

A-C.142/2

P. 68  
H

93

31 pag. incho. fortada. A l'estada y flama / l'ajuda

Re

43

19  
Bardo:  
Troops

A - Gi. 142/2

$\frac{R}{60996}$

# CANAL DE ISABEL II.



# CANAL DE ISABEL II.



## ANTE-PROYECTO

DE LA

# DISTRIBUCION DE SUS AGUAS

EN EL INTERIOR DE MADRID.



MADRID.

IMPRESA, FUNDICION Y LIBRERIA DE D. EUSEBIO AGUADO.

1855.



## MINISTERIO DE FOMENTO.

---

*S. M. la Reina (q. D. g.), de acuerdo con lo informado por la Junta consultiva de Caminos, Canales y Puertos, se ha servido aprobar el Ante-proyecto para la distribucion de las aguas del Canal de Isabel II en el interior de Madrid, formado por el Ingeniero D. José Morer, disponiendo que á la brevedad posible se proceda al estudio del proyecto completo y definitivo, con sujecion á las bases sentadas en el referido Ante-proyecto; en la inteligencia de que se ha de hacer el estudio con toda la copia de datos necesaria para dar principio á las obras inmediatamente despues de aprobado, ya sea por administracion, ó bien adjudicándolas en publica subasta.*

*Al propio tiempo se ha dignado mandar se disponga por ese Consejo la impresion del espresado Ante-proyecto, á fin de dar á este trabajo la publicidad conveniente; cuidando de cargar el coste de su publicacion á la cuenta correspondiente en la distribucion interior.==Dios guarde á V. E. muchos años.==  
Madrid 19 de mayo de 1855.==Francisco Luxan.==Excmo. Señor Presidente del Consejo de Administracion del Canal de Isabel II.*



# CANAL DE ISABEL II.



## MEMORIA

DEL

### ANTE-PROYECTO DE LA DISTRIBUCION.



Abastecer completa y convenientemente de aguas á una poblacion, es poner á disposicion de sus habitantes toda la que exigen los usos domésticos; limpiar, embellecer y hacer saludables sus casas, calles y paseos; favorecer la circulacion; fomentar la industria; evitar, ó por lo menos reducir á proporciones casi insignificantes, los siniestros que ocasionan los incendios; y en una palabra, ocurrir á todas las necesidades que la naturaleza, la industria y la cultura desarrollan respecto al agua, en el seno de las grandes poblaciones.

Dos operaciones son indispensables para obtener este resultado:

- 1.<sup>a</sup> Conducir á uno ó mas puntos del perímetro de la poblacion, un caudal de agua en relacion con el número de sus habitantes; y 2.<sup>a</sup> distribuir este caudal en el interior, llevándolo á los puntos mismos adonde debe emplearse.

La primera se ha ejecutado en Madrid derivando las aguas del Lozoya por el Canal de Isabel II; y á establecer los medios necesarios para llevar á cabo la segunda se dirige este escrito, si bien con el laconismo propio de un ante-proyecto.

La primera cuestion que se presenta, y que sirve de base á todas las demás, es la determinacion de la cantidad de agua que deberá introducirse en la Corte; pues el caudal de la derivacion permite, no solo atender á todos los servicios de la poblacion, sino tambien dedicar un gran volumen á la creacion de establecimientos industriales y casas de recreo en las afueras. Cuestion es esta que no puede resolverse mas que por la observacion y el análisis de los hechos que tienen lugar en las ciudades donde se halla ya establecido un buen sistema de distribucion; y aun así, á la solucion obtenida acompaña siempre cierta indeterminacion, debida por una parte, á las grandes diferencias que presentan los abastecimientos de las ciudades en que se miran como mejor cubiertas las atenciones de este servicio, y por otra, á la dificultad de apreciar la influencia ocasionada por las variaciones de clima, costumbres, posicion topográfica, estado de la industria, y otras muchas, que cambian notablemente al pasar de una á otra localidad.

Hay tambien que tener en cuenta, al fijar definitivamente la cantidad de agua necesaria para servir á una ciudad, el incremento que podrán tomar en lo sucesivo todas las necesidades, dando, en la decision, á este elemento, la influencia que racionalmente le corresponde. Tan imprudente y anti-económico sería establecer desde luego una distribucion capaz de ocurrir á los servicios de una poblacion doble ó triple de la actual, como empeñarse en limitar estrictamente sus dimensiones todas, á las necesidades presentes. Se comprenderá la importancia de esta observacion si se reflexiona, que entre las obras todas de una distribucion, unas, como de-

pósitos, fuentes de vecindad, bocas de riego é incendios, ocasionan un gasto que con pequeñas diferencias crece proporcionalmente al consumo de la poblacion; al paso que el que proviene de las demas y especialmente de la tubería, crece con mucha lentitud, aun cuando se eleve rápidamente la cifra del consumo: de donde se desprende naturalmente, que en el proyecto de las primeras deberá dominar el pensamiento de servir á las necesidades actuales; y en el de las segundas, el de cubrir no solo las atenciones del presente, sino tambien hacer la parte de las venideras. ¿Cuáles son para Madrid estas necesidades, y qué cantidades de agua exigen?

Todos los usos á que se destina el agua en una gran poblacion, se dividen naturalmente en dos grandes secciones. La primera comprende las necesidades particulares, y la segunda las necesidades públicas. Pertenecen á la primera la bebida y preparacion de los alimentos, la limpieza personal, el riego y lavado de todas las dependencias de una casa, la manutencion de los animales domésticos, los establecimientos de baños, y los industriales; y á la segunda el riego y barrido de las calles, plazas y paseos, la limpieza de las alcantarillas, el abastecimiento de las fuentes monumentales, y la estincion de los incendios.

No es posible medir en las distribuciones ya establecidas, la parte que corresponde á cada una de las necesidades particulares; únicamente puede apreciarse con alguna aproximacion la cantidad de agua que exige su conjunto. De las observaciones hechas en los puntos donde el consumo es enteramente libre resulta, que en las ciudades mas populosas é industriales, todas las necesidades particulares quedan cubiertas con un total de 50 litros por habitante y por dia. En rigor con 20 litros se satisfacen ámpliamente las exigencias puramente personales; pero este número se eleva á los 50 para atender á la manutencion de los animales domésticos, al riego de los jardines particulares, á los lavaderos, baños y

establecimientos industriales; es decir, á todos los demas servicios privados.

Mayor indeterminacion ofrece aún la apreciacion del consumo aferente á las necesidades del comun de vecinos. Las necesidades particulares son, con ligeras diferencias, las mismas en todos los grandes centros de poblacion, y tambien se las satisface bajo el mismo principio: las necesidades públicas varian en mayor escala con las circunstancias de la localidad, y pueden emplearse diferentes medios para llenarlas. Asi, en unas poblaciones no se encuentran fuentes monumentales, al paso que en otras, el clima y las costumbres han hecho su establecimiento una necesidad que no puede menos de atenderse; en unas, las alcantarillas reciben solamente el agua de las lluvias, y la de los riegos y barridos; en otras, hallándose en comunicacion con los pozos de aguas inmundas de las casas, admiten las aguas y residuos de toda especie que en estas se arrojan á las letrinas. Finalmente, el barrido de las calles puede ejecutarse por distintos medios, que exigen todos diversas cantidades de agua.

Admitiendo que en Madrid se regase tres veces al dia la totalidad de las calles, es decir, una faja de unos 90.000 metros de largo y de unos 6 de ancho, y que en cada metro superficial se empleasen  $1\frac{1}{2}$  litros, exigiría este servicio un gasto diario de 2430 metros cúbicos, que referidos al número de habitantes (suponiéndolo de 250.000), sería de 10 litros por habitante y por dia.

El consumo de las fuentes de ornato, mas que de verdadera necesidad es en rigor solo de lujo, y puede decirse que no tiene límite fijo. En la precision de asignarle un valor diremos solamente, que en París se dedican á este objeto unos 13.000 metros cúbicos, lo que corresponde á 13 litros por habitante, y que en Madrid, atendidas las circunstancias de localidad, y á que hay construidas algunas fuentes de primer orden, que sería ridículo dejar en seco cuando se va á traer un rio á las puertas de la Corte, le fijaremos en 20.

Muy corta es la cantidad de agua que se necesita dedicar exclusivamente á la limpieza de las alcantarillas, porque por una parte estos conductos recibirán las aguas de cocina y lavado de las casas particulares, asi como las llovedizas, las del riego de la via pública, y gran parte de la que arrojen las fuentes monumentales, y por otra los desniveles del terreno de Madrid permiten establecer un sistema de alcantarillas de gran pendiente, dando por lo tanto á las aguas que corran por ellas una gran fuerza para arrastrar fuera de la poblacion, cuantos objetos se arrojen á su interior. En Londres, con un mal sistema de alcantarillas, no se emplean mas de  $1\frac{1}{2}$  litros por habitante en esta operacion; y en París no llega á 1 litro la cantidad asi gastada: verdad es que en esta última ciudad, las alcantarillas no reciben mas que las aguas que corren por la via pública. En Madrid, á pesar de que la configuracion de su suelo se presta admirablemente á las exigencias de este servicio, lo elevaremos á 4 litros, en atencion á la mayor facilidad que proporciona el clima para la formacion y desprendimiento de las emanaciones que siempre tienen lugar en estos conductos, y tambien á que en la construccion de un nuevo sistema general de alcantarillas, convendrá aprovechar algunas de las actuales, aun cuando su forma, pendientes y dimensiones no sean las mas á propósito para el servicio á que se las destina.

Finalmente, la estincion de los incendios es por su naturaleza un servicio eventual, y exige por lo tanto una cantidad de agua variable, que no se consume uniforme ó periódicamente como la que se destina á cubrir las demas atenciones; asi es muy difícil sujetarla á una apreciacion ni aun aproximada. En Londres no llega á  $\frac{1}{3}$  de litro por habitante, y en la distribucion de París no se le asigna cantidad alguna. Se comprende perfectamente, que una vez realizada la distribucion en todo el interior de Madrid, y corriendo el agua por las cañerías con una presion de 25 á 30 metros, nada mas facil

que cortar con rapidez todo incendio, y reducir á cantidades insignificantes el agua consumida en estos usos.

Reuniendo las valuaciones que acabamos de hacer, obtendremos el consumo diario por habitante en Madrid de la manera siguiente.

	Litros.	
<i>Necesidades particulares</i> .....	50	
<i>Necesidades públicas</i> {	Riego de la via pública.....	10
	Fuentes monumentales.....	20
	Limpia de las alcantarillas.....	4
	Estincion de incendios y demas consumos eventuales imprevistos.....	6
<i>Total por habitante</i> .....	90	

El consumo diario de Madrid con la poblacion de 250.000 habitantes, será por lo tanto de 22500 metros cúbicos. Mas si al proyectar el depósito que se está construyendo en el Campo de Guardias se ha contado (por las razones que hemos espuesto mas arriba) tan solo con la poblacion actual, ¿deberemos igualmente atenernos á este número en la determinacion de las principales dimensiones del sistema de distribucion? No, seguramente.

Dada la lonjitud y los desniveles con relacion al depósito de un sistema de cañerías, si se determinan sus diámetros de manera que pueda distribuir una cierta cantidad de agua  $a$ , el coste que ocasionará la tubería (que es el elemento dominante en esta clase de obras) puede representarse por la espresion  $G = \alpha \sqrt[3]{a^2}$ , en la que  $\alpha$  es un número que depende solamente del precio del hierro y de la lonjitud y carga de las cañerías. Si en lugar de determinar los diámetros de es-

te sistema para el consumo  $a$ , se hubieran calculado para otro

cualquiera  $A$ , el coste del nuevo sistema sería  $G' = a \sqrt[5]{A^2}$

de donde se deduce  $G' = G \sqrt[5]{\frac{A^2}{a^2}}$ . Así, en Madrid, si el dis-

tribuir los 22.500 metros cúbicos exige en la tubería un desembolso como 1, el distribuir 30.000 metros cúbicos, es decir, una tercera parte mas, costará 1,12 ó lo que es lo mismo, que el aumento de un 33 por 100 en la cantidad de agua distribuida, no ocasiona mas que el de un 12 por 100 en el capital de establecimiento.

Y si, prescindiendo de esta consideracion, se atendiese en la distribucion únicamente al consumo de los 22.500 metros cúbicos necesario en la actualidad, la misma fórmula nos dice, que el dia en que se quisiera introducir una nueva cantidad de agua igual á la tercera parte de estos 22.500 metros, sería preciso plantear un nuevo sistema, que ocasionaría un gasto igual al 64 por 100 del que exige la distribucion de los 22.500 rs.; es decir, que el aumento del 12 por 100 actual, evita el de 64 por 100 en lo sucesivo. Ante semejantes resultados, lo único que pudiera dudarse es, si convendria ir aún mas allá de los 30.000 metros cúbicos en la distribucion actual. Sin embargo, creemos muy suficiente este caudal de agua como base de la distribucion que se propone para la Corte, pues con él se puede ocurrir á cuantos servicios exige una poblacion de 333.000 habitantes, y en la que la industria haya adquirido un desarrollo comparable al de las principales ciudades de Inglaterra.

Dos medios esencialmente distintos pueden emplearse para distribuir el agua en una poblacion. Consiste el primero, en la construccion de un cierto número de fuentes públicas, entre las que se reparte el volumen de que se puede disponer, dejando á los habitantes el cuidado de tomarla y tras-



portarla á sus casas. En el segundo se establece un sistema general de cañerías, que recorriendo todas las calles, permite al agua llegar por sí sola á todas las casas, y cuando (como sucede en nuestro caso) se dispone de una presión suficiente, subir á los pisos mas elevados.

Inútil sería empeñarnos en demostrar las ventajas que este segundo medio tiene sobre el otro: tan solo diremos, que si no se emplea esclusivamente es debido, en la mayor parte de los casos, á que no puede disponerse del crecido capital que exige su establecimiento, y en los demás, á la escasez de aguas con que se hallan dotadas algunas poblaciones.

Así, al adoptar el tipo de 90 litros por habitante, habíamos ya prejuzgado la cuestión, pues es imposible consumir diariamente 22.500 metros cúbicos por el sistema actual de Madrid.

Admitido el de distribución domiciliaria, y fijado en 30.000 metros cúbicos el consumo diario de la Corte, hay que determinar el trazado de las cañerías principales, y el diámetro que corresponde á cada una de ellas. No hay regla alguna que pueda conducir de una manera fija y segura á la mejor solución de este problema; quedando por ello reducido en cada localidad, á una cuestión de pura apreciación de las ventajas é inconvenientes respectivos de las infinitas soluciones que pueden presentarse. El único principio general aplicable á todas las localidades, y que parece haber sido completamente desatendido en muchas distribuciones de importancia, es el de que conviene siempre, como medida altamente económica, no repartir el agua de una cañería entre los diversos orificios y cañerías secundarias que debe abastecer, sino á las menores distancias á que pueda acercarse á estos orificios. Solo debe faltarse á este principio cuando haya que atender á otra circunstancia mas importante, y de que hablaremos dentro de un momento.

Por lo tanto, debe proscribirse el situar dos cañerías principales en una misma calle ó calles próximas y paralelas,

y con mucha mas razon, los grupos de tres, cuatro y cinco cañerías que se observan en la distribución de las aguas del canal del Ourcq en París.

Con arreglo al mismo principio, toda el agua que se consume en Madrid debería marchar por un solo tubo hasta la puerta de Bilbao (que es la mas próxima al depósito); y la que se necesita para al abastecimiento de los barrios mas lejanos de dicha puerta, debería tambien atravesar en un solo conducto las calles intermedias. Se concibe, sin embargo, que la aplicacion rigorosa de este principio, conduciría á una distribución, en la que el servicio de una gran parte de la poblacion quedaria completamente interrumpido, siempre que fuese necesaria la mas pequeña reparacion en un conducto principal. Y si la descomposicion tuviese lugar en la parte de cañería situada entre el depósito y la puerta de Bilbao, faltaria el agua en la poblacion entera.

Para remediar inconvenientes de tanta importancia, proponemos una doble cañería, que desde el depósito llegue á la puerta de Bilbao, donde se dividirá en tres: la central, que es la mas importante (y que sería única á no ser por las razones que acabamos de esponer), marchará por las calles de Fuencarral, la Montera y de las Carretas; la del Oeste recorrerá las calles de San Bernardo, Costanilla de los Angeles, de las Fuentes, Plaza mayor, y una pequeña parte de la de Toledo; y la del Este las calles de la Florida, del Barquillo, del Turco y del Leon. De esta manera se hace depender el abastecimiento de la corte de tres sistemas de cañerías distintos; pero no se crea por eso que pretendemos, análogamente á la práctica seguida en Lóndres y lo propuesto en París por Mr. Genieys, hacer independientes entre sí estos tres sistemas: tan lejos estamos de ello que proponemos la mútua comunicacion, no solo de las cañerías principales sino de todas las demás, á pesar del pequeño aumento de coste que necesariamente ocasionará esta medida.

De modo, que cuando en el estado normal funcionen todas á la vez, la distribucion formará una sola red de tubos, en la que el agua podrá, en casos necesarios, marchar en todas direcciones. Asi, una cañería de gran diámetro situada en la calle de la Concepcion Gerónima y la de Atocha, unirá las tres principales; y otras trasversales, aunque de menos importancia, establecerán nuevas comunicaciones, situadas en las calles mas principales é inmediatas á las divisorias que presenta la configuracion del terreno. Con este sistema se logra limitar las interrupciones del servicio á un espacio muy reducido. Si, por ejemplo, fuese necesaria una reparacion en la calle de la Montera, cerrando las llaves situadas en la Red de San Luis y en la puerta del Sol, quedaria dividida la cañería central y todas las que dependen de ella en tres secciones: 1.<sup>a</sup> desde el depósito hasta la Red de San Luis; 2.<sup>a</sup> desde este punto á la Puerta del Sol; y 3.<sup>a</sup> desde aqui á la calle de Atocha. En la primera seguiria el servicio en su estado normal; en la segunda quedaria interrumpido; y en la tercera se haria por las cañerías del E. y del O., que darian agua á la central y á las que dependen de ella. Asi, la interrupcion se limitaria únicamente á la calle de la Montera. La mútua comunicacion de las cañerías disminuye tambien las pérdidas de carga, y hace mas fáciles los desagües en el caso de una reparacion; y por lo tanto, aun cuando en el plano que acompaña á esta Memoria, en el que se han marcado respectivamente con líneas de diversos gruesos las cañerías principales, las de comunicacion ó de segundo orden, y las de tercero, no se han enlazado estas últimas, ha sido únicamente con el objeto de indicar una de las bases que hemos adoptado para simplificar el cálculo de los diámetros de todo el sistema.

Indicadas las consideraciones que han servido de base para la fijacion de las cañerías principales y de segundo orden, y adoptado el número de 30.000 metros cúbicos para

representar el gasto diario del sistema completo de distribución, es indispensable, para poder determinar los diámetros de toda la tubería, fijar la marcha del servicio, es decir, la manera de consumir los 30.000 metros cúbicos en cada 24 horas. En efecto, si el consumo que exigen las diversas necesidades de una población fuese uniforme, es decir, que en cada unidad de tiempo se emplease constantemente la misma cantidad de agua, el consumo por segundo en Madrid sería  $\frac{30.000}{86.400}$  metros cúbicos, ó de 347 litros; é indudablemente á este número habria que arreglar los diámetros todos de la tubería. Mas si el servicio de las necesidades particulares se hace en algunas poblaciones con arreglo á este principio (que en nuestra opinion no es el mas conveniente), el de las necesidades públicas no puede nunca sujetarse á él, porque este servicio es por su naturaleza misma variable, no solo de un momento á otro del dia, sino tambien de uno á otro dia. En efecto, el consumo que ocasionan las fuentes monumentales deberá suspenderse durante la noche; el de los riegos deberá tener lugar en un muy corto número de horas, y se comprende que en ciertas épocas del año llegará casi á desaparecer completamente; y por último, la estincion de los incendios es un servicio puramente eventual: no quedando por lo tanto entre todas las necesidades públicas mas que la limpieza de las alcantarillas, como la única que pudiera admitir un servicio constante y uniforme. Mas en el momento en que un sistema de distribución tiene que arrojar distintas cantidades de agua en las diversas horas del dia, es indispensable que sus dimensiones todas se arreglen al máximo valor del consumo; y de aqui la necesidad, segun hemos indicado, de fijar la marcha completa del servicio público y particular, para poder deducir ese máximo gasto.

En la imposibilidad de estudiar en todos sus pormenores la manera de atender mas ventajosamente al servicio de to-

das las necesidades de la poblacion, y teniendo en cuenta que semejante estudio saldria de los límites que á este escrito impone naturalmente su carácter, hemos adoptado como valor del máximo consumo de agua, y por consiguiente como base de todos los cálculos, el de 1 metro cúbico por segundo; es decir, el triplo del que tendria lugar en la hipótesis de un consumo uniforme durante las 24 horas: lo cual equivale evidentemente á suponer que este consumo se hiciera todo entero en la tercera parte del dia. Por iguales razones hemos prescindido de la posicion de las fuentes monumentales, de las bocas de riego é incendios, y de los establecimientos y jardines públicos, y hemos admitido que la cantidad de agua que debe llevar cada cañería es proporcional al número de habitantes de las calles que ha de abastecer; hipótesis harto aproximada para la formacion de un ante-proyecto.

Calculada bajo este principio la cantidad de agua que cada tubo ha de conducir, deducidas sus longitudes del plano de Madrid formado por los ingenieros Gutierrez, Merlo y Ribera, y referidos sus desniveles á la solera del depósito con arreglo á la nivelacion del mismo plano, se han calculado los diámetros de manera que puedan verter su caudal á la altura de los pisos mas elevados de las casas.

Hay que advertir, sin embargo, que no ha sido posible obtener este resultado para la totalidad del caserío de la corte. El fondo del depósito del Campo de Guardias está solamente á 10,4 metros sobre el umbral de la puerta de Santa Bárbara, que es el punto mas alto de Madrid; y aun suponiendo que se quisiese contar con toda la altura de agua (que es de 5,16 metros) en el mismo depósito, siempre resultará que el plano horizontal, prolongacion del nivel superior del agua, cortaria debajo de los pisos terceros á las casas inmediatas á la puerta de Santa Bárbara y á la de Bilbao, enrasaria con el alero de los tejados de la plaza de