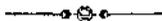


CANAL DE ISABEL II.

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.

1

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.^a 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.^a 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 sólo 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, exigiria este servicio un gasto diario de 2430 metros cúbicos, que referidos al número de habitantes (suponiéndolo de 250.000), seria 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 limite 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 seria ridiculo 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 esclusivamente á la limpieza de las alcantarillas, porque por una parte estos conductos recibirán las aguas de cocina y lavado de las casas particulares, así como las llovedizas, las del riego de la vía 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 población, 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 así gastada: verdad es que en esta última ciudad, las alcantarillas no reciben mas que las aguas que corren por la vía pública. En Madrid, á pesar de que la configuración de su suelo se presta admirablemente á las exigencias de este servicio, lo elevaremos á 4 litros, en atención á la mayor facilidad que proporciona el clima para la formación y desprendimiento de las emanaciones que siempre tienen lugar en estos conductos, y tambien á que en la construcción de un nuevo sistema general de alcantarillas, con vendrá 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; así es muy difícil sujetarla á una apreciacion ni aun aproximada. En Londres no llega á $\frac{1}{2}$ de litro por habitante, y en la distribución de París no se le asigna cantidad alguna. Se comprende perfectamente, que una vez realizada la distribución en todo el interior de Madrid, y corriendo el agua por las cañerías con una presión de 25 á 30 metros, nada mas fácil

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
	Extincion de incendios y demas consumos eventuales impre-
	vistos..... 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 Campo 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 longitud 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 $G = a\sqrt[3]{a^2}$, en la que a es un número que depende solamente del precio del hierro y de la longitud y carga de las cañerías. Si en lugar de determinar los diámetros de es-

te sistema para el consumo α , se hubieran calculado para otro cualquiera A , el coste del nuevo sistema sería $G' = \alpha \sqrt[5]{A}$.

de donde se deduce $G' = G \sqrt[3]{\frac{A^2}{a^2}}$. 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 más, 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 más que el de un 12 por 100 en el capital de establecimiento.

Y si, prescindiendo de esta consideración, se atendiese en la distribución únicamente al consumo de los 22.500 metros cúbicos necesario en la actualidad, la misma fórmula nos dice, que el día 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 distribución 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 convendría ir aún más allá de los 30.000 metros cúbicos en la distribución actual. Sin embargo, creemos muy suficiente este caudal de agua como base de la distribución que se propone para la Corte, pues con él se puede ocurrir á cuantos servicios exige una población 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 población. Consiste el primero, en la construcción 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 exclusivamente 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 fallarse á este principio cuando haya que atender á otra circunstancia mas importante, y de que hablaremos dentro de un momento.

Por lo tanto, debe proibirse 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 distribucion de las aguas del canal del Oureq en Paris.

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 el 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 distribucion, 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 Londres y lo propuesto en Paris por Mr. Goussier, 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 distribución formará una sola red de tubos, en la que el agua podrá, en casos necesarios, marchar en todas direcciones. Así, 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.^a desde el depósito hasta la Red de San Luis; 2.^a desde este punto á la Puerta del Sol; y 3.^a desde aquí 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. Así, 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 terceró, 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

$$\frac{30.000}{86.400} \text{ metros cúbicos, ó de 347 litros; é indudablemente á}$$

este número habría 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 opinión 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 pudlora 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 3,16 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

San Ildefonso, pasaría á 4 metros por encima de las casas inmediatas á los Basilio y á 11 metros sobre las de la plaza del Angel: todas las demás quedarían por debajo del mismo plano y á mucha mayor distancia. Ahora bien, cualquiera que sea el diámetro que se adopte para las cañerías que han de conducir el agua á dichos puntos, es completamente imposible verterla á la altura del plano de que acabamos de hablar; y si se atiende á las grandes distancias que median entre el depósito y las plazuelas de San Ildefonso, de los Basilio, y sobre todo del Angel, se verá que, á menos de establecer cañerías de un diámetro enorme para mantener la línea de carga suficientemente elevada, no bastan los desniveles de 4 y 11 metros para llevar la cantidad de agua que debe consumirse en estos sitios, á la altura de los pisos terceros y cuartos.

Así, la conveniencia de reducir en lo posible el número de casas que no se hallen surtidas de agua en toda su altura, justamente en puntos que, como los Basilio y la plazuela del Angel, son de los mas importantes de la corte, y como los de San Ildefonso, y las puertas de Bilbao y Santa Bárbara que tienen mucho porvenir, nos ha obligado á admitir un diámetro de 0^m,75 para las cañerías de primer orden; escediéndonos de los límites de 0^m,5 y 0^m,6 adoptados en las poblaciones mas importantes, pero en las que, ó se disponia de la carga suficiente, ó bien se han limitado á elevar el agua á los primeros pisos. Aun con este diámetro de 0^m,75, y admitiendo una doble cañería desde el depósito á la puerta de Bilbao, la pérdida de desnivel que habrá sufrido el agua al llegar á dicha puerta será de 3^m,95, puesto que la distancia entre estos dos puntos es de cerca de 1500 metros. Con el objeto de mantener la línea de carga á mayor elevacion, hemos creído conveniente continuar por el interior de la poblacion y á lo largo de la cañería central con el mismo diámetro de 0,75, hasta llegar á la calle de Ato-

cha, donde se halla el último punto culminante, y desde donde el terreno baja sin interrupcion y en todas direcciones hacia el Manzanares.

Las otras dos cañerías principales tienen tambien diámetros de consideracion, si bien no tan importantes. La del O. ha exijido el de 0^m, 5, porque está destinada á abastecer una zona que se halla bastante elevada en la configuración general del terreno de Madrid. El diámetro de la del E. pudiera ser bastante mas pequeño, pero le hemos asignado el de 0^m, 4 porque está llamada, asi como la del O., á reemplazar el servicio de la central en los casos de reparacion, y porque además el diámetro de estas cañerías mantiene á mayor altura la línea de carga sobre la central. Por la misma razon, hemos admitido tambien el de 0^m, 4 para la transversal de las calles de Atocha y Concepcion Gerónima, que pone en comunicacion las tres principales, así como hemos dado á todas las demás que tienen tambien por objeto establecer comunicaciones mas ó menos subalternas, un diámetro algo mayor del que les correspondería si no tuvieran otro destino que el de abastecer un cierto número de calles. Por último, los diámetros de todas las demás cañerías se han calculado por las fórmulas

$$D = \sqrt[5]{\frac{lg^2}{400 \times h}}; D = \sqrt[5]{\frac{lg^2}{1200 \times h}}; D = \sqrt[5]{\frac{l}{400 \times h} (g + \frac{1}{2}g')^2}$$

en la que D es el diámetro, l la longitud, g y g' el gasto, y h la pérdida de carga.

La primera se ha aplicado cuando la cañería debia llevar su caudal entero desde el origen hasta el estremo de su longitud; la segunda cuando este caudal debia distribuirse uniformemente á lo largo de la cañería; y la tercera cuando una parte debia vertirse al estremo, y otra repartirse uniformemente en el camino. De esta manera se ha determinado el diámetro que en rigor bastaría á cada tubo para el

servicio que tiene que desempeñar; mas como en una distribución debe reducirse en lo posible el número de diámetros distintos de la tubería para disminuir el numeroso material de conservacion y reparacion que exige cada uno, hemos adoptado definitivamente en cada caso el inmediatamente superior en la serie siguiente al que daba el cálculo de las fórmulas anteriores: 0,08, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35, 0,40, 0,50, 0,75 metros.

Hemos fijado tambien como diámetro mínimo el de 0^m,08, porque la economía que proporcionan los menores es completamente insignificante, al paso que la mas pequeña concrecion ú oxidacion que ocasiona el agua en tan pequeñas secciones hace variar notablemente el producto de la cañería.

La mejor colocacion de un sistema de conductos es, sin duda alguna, en el interior de galerías, que permiten visitar y reparar la tubería á todas horas, y sin obstruir la via pública. Sin embargo, por ventajoso que sea este sistema de colocacion, no creemos que es el que debe adoptarse en Madrid. Sea ó no la mejor solucion, es un hecho que las alcantarillas de la corte están destinadas á llevar fuera de la poblacion, no solo el agua de las lluvias y de los riegos, sino tambien todas las de las cloacas de las casas particulares; y solo se construyen pozos de aguas sucias sin desagüe, en aquellas calles que no han recibido todavia la alcantarilla correspondiente. Por lo tanto, si se quisiese á todo trance colocar las cañerías del agua en galerías subterráneas, habria que optar, ó por la construccion de un nuevo sistema de galerías á lo largo de todas las calles, paralelo al de las alcantarillas y dedicado esclusivamente á este objeto (1), ó

(1) No podrían colocarse en estas galerías los tubos del gas del alumbrado, porque las pérdidas que en mayor ó menor escala tienen siempre lugar en estos conductos viciarían la atmósfera del interior de las galerías; y pudieran dar lugar á desastres de suma gravedad.

por la colocacion de los tubos en el interior de las alcantarillas actuales y de las que en lo sucesivo se construyeran.

El primer medio es inadmisibile económicamente hablando, pues llegaria casi á duplicar el coste de la distribucion; y el segundo tiene inconvenientes que hacen desaparecer todas las ventajas que se logran por este sistema de colocacion; y desde luego se comprende, que las aguas que continuamente corren por el interior de las alcantarillas, y sobre todo los gases y emanaciones deletéreas que se mezclan con su atmósfera, hacen mas incómodas y retardan las visitas y reconocimientos, dificultan las reparaciones, y dan lugar á la formacion de depósitos sobre las llaves, ventosas y toma de aguas. Hay que añadir que este medio no evitaria la construccion de una larga linea de galeria destinada esclusivamente á este objeto, pues prescindiendo de que algunas de las alcantarillas existentes necesitarian una reconstruccion completa para darles las formas y dimensiones adecuadas á este servicio, la configuracion del terreno de Madrid hace ver que la mayor parte de las alcantarillas no necesitan mas que secciones muy reducidas, y que tal vez puedan obtenerse con tubos de barro cocido, como se ha practicado con muy buen éxito en algunas localidades. Por todas estas razones, opinamos deben situarse las cañerías en zanjas que se terraplenan una vez colocados los tubos, y á las que debe darse una profundidad mínima de 1 á 1½ metros, para evitar el efecto de la circulacion de los carruajes y el de las grandes variaciones de temperatura; y solo cuando haya que atravesar bajo algun terreno edificado, ó en general en los casos escepcionales en que no sea posible establecer la escavacion á cielo abierto, es cuando deberá construirse una galeria que reciba los conductos. Conviene advertir sin embargo que en este sistema, cada llave de comunicacion ó de descarga exige necesariamente un pozo para su reparacion y manejo. En cuanto al número de estos aparatos puede decir-

se que nunca son demasiado numerosos para el buen servicio y seguridad de la distribución: se comprende que cuanto mas se multipliquen los medios de establecer ó interceptar la comunicación entre las cañerías y los de evacuar el agua que contengan, tanto mas se acortará el radio á donde alcancen las interrupciones del servicio en los casos de reparación; y que solo las consideraciones de una bien entendida economía marcarán los límites en esta cuestión: así, un completo y detenido estudio de la marcha que deberá tener el servicio de la distribución, tanto en su estado normal como en los excepcionales, es el único que puede determinar el número conveniente de estos aparatos; y tan solo una apreciación alzada hemos hecho al fijarle en el presupuesto que acompaña á esta Memoria. Lo mismo sucede respecto á las ventosas; pues aunque su colocación es forzosa en todos los puntos culminantes de la red de tubería, estos, no pueden determinarse sino despues de haber trazado los perfiles de todas las calles, marcando en ellos las rasantes para la escavación de la zanja.

Por último, el número y posición de las bocas de riego depende en rigor de la estension y configuración del terreno sobre que asienta Madrid, porque si se desea reservarse la facultad de regar toda el área de sus calles, es indispensable poder verter el agua destinada á este servicio en todos los puntos culminantes que aquellas presentan: puntos que están definidos geométricamente sobre el plano de la población por las intersecciones de cada calle con las divisorias de aguas del terreno. Sin embargo, hemos creído deber aumentar el número que exigiria la colocación que acabamos de definir, porque las bocas de riego deben servir tambien para la extinción de incendios, bastando para ello terminar en rosca el tubo de salida, á fin de asegurar una larga manga de tela con la que se dirige y lanza el agua á los puntos donde sea necesaria; y como para este servicio nunca se multiplicarán

estos orificios suficientemente por toda la longitud de las calles, hemos determinado su número en el supuesto que deba colocarse uno de otro á la distancia de 50 á 60 metros.

Tales son las principales bases que juzgamos mas convenientes para establecer la distribucion de las aguas del Lozoya en el interior de la corte. Debemos sin embargo advertir que, aun cuando proponemos una distribucion que abrace la estension entera de Madrid, y en la que, una vez realizada, todas las calles recibirán una cañería sobre la que puedan hacerse las tomas de los particulares, no creemos que esta distribucion deba emprenderse simultáneamente en todas sus partes con el objeto de llevarla á cabo en un corto plazo. Y desde luego, la naturaleza misma de la obra se presta admirablemente á una ejecucion que avance á medida que se haga sentir su necesidad. Los capitales invertidos en la conduccion quedan completamente improductivos interin no se termina hasta el último metro del Canal, al paso que los rendimientos en la distribucion empiezan á hacerse efectivos desde que se sienta la primera cañería.

La necesidad de una distribucion completa no se hace vivamente sentir mas que en aquellas ciudades en que, abandonado el abastecimiento á la iniciativa del interés particular, se ve obligada una parte de la poblacion á comprar el agua en las fuentes ó depósitos de las compañías, viéndose precisada en muchos casos á recorrer un gran número de calles para conseguirlo: mas en Madrid, las fuentes públicas donde el vecindario toma gratuitamente el agua pueden seguir cubriendo las atenciones de este servicio en los barrios que por su escasa poblacion, por su miseria ó por cualquiera otra causa, no exijan la inmediata colocacion de la tubería.

Finalmente, no es posible desconocer la íntima relacion que existe entre el sistema de distribucion y el de desagües subterráneos, llegando hasta el punto de ser imposible la

completa conclusion del primero sin que se halle terminado el segundo. En Madrid no se han construido todavía mas que las alcantarillas de una tercera parte de la poblacion; y á menos que la Municipalidad no trate de dar un gran impulso á este importante ramo de la policia urbana, es muy probable que esta sola causa retarde largos años la colocacion de la tubería en la totalidad de las calles de la corte.

Madrid 20 de abril de 1855.

Jose' Mozer.

EL principal elemento del coste de una distribucion de agua es sin duda alguna el que ocasiona la tubería, y este se deduce de las longitudes y diámetros del sistema total de cañerías y del precio del hierro. Teóricamente, el peso de una cañería depende tambien de la presión á que se halla sometida el agua que corre por su interior, puesto que por ella debería determinarse el espesor necesario á cada diámetro; mas como, en virtud de la gran tenacidad de la fundicion, el cálculo conduce á espesores muy pequeños, se acostumbra en la fabricacion añadir á este espesor teórico un término constante, con el objeto de tener en cuenta el efecto de la oxidacion, la falta de uniformidad en el espesor, la flexion que en una larga cañería pudiera ocasionar el asiento del terreno, y otras varias causas que indudablemente producirian la rotura de los tubos si se construyeran únicamente con arreglo á los resultados del cálculo. De aqui la inutilidad de contar con la variacion de carga, no solo entre las diversas partes de una distribucion, sino entre dos distribuciones diferentes; lo que equivale á decir, que el espesor de los tubos, y por consiguiente su peso y su coste, dependen única y esclusivamente de su diámetro. Hemos admitido por lo tanto para el peso del metro lineal el que presentan los tubos que actualmente se emplean en la distribucion de París, y solo hemos necesitado calcular espresamente el de 0^m,73 de diámetro, porque generalmente no se llega á este límite en las distribuciones sino en casos escepcionales.

El precio del hierro, como el de todos los demás produc-

tos, está sujeto á las variaciones que en el mercado producen las alteraciones de la oferta y la demanda. En la actualidad puede obtenerse en Inglaterra y Francia el quintal de tubería de 38 á 40 reales; y admitiendo que el flete á un puerto español, el seguro, comision y desembarque costasen 10 reales, y que el porte á Madrid fuese á razon de 20, el quintal de tubería, libre de derechos, saldria en Madrid á 70 reales; de modo que si el derecho de introduccion de 63 reales quintal (en bandera nacional) con que se halla recargado este artículo se redujese á un derecho fiscal de 4 á 5 reales, resultaria un precio de 74 á 75 reales quintal, que indudablemente permitiria entrar en concurrencia á las fábricas nacionales, y que es por lo tanto al que hemos arreglado el presupuesto.

De la misma manera para las llaves, veutosas y bocas de riego é incendios, hemos admitido los precios extranjeros, recargándolos con los del flete, porte, seguro, comision, etc., etc., y un ligero derecho de un 5 por 100 *ad valorem*.

Todos los demás precios elementales están determinados alzadamente, porque para hacerlo de otro modo sería indispensable un detenido estudio y proyecto de las obras todas de distribucion. Asi, el precio de la zanja para la colocacion de las cañerías depende de la profundidad que definitivamente se les asigne en cada punto, y de la calidad del terreno; circunstancias muy variables, que en algunos casos obligarán á establecer acodamientos, y en otros á construir un cimiento para la tubería. Los pozos para la colocacion de las llaves varian en dimensiones y en clase de obra, y por consiguiente en precio con su profundidad, con el diámetro de las llaves y el número de estas que contengan; y los acometimientos á las alcantarillas para los desagües parciales no pueden fijarse de una manera definitiva sino en un detenido estudio, hecho en vista del plano general de es-

tas alcantarillas, ó del proyecto que se haya redactado para su construccion. Por último, hemos admitido este medio como suficientemente aproximado tratándose tan solo de un ante-proyecto, porque cualquier error que pueda haberse cometido en estas apreciaciones alzadas, no tiene sino una muy escasa importancia en el importe del presupuesto general de la obra.

Madrid 20 de abril de 1855.

José Morer.

Coste del metro lineal de tubería sentada en obra.

DIÁMETROS.	Peso del metro	Precio del metro	Apertura de zanja,	Coste del metro
	lineal.	lineal en Madrid.	colocacion del tubo, plomo, cuerda, re- lleno de la zanja, empedrado, etc.	lineal de tubería sentada en obra.
<i>Metros.</i>	<i>Kilógram.</i>	<i>Rs. vn.</i>	<i>Rs. vn.</i>	<i>Rs. vn.</i>
0,75	396	647	86	733
0,50	220	360	62	422
0,40	161	263	54	317
0,35	137	224	48	272
0,30	110	180	44	224
0,25	86	140	38	178
0,20	64	105	32	137
0,15	43	74	26	100
0,10	30	49	21	70
0,08	22	36	20	56

Presupuesto de la distribución.

Reales vellon.

4.900	Metros lineales de tubería sentada en obra de 0,75 de diámetro á 733 metro	3.591.700
2.100	Id. id. id. de 0,50 id. á 422.....	886.200
3.800	Id. id. id. 0,40 id. 317.....	1.204.600
1.500	Id. id. id. 0,35 id. 272.....	408.000
3.350	Id. id. id. 0,30 id. 224.....	750.400
4.680	Id. id. id. 0,25 id. 178.....	833.040
5.100	Id. id. id. 0,20 id. 137.....	698.700
12.800	Id. id. id. 0,15 id. 100.....	1.280.000
8.200	Id. id. id. 0,10 id. 70.....	574.000
54.000	Id. id. id. 0,08 id. 56.....	3.024.000
14	Llaves de comunicacion para los tubos de 0,75 á 8730 una	122.220
10	Id. id. id. 0,50 á 5411...	54.110
16	Id. id. id. 0,40 3938...	63.008
10	Id. id. id. 0,35 3273...	32.730
20	Id. id. id. 0,30 2631...	52.620
20	Id. id. id. 0,25 2383...	47.660
35	Id. id. id. 0,20 1890...	66.150
50	Id. id. id. 0,15 1560...	78.000
36	Id. id. id. 0,10 966...	34.776
300	Id. id. id. 0,08 784...	235.200
200	Llaves de desagüe para todos diámetros á.....	800... 160.000
80	Ventosas para id. id.....	350... 28.000
	<i>Suma y sigue....</i>	<u>14.225.114</u>

	<i>Suma de la vuelta</i>	14.225.114
1500	Bocas de riego é incendios.....	600 900.000
150	Fuentes de vecindad,.....	1000 150.000
6000	Metros lineales de tubo para el acometimiento de las fuentes de vecindad y bocas de riego é incendio á las cañerías, á 50 metro.....	300.000
700	Pozos para la colocacion y manejo de las llaves de comunicacion, las de desagüe y las venosas, á 1300 uno.....	910.000
2000	Metros lineales de galería revestida de fábrica de ladrillo á 350 metro.....	700.000
	Por el aumento ocasionado en la tubería por los tubos de brida, piezas curvas, y las de forma particular.....	500.000
	Por los acometimientos á las alcantarillas y los tubos de desagüe.....	500.000
	Imprevistos.....	1.000.000
	<i>Total</i>	<u>19.185.114</u>

Madrid 20 de abril de 1855.

Jose Moser.

CANAL DE ISABEL 2.^a

PLANO DEL ANTE-PROYECTO DE LA DISTRIBUCION DE SUS AGUAS EN EL INTERIOR DE MADRID.

