

San Ildefonso, pasaria á 4 metros por encima de las casas inmediatas á los Basilios 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 Basilios, 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.

Asi, 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 Basilios 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 interrupción y en todas direcciones hacia el Manzanares.

Las otras dos cañerías principales tienen también diámetros de consideración, si bien no tan importantes. La del O. ha exigido el de 0^m,3, 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 más pequeño, pero le hemos asignado el de 0^m,4 porque está llamada, así como la del O., á reemplazar el servicio de la central en los casos de reparación, y porque además el diámetro de estas cañerías mantiene á mayor altura la línea de carga sobre la central. Por la misma razón, hemos admitido también el de 0^m,4 para la transversal de las calles de Atocha y Concepción Gerónima, que pone en comunicación las tres principales, así como hemos dado á todas las demás que tienen también por objeto establecer comunicaciones más 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

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

en la que D es el diámetro, l la longitud, g y g^1 el gasto, y h la pérdida de carga.

La primera se ha aplicado cuando la cañería debía llevar su caudal entero desde el origen hasta el extremo de su longitud; la segunda cuando este caudal debía distribuirse uniformemente á lo largo de la cañería; y la tercera cuando una parte debía verterse al extremo, 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 conservación y reparación que exige cada uno, hemos adoptado definitivamente en cada caso el inmediatamente superior en la série 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 concreción ú oxidación que ocasiona el agua en tan pequeñas secciones hace variar notablemente el producto de la cañería.

La mejor colocación 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 colocación, no creemos que es el que debe adoptarse en Madrid. Sea ó no la mejor solución, es un hecho que las alcantarillas de la corte están destinadas á llevar fuera de la población, 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 todavía 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 construcción 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 inadmisiblemente económicamente hablando, pues llegaría 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 línea de galería 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 galería 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 rádio á donde alcancen las interrupciones del servicio en los casos de reparacion; y que solo las consideraciones de una bien entendida economía marcarán los límites en esta cuestion: asi, 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 apreciacion alzada hemos hecho al fijarle en el presupuesto que acompaña á esta Memoria. Lo mismo sucede respecto á las ventosas; pues aunque su colocacion 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 escavacion de la zanja.

Por último, el número y posicion de las bocas de riego depende en rigor de la estension y configuracion 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 poblacion por las intersecciones de cada calle con las divisorias de aguas del terreno. Sin embargo, hemos creido deber aumentar el número que exigiria la colocacion que acabamos de definir, porque las bocas de riego deben servir tambien para la estincion 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 ínterin 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 Mover.

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 presion 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,75 de diámetro, porque generalmnte 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, ventosas y bocas de riego é incendios, hemos admitido los precios estrange-ros, recargándolos con los del flete, porte, seguro, comision, etc., etc., y un ligeró derecho de un 5 por 100 *ad valorem*.

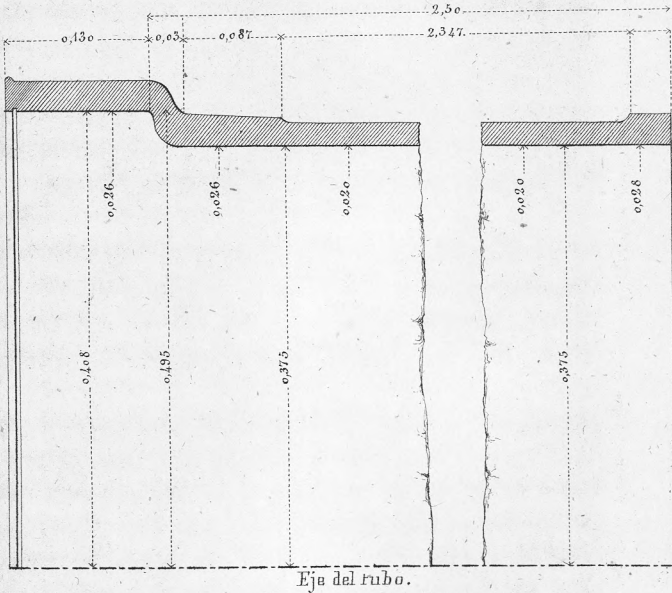
Todos los demás precios elementales están determinados alzadamente, porque para hacerlo de otro modo sería indispensable un detenido estudio y proyecto de las obras todas de distribucion. Asi, el precio de la zanja para la colocacion de las cañerías depende de la profundidad que definitivamente se les asigne en cada punto, y de la calidad del terreno; circunstancias muy variables, que en algunos casos obligarán á establecer acodalamientos, 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.

Jose' Morer.

CALCULO DEL PESO DE UN TUBO DE 0,75 DE DIAMETRO



CUBICACION.

Enchufe	{	Cordon.....	$\frac{1}{2} \pi \times 0,0004 \times 0,443 \times 2\pi = 0,00026 \times 2\pi$
		Parte recta.....	$0,026 \times 0,13 \times 0,421 \times 2\pi = 0,00142 \times 2\pi$
		Parte curva.....	$0,05 \times 0,026 \times 0,495 \times 2\pi = 0,0065 \times 2\pi$
1. ^{er} Filete.....		$0,026 \times 0,087 \times 0,388 \times 2\pi = 0,0088 \times 2\pi$	
Cuerpo del tubo.....		$2,347 \times 0,020 \times 0,385 \times 2\pi = 0,01805 \times 2\pi$	
2. ^o Filete.....		$0,026 \times 0,028 \times 0,389 \times 2\pi = 0,0039 \times 2\pi$	

Volumen total del tubo..... $0,02167 \times 2\pi = 0,136$ ^{met. cub.}

El peso del tubo sera $7,202 \times 0,136 = 980$ Kilog.^s

Coste del metro lineal de tubería sentada en obra.

DIÁMETROS.	Peso del metro lineal.	Precio del metro lineal en Madrid.	Apertura de zanja, colocación del tubo, plomo, cuerda, relleno de la zanja, empedrado, etc.	Coste del metro 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	45	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 ^m ,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>				14.225.114

	<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 ventosas, 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.



1018307

5

