugar una segunda “colada” de menor entidad.

El domingo, por el contrario, es el que proporciona las mínimas semanales por el descenso de la actividad industrial. En verano, no obstante, se observa que la disminución del consumo en domingo no es tan acentuada; incluso llega a equilibrarse con el resto de la semana: la reducción de la actividad industrial se ve compensada por un aumento fortísimo del consumo para piscinas.

Asimismo, durante el día también se producen fuertes oscilaciones, que dan lugar a importantes consumos en las llamadas “horas punta”. Las oscilaciones más frecuentes son las siguientes:

—Entre las 10 de la noche y las 7 de la mañana el gasto de agua sufre una enorme disminución. Las razones son evidentes: el consumo doméstico es nulo y la industria paraliza casi completamente su actividad. Sin embargo, hay un hecho que hace aumentar el consumo doméstico más de lo debido. Al disminuir el gasto normal, la presión de la red aumenta. Esto trae como consecuencia que las fugas de agua se hacen más intensas, llegando a atenuar ligeramente las variaciones del consumo entre el día y la noche.

—Durante el día se producen tres pequeños máximos: a los 8 de la mañana, a mediodía y entre las 6 y las 9 de la tarde, coincidiendo con diversas oscilaciones en la actividad doméstica e industrial. En cualquier caso, ninguno de estos máximos es lo suficientemente importante como para crear grandes irregularidades en la curva. Son simplemente pequeños incrementos en la evolución normal del consumo.

Los días festivos, por supuesto, este esquema se altera. Solamente existe

una clara diferenciación entre el día y la noche. Las variaciones diurnas son inapreciables y, cuando las hay, presentan diferente disposición.

V. LA DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO POR SECTORES DE ACTIVIDAD

La distribución del consumo de agua por sectores se realiza en Zaragoza de un modo muy desequilibrado. Este desequilibrio es consecuencia del elevado consumo doméstico con respecto al resto de los aprovechamientos. En 1967, según los datos del Sindicato de Agua, Gas y Electricidad, la distribución de los consumos de Zaragoza era la siguiente:

Servicios domésticos	78 % del total
Servicios industriales... ..	10 "
Servicios municipales... ..	12 "

Posteriormente, el citado Sindicato no ha vuelto a publicar ninguna referencia estadística acerca del consumo de agua en las ciudades españolas. En este caso hay que acudir a los datos del Ayuntamiento de Zaragoza. Sin embargo, se plantea aquí un nuevo problema: ni todas las casas ni todas las industrias poseen contador que cuantifique el consumo; por otra parte, el Ayuntamiento no lleva ninguna contabilidad de lo que se consume en servicios públicos. Sólo existen, pues, datos acerca del consumo de agua en todos aquellos locales —habitados e industriales— que poseen contador, generalmente en los sectores construidos con posterioridad a 1950. Con una particularidad: se ha conseguido obtener el gasto ocasionado por el sector comercial²⁵. Así, en 1974 el consumo de agua en Zaragoza se distribuía de la siguiente forma:

Consumo doméstico	67 % del total
Consumo comercial	11 "
Consumo industrial	21 "
Consumo en obras.	1 "

En principio, parece que el consumo doméstico es netamente inferior al de 1967, lo cual pondría en duda la fiabilidad de una de las dos cifras. Sin embargo, ambas coinciden plenamente si en 1974 al consumo doméstico se añade el comercial. Por el contrario, aquí el consumo industrial es muy superior, fenómeno explicable en parte por el desarrollo industrial de Zaragoza desde finales de los 60, pero también justificable por el hecho de que al no entrar en el cuadro los servicios públicos, los restantes gastos ven aumentar lógicamente sus cifras.

Los esquemas anteriores demuestran una clara tendencia hacia el consumo doméstico. Este desequilibrio se hace más patente si se compara con los porcentajes calculados sobre los datos de la revista *Ciencia Urbana* (co-

²⁵ Datos suministrador por J. M.^a Marín Jaime.

rrespondiente a enero-febrero de 1969). Estos datos representan la media aproximada de las capitales de provincia españolas:

Consumo doméstico	59 % del total
Consumo industrial	16 "
Fuentes públicas	11 "
Servicios municipales... ..	14 "

Se observará cómo el consumo doméstico no es tan acentuado (un 20 % menos que en Zaragoza), con un mayor porcentaje para los servicios municipales e incluso para el consumo industrial si se compara con los datos de 1967.

Hay que tener en cuenta, no obstante, que estos últimos datos corresponden a la media de todo el país. En ella entran tanto las ciudades más industrializadas como aquellas de escaso desarrollo del sector secundario. Por ello, una comparación entre Zaragoza y una ciudad industrializada puede ser más expresiva en este sentido. Así, por ejemplo, en Bilbao la distribución del consumo por sectores fue la siguiente en 1967:

Consumo doméstico	45 % del total
Consumo industrial	22 "
Fuentes públicas	2 "
Servicios municipales... ..	31 "

Esta distribución indica ya un carácter industrial más claro, o por lo menos un más moderado gasto doméstico. Parecidos porcentajes se dan en Madrid, San Sebastián o Pamplona, variando en algunos casos cualquiera de los componentes de la proporción. En líneas generales el desequilibrio zaragozano puede deberse a dos factores:

- O bien se trata de un enorme derroche doméstico,
- o bien significa —hasta cierto punto— un subconsumo industrial.

El primer razonamiento parece más lógico si se tiene en cuenta que en toda España solamente Madrid y Barcelona superaban hasta hace poco tiempo a Zaragoza en la cifra global de consumo doméstico. Tanto Valencia, como Sevilla y Bilbao quedaban muy por debajo del volumen consumido en Zaragoza (que supone aproximadamente cuatro veces el de Bilbao). De esta forma, en cuanto a consumo doméstico propiamente dicho, Zaragoza alcanza unos niveles per cápita inigualables en todo el país, y posiblemente sin comparación en Europa (cif. datos de KOCH, 1969). Así, en 1967 sólo el consumo doméstico en Zaragoza representaba 244 lts./hab./día, que en la década de los 70 estaría rozando los 350 lts./hab./día. En la misma época en Madrid era de 165,3 litros y en Valencia de 83,7. Las cifras son bien elocuentes de esta anormalidad. Existe, pues, un derroche.

Por otra parte, no puede hablarse de subconsumo industrial por dos razones. En primer lugar, porque Zaragoza solamente se ve superada en volumen total de consumo industrial por Madrid, Barcelona y Sevilla. Y en se-

gundo lugar, porque dentro de esta cifra no se incluye todo el auténtico consumo industrial. Parece conveniente en este caso abrir un apartado especial al consumo de agua efectuado por la industria.

El consumo industrial. — Sin duda, la instalación de numerosas industrias en Zaragoza durante los últimos diez años ha sido un factor de vital importancia en el despegue de las cifras de consumo. Este fenómeno ha dado lugar a numerosos problemas. Hasta hace unos años la industria se encontraba dispersa por todo el casco urbano. MENSUA (1954) señala que al predominar la industria de transformación, de escaso número de obreros y poco exigente en espacio, es fácilmente adaptable a cualquier sector de la ciudad. Ocupa por lo general plantas bajas de las viviendas o patios interiores de manzanas²⁶. En estos momentos, sin embargo, existe una concentración en polígonos de desarrollo, pero todos ellos se encuentran muy alejados de los centros de distribución de agua, lo cual dificulta el transporte.

En la actualidad, de los siete polígonos previstos, solamente se hallan dotados del servicio de agua los de Malpica y Cogullada. El resto se abastece por dos métodos tradicionales:

—Los innumerables pozos de las capas freáticas del Ebro y del Gállego, beneficiándose de que Zaragoza se asienta sobre amplias terrazas. El aprovechamiento de estos niveles freáticos ofrece algunas variantes según su distancia con respecto a la línea inundada por las máximas avenidas ordinarias. En cualquier caso, son muy pocos los pozos inscritos en el Distrito Minero o en la Comisaría de Aguas del Ebro, a pesar de que todas las industrias del polígono de Casetas y buena parte de los de Malpica y Cogullada utilizan para su abastecimiento el agua de pozo. El consumo por este procedimiento es, pues, totalmente imposible de calcular.

—Las acequias que atraviesan el Campo de Zaragoza y la propia ciudad. Se trata de un procedimiento menos seguro que el de los pozos, pero exige una nula inversión inicial y mínimos gastos de mantenimiento. Es por ello fuente de suministro ideal para aquellas empresas de no muy elevado consumo y que no requieren agua tratada previamente. Existe, sin embargo, un gran inconveniente: el Canal Imperial tiene, como ya se ha visto, un corte anual. La consecuencia es que al menos las acequias que se surten del Canal no reciben ni una gota de agua durante algunos días. Las industrias, por tanto, se ven obligadas a cerrar o a utilizar otros recursos. Esto no sucede, sin embargo, con las acequias del Rabal, cuyo corte, para su limpieza, es mucho más breve (de ahí que la mayor parte de las industrias que utilizan este procedimiento lo hagan a partir de las acequias del Gállego).

De todas formas, aún cabría señalar otro inconveniente: durante el vera-

²⁶ Únicamente podía señalarse una clara concentración de las empresas más importantes en las proximidades del ferrocarril. Por el contrario, el casco antiguo —como suele suceder en todos los modelos urbanos— se ha caracterizado siempre por su vacío industrial.

no, las necesidades que las acequias han de cubrir son mucho mayores. En este caso, las industrias se ven subordinadas y muchas veces no pueden contar con el agua. Esto sucede porque en realidad no se trata de un contrato formal por medio del cual se les asegura una determinada continuidad; es más bien un contrato condicionado a las necesidades del Sindicato de Regantes²⁷.

En conclusión, cabe señalar que a las cifras de consumo industrial apuntadas más arriba hay que añadir el agua obtenida por medio de pozos y, muy en segundo lugar, el agua procedente de las acequias. Si la industria recientemente instalada hubiera de ser abastecida con agua clarificada desde Casablanca, los problemas serían incomparablemente mayores a los actuales. Y, sin embargo, esa situación debe presentarse en un plazo no muy lejano.

La distribución espacial del consumo. — Como resulta evidente, el consumo de agua no es homogéneo en toda la dimensión espacial de la ciudad. Existen unos sectores en los que por diversos factores —densidad de población, nivel de vida o tasa de industrialización— el gasto es muy superior e incluso tiende a ser creciente, mientras en otros se mantiene a niveles muy semejantes a los de comienzos del abastecimiento. Esta distribución es prácticamente imposible de estudiar por la ausencia de contadores en buena parte de las casas e industrias. Cabe, no obstante, otra posibilidad: analizar algunas zonas urbanas y ver cómo se distribuyen en ellas los consumos por sectores de actividad. Las áreas escogidas son en principio representativas de diversos tipos de ocupación: Las Fuentes, barrio obrero, el polígono de Cogullada²⁸, área altamente industrializada, y, por último, León XIII y el sector de la Plaza de Aragón, correspondientes ambos a una zona residencial elevada. La distribución del consumo en 1974 fue la siguiente:

	<u>Consumo doméstico</u>	<u>Consumo comercial</u>	<u>Consumo industrial</u>
Las Fuentes	89 %	8 %	3 %
Cogullada	4 %	9 %	87 %
León XIII	75 %	19 %	6 %
Plaza Aragón (sector)	77 %	10 %	13 %

Dos cuestiones resaltan a primera vista, como era de esperar. En el polígono de Cogullada el consumo industrial prima sobre los demás servicios dejando tan sólo un 4 % para el consumo doméstico. En segundo lugar, los sectores habitados con una densidad importante dan un porcentaje muy elevado de consumo doméstico. Sin embargo, puede hacerse una distinción bas-

27 Normalmente, el agua de las acequias se utiliza sólo para producir fuerza motriz. En caso de carencia de agua existe en la mayor parte de los casos posibilidad para conectar con la red de energía eléctrica.

28 Se han incluido el Camino Torrecillas, Mercazaragoza, camino de Cogullada y las calles Aurora, Esquedas, Santa Quiteria, Sierra de Alcubierre, Francisco Caballero, Bielsa, Mallorca y Santa Fé, aparte de algunos polígonos exclusivamente industriales.

tante clara entre el barrio de Las Fuentes y los dos enclaves de mayor nivel de vida.

En efecto, en el barrio de Las Fuentes el consumo doméstico es casi exclusivo, con muy escaso margen para el comercial e industrial. Al tratarse de un barrio fundamentalmente obrero, el comercio adquiere aquí muy poco peso; se trata del pequeño comercio al por menor dedicado sobre todo a alimentación y ocupando casi siempre locales muy reducidos. Por el contrario, en León XIII y en el sector de la Plaza de Aragón no es tan absolutamente dominante por la mayor importancia del consumo comercial.

VI. LAS CAUSAS DEL ELEVADO CONSUMO DE AGUA EN ZARAGOZA

Cualquiera de los muchos problemas de una ciudad responde a una serie muy compleja de factores. El abastecimiento de aguas es en sí mismo un problema, pero éste viene agravado en el caso de Zaragoza por cifras muy elevadas de consumo. Entre los factores que explican esta anomalía se pueden señalar los correspondientes a la evolución histórica del abastecimiento y a los cambios recientes experimentados por la ciudad. En cualquier caso destacan con gran fuerza los siguientes:

—El casco antiguo de Zaragoza sigue todavía alimentado en su mayor parte por la red de distribución instalada a principios de siglo. Es, por lo tanto, una red envejecida a pesar de la reconocida calidad de sus materiales. Por otra parte, en las zonas más antiguas el suelo está constituido por un aglomerado de materiales procedentes de primitivas construcciones. Los nuevos edificios del Coso, por ejemplo, se construyeron en su día sobre suelo falso. Al instalar la red de abastecimiento y producirse algunas filtraciones, muchos sectores han cedido, rompiendo así las tuberías. Hasta hace no mucho, el tendido de la calle de Valenzuela ha supuesto una auténtica pesadilla para el servicio de Vialidad y Aguas del Ayuntamiento. En la actualidad, el problema ha podido ser subsanado con ayuda de importantes obras y materiales. La conclusión es que las pérdidas de agua por escapes adquieren un volumen enorme; lo cual se comprueba también por el hecho de que durante la noche el consumo sigue siendo bastante elevado, a pesar de que los servicios domésticos e industriales son prácticamente nulos²⁹.

—La instalación de contadores no está generalizada a la totalidad del núcleo urbano. Hasta el año 1944 se funcionó con el sistema denominado a "caño libre" o a "tanto alzado". Este sistema —todavía vigente en los sectores más antiguos de la ciudad— no supone ninguna fiscalización por parte del Ayuntamiento, y puede dar lugar por tanto a gastos inútiles. A partir del 1 de enero de 1944 todas las casas e industrias de nueva construcción llevaron ya incorporado un contador.

—No cabe duda también de que Zaragoza ha experimentado cambios im-

²⁹ En el Plan Nacional de Abastecimiento y Saneamiento, publicado por el Ministerio de Obras Públicas en 1966, se afirma que el volumen de fugas supone aproximadamente un 25 por ciento del consumo total de agua en Zaragoza.

portantes. Desde mediados de los años 60 se ha producido un despegue industrial bastante intenso, que ha dado lugar incluso a la ampliación de la red de abastecimiento hacia los nuevos sectores industriales. Es el caso de dos polígonos situados en la orilla izquierda del Ebro. Esto ha provocado, por supuesto, un incremento en las cifras de consumo per cápita. Por otra parte, la industrialización ha atraído a gran número de inmigrantes, se ha ampliado el núcleo urbano propiamente dicho y por lo tanto la red de distribución tiene un mayor recorrido. En consecuencia, también es superior la posibilidad de fugas.

—Por último, se puede hablar de un auténtico derroche por parte de la población zaragozana. Quizás el hecho de que Zaragoza esté rodeada de cursos fluviales haya dado lugar a una desvalorización del agua y a una despreocupación por su conservación.

BIBLIOGRAFIA

- ASSO, I. ?1, 1798. — *Historia de la Economía Política de Aragón*. Reedición y notas por J. M. Casas Torres. Instituto de Estudios Pirenaicos, 1947, Zaragoza.
- BEAUJEAU-GARNIER, J. y CHABOT, P., 1970. — *Tratado de Geografía Urbana*. Ed. Vicens-Vives, 587 pp., Barcelona.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, J., 1963-64. — *El agua, problema de nuestro tiempo*. Anales de la Universidad de Valencia. Lección Inaugural. Valencia.
- BLASCO IJAZO, J., 1946. — El problema del abastecimiento de agua en Zaragoza ha motivado desde antaño hondas preocupaciones, grandes estudios y elevados gastos. *El Noticiero*, 19 de mayo de 1946, Zaragoza.
- BLASCO IJAZO, J., 1955. — El problema del agua en Zaragoza. *La Cadiera*, núm. 86. Zaragoza.
- CABALLERO IBÁÑEZ, F., 1940. — El abastecimiento de aguas de Zaragoza. *El Noticiero*, 19 de octubre de 1940, Zaragoza.
- CABALLERO IBÁÑEZ, F., 1943. Abastecimiento de aguas. *El Noticiero*, 16 de agosto de 1943, Zaragoza.
- CASAS TORRES, J. M., 1958. — *La ciudad como problema*. Publicaciones de la "Cátedra Zaragoza" del Excmo. Ayuntamiento, 48 pp., Zaragoza.
- CEREZO, J. L., 1965. — El abastecimiento de agua en Zaragoza y su clarificación. *Boletín Municipal*, Zaragoza.
- CIENCIA URBANA, 1969. — Monografía titulada *Agua y urbanización*, núm. 1, enero-febrero, 66 pp., Madrid.
- FERNÁNDEZ MARCO, J. L., 1961. — *El Canal Imperial de Aragón*. Instituto Juan Sebastián Elcano, 179 pp., Zaragoza.
- FURÓN, R., 1967. — *El agua en el mundo*. Alianza Editorial, 225 pp., Madrid.
- GIMÉNEZ SOLER, A., GUTIÉRREZ, M. y LASIERRA, A., 1932. — *El Canal Imperial de Aragón*. Zaragoza.
- HIGUERAS ARNAL, A., 1968. — Nota acerca del crecimiento de la población de Zaragoza, 1960-67. *Miscelánea al profesor Lacarra*, pp. 323-330, Zaragoza.
- HIGUERAS ARNAL, A., 1969. — La agricultura de regadío en España. *Miscelánea al profesor Canellas*, pp. 585-630, Zaragoza.
- KOCH, P., 1969. — *Alimentation en eau des agglomérations*. Editions Dunod, 368 pp., París.
- LASIERRA PURROY, A., 1909. — El abastecimiento de agua potable y saneamiento de la ciudad. *Heraldo de Aragón*, 31 de mayo y 2 de junio de 1909, Zaragoza.

- LASIERRA PURROY, A., 1925. — El Canal y sus derivaciones. *El Noticiero*, 24 de noviembre de 1925, Zaragoza.
- LÓPEZ PUEYO, J., 1922. — *La depuración y clarificación de las aguas que abastecen a Zaragoza*. Publicaciones de la Academia de Ciencias, Zaragoza.
- MENSUÁ, S., 1954. — La localización de las industrias de Zaragoza. *Geographica*, núms. 2, 3, 4, pp. 120-123, Zaragoza.
- NAVARRO FERRER, A. M.^a, 1962. — Geografía urbana de Zaragoza. *Geographica*, número monográfico, 199 pp., Zaragoza.
- PAZ MAROTO, J., 1945. — *Vialidad y saneamiento*. Publicaciones del Instituto de Estudios de Administración Local, 197 pp., Madrid.
- SCIENTIFIC AMERICAN, 1967. — *La ciudad*. Alianza Editorial, 360 pp., Madrid.
- SERVICIO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 1967. — *Datos estadísticos, técnicos y laborales en las industrias de abastecimiento de aguas potables y de regadío en España*. Sindicato de Agua, Gas y Electricidad, Madrid.
- SPORCK, J., 1955. — *L'eau et la géographie du peuplement et de l'habitat*. Cercle des géographes liegeois, Liège.