

licas de la misma potencia, esta posibilidad de las grúas eléctricas de suministrar en el mismo tiempo un trabajo mayor ofrece una importancia considerable.—H.

Bombas eléctricas de gran potencia.—La Compañía Westinghouse acaba de suministrar á la Powell Duffryn Steam Coal Company, en el país de Gales, dos motores de inducción, trifásicos, de 950 caballos, 3.000 voltios, 50 periodos y 1.450 vueltas por minuto.

Estos motores están destinados á mover directamente, por medio de acoplamientos elásticos, dos bombas centrífugas Worthington, tipo turbina, cada una de las cuales es capaz de elevar 6.133 litros por minuto á una altura de 501,50 metros, comprendida la aspiración, la impulsión y la pérdida de carga en los conductos.

Estas bombas eléctricas son de las más potentes construidas hasta el día, y dada la velocidad de rotación elevada (1.450 vueltas por minuto) con que el grupo ha de funcionar, su construcción es verdaderamente notable.

El rendimiento garantizado de cada grupo desde la llegada de la corriente al motor hasta la salida del tubo de la bomba en la superficie es del 69 por 100. Estos dos grupos deberán instalarse en East Elliot.

Se proyecta hacerlos funcionar durante la noche, cuando las máquinas de extracción y otros aparatos están parados, para permitir un aprovechamiento más completo del material generador de la estación central, proporcionándole una carga continua.—H.

CANAL DE ISABEL II ⁽¹⁾

Plan de obras para mejorar y completar el abastecimiento de aguas de Madrid.

154. En diferentes ocasiones ha propuesto la Dirección del Canal de Isabel II á la Superioridad el plan de las obras que, á su juicio, deben realizarse para que Madrid se halle bien abastecido de aguas. Se indicarán de un modo conciso las más importantes.

Nuevas presas de embalse.—Además de la existente en el río Lozoya, en el Villar, debe construirse por lo menos otra en el río Guadalix, que embalse unos seis millones de metros cúbicos. Prestaría servicios irremplazables en caso de rotura ó avería grave en la primera sección del canal ó de turbia persistente en el Villar.

Nuevos canales de conducción.—Se halla en construcción el nuevo canal del Guadalix, de 4 kilómetros de longitud, pero su utilidad será bastante limitada si no se construye la presa de embalse antes mencionada.

Canal transversal.—Se halla bastante adelantado el proyecto de esta obra importantísima. Tendrá unos 24 kilómetros de longitud, comenzando en la presa del Villar y terminando en el acueducto de la Aldehuela, en el kilómetro 23 del canal existente. Con la construcción de esta obra se obtendrán, entre otras, las siguientes ventajas:

1.º Traer directamente á Madrid el agua del embalse del Villar, disminuyendo extraordinariamente las turbias, porque dicho embalse se enturbia pocas veces y conserva las aguas claras casi siempre. En la actualidad al recorrer las aguas claras que de él salen 22 kilómetros por el lecho del río Lozoya hasta las presas de la Parra y Navarejos, se enturbian cuando, á causa de alguna tormenta, se mezclan á ellas las aguas sucias

de todos los arroyos que afluyen al río Lozoya en ese largo trayecto.

2.º Crear un salto de agua de 130 metros de desnivel y un caudal de unos 4 metros cúbicos por segundo, que producirá la enorme fuerza bruta de 520.000 kilográmetros, ó sean más de 6.900 caballos de 75 kilográmetros cada uno, á unos 50 kilómetros de Madrid, lo que supone un valor muy considerable.

3.º Tener doble vía, ó sea dos canales, para conducir el agua desde el Villar hasta la Aldehuela (kilómetro 23 del canal actual), lo que permitirá hacer reparaciones de importancia en los 16 kilómetros, desde el Pontón hasta la Aldehuela, que son los más peligrosos y expuestos de toda la línea. En la actualidad sólo se pueden hacer pequeñas reparaciones, disponiendo para ellas de un plazo máximo de veinticuatro horas, transcurrido el cual es indispensable dar paso al agua para abastecer á Madrid.

155. El terreno en que se halla edificado Madrid presenta desniveles grandes. Tomando como plano de comparación el lecho del río Manzanares en el puente de Toledo, se citarán los siguientes:

SITIOS	Metros.
Río Manzanares, en el puente de Toledo.....	»
Puerta de San Vicente.....	22
Carabanchel Bajo.....	52
Vallecas.....	55
Fuente de la Cibeles.....	69
Puerta del Sol.....	76
Plaza de San Ildefonso.....	97
Puerta de Santa Bárbara.....	101
Fondo de los depósitos de agua.....	111
Guindalera y Prosperidad.....	117
Cuatro Caminos.....	132
Tetuán.....	137
Chamartín.....	147

Es evidente que todos los barrios de la población que se hallen más altos que el fondo de los depósitos de agua no pueden ser abastecidos directamente con las que á ellos conduce el Canal.

El único depósito de agua en servicio tiene de cabida 180.000 metros cúbicos, y como en el interior de Madrid (ó sea la parte de población que se abastece de él) se consumen en verano unos 120.000 metros cúbicos al día, resulta que como máximo sólo se puede tener almacenada agua para día y medio. Por consiguiente, si una turbia en el río dura más de treinta y seis horas, hay que dar agua turbia á la población. Si la reparación de una avería en el Canal durase más de ese brevísimo y angustioso plazo, se quedaría Madrid sin agua. Por esta razón, desde hace veintisiete años se ha pensado en construir otro depósito, de mucha mayor cabida. Este nuevo depósito, cuya construcción se halla bastante adelantada, podrá almacenar 480.000 metros cúbicos, ó sea agua para cuatro días, con un consumo de 120.000 al día. Su necesidad es apremiante.

Hay que contar en Madrid y sus ensanches con desniveles hasta de 120 metros, y sería muy conveniente dividir la población, para el abastecimiento de aguas, en tres zonas ó pisos de 40 metros de desnivel cada uno. El Depósito existente y el que se halla en construcción servirán para abastecer la zona intermedia, con lo que la red de distribución primitiva volverá á tener las buenas condiciones que reunía cuando ha sido ejecutada.

Depósito elevado.—Para la zona alta es preciso construir el depósito elevado á 40 metros, por encima del Depósito actual. Acerca de esta obra se encuentran detalles interesantes en el anteproyecto redactado en el año 1899 por el distinguido Ingeniero D. Diego Martín Montalvo.

Depósito inferior.—Para el abastecimiento de la zona baja se debe construir un nuevo depósito (unos 40 metros más bajo

(1) De la interesante Memoria redactada por la Dirección del Canal de Isabel II correspondiente al año 1904, que se ha publicado recientemente.

que el actual) por detrás del Retiro, hacia la estación del ferrocarril de Arganda.

Cada una de estas tres zonas debe tener su correspondiente red de cañerías para la distribución del agua.

156. *Red actual de distribución.*—El Estado ha agregado hasta fin de 1904 á la red de cañerías, que media 90 kilómetros en 1865, unos 42 kilómetros, alterando las líneas de carga; abasteciendo de agua en medianas condiciones de presión á la nueva red á expensas de disminuir dicha presión en varias calles de la población que antes la recibían en muy buenas condiciones.

Por su parte, el Ayuntamiento, sin la debida intervención del Estado en muchos casos, ha establecido hasta el día unos 40 kilómetros de cañerías, enlazadas con las del Estado, y ampliando nuevamente la red de distribución. Esta segunda ampliación ha producido mucho mayores trastornos que la primera hecha por el Estado, introduciendo una completa desorganización en las líneas de carga, cuyos perniciosos efectos motivan las numerosas reclamaciones de los abonados, que hoy se hallan peor servidos que hace cuarenta años. Por último, se ha concedido á varios particulares el establecimiento de cañerías que miden unos 8 kilómetros, contribuyendo á agravar el mal.

Una distribución, perfectamente concebida y realizada en 1865, de 90 kilómetros, se halla hoy transformada; desconocida y empeorada al agregarle otros 90 kilómetros. La red actual de 180 kilómetros no se halla bien servida. Los 90 kilómetros primitivos, que antes estaban perfectamente surtidos, no se hallan hoy bien abastecidos y no lo están mejor los 90 kilómetros agregados.

157. Es indispensable corregir este grave mal, y para conseguirlo convendrá dividir la población en tres zonas.

La zona alta, según el anteproyecto del Sr. Montalvo, comprendería en su totalidad una red de cañerías de unos 150 kilómetros, de la cual formarían parte 30 kilómetros de la red existente, siendo, por lo tanto, nuevos 120 kilómetros. Como de ejecución inmediata son necesarios 40 kilómetros.

La zona intermedia quedaría reducida á unos 120 kilómetros, de los 180 que ahora existen.

La zona baja comprenderá unos 70 kilómetros de red nueva, á los que se agregarían unos 30 kilómetros de la red actual, formando en junto unos 100 kilómetros.

En resumen, la distribución de Madrid debe ser:

	Kilómetros.
Zona alta.....	150
Zona intermedia.....	120
Zona baja.....	100
Total.....	370

158. Para alimentar el depósito de la zona baja se debe construir un nuevo trozo de canal de conducción que, partiendo de las inmediaciones del acueducto de los Pinos, pase en túnel por debajo de Chamartín, y salga al valle del arroyo Abroñigal.

159. Las acequias de riego Norte y Sur deben subsistir mientras no sea necesaria para el abastecimiento de Madrid todo el agua que puede traer el Canal. La acequia de riego del Este debe desaparecer lo más pronto posible. Su existencia es incompatible con el ensanche de la Corte y es un peligro para la salud de barrios populosos.

160. Hace años que se ha propuesto el plan de obras que acaban de mencionarse, y que son necesarias para conducir y distribuir las aguas en los ríos Lozoya y Guadalix, en Madrid, de una manera conveniente.

Sin precisar ahora el coste de estos trabajos, que son de una importancia grande, puede adelantarse que excederá de 20 millones de pesetas.

Su ejecución no puede improvisarse, y aun desarrollando

una gran actividad serán necesarios unos cinco años para realizarlos.

Para llevarlos á cabo convendría restablecer el Consejo de Administración que ha existido desde 1851 á 1865, ó crear una Corporación parecida á las actuales Juntas de obras de puertos. Estas ideas han sido acogidas y estudiadas por la Superioridad, y sería conveniente no perder de vista esta orientación y ponerla en práctica lo más pronto posible, para que Madrid llegue á tener la distribución completa de agua que es indispensable para el buen servicio de la población.

161. La llegada á Madrid de las aguas del río Lozoya el 24 de Junio de 1858 ha señalado un cambio radical en la población, que ha crecido de un modo extraordinario en superficie y número de habitantes, rebasando los supuestos más amplios. Los siguientes datos estadísticos, relativos á los años de 1858 y 1904. darán idea de esta transformación:

Población.....	{ 1855.....	200.000 habitantes.
	{ 1904.....	560.000 ídem.
Superficie.....	{ 1855.....	700 hectáreas.
	{ 1904.....	2.200 ídem.
Consumo de agua cada veinticuatro horas..	{ 1855.....	2.000 metros cúbicos.
	{ 1904.....	140.000 ídem íd.
Precio del metro cúbico de agua.....	{ 1855.....	(Sólo el transporte) 2,32 pesetas.
	{ 1904.....	(Variable), de 0,30 á 0,05 ídem.

Resulta que casi se ha triplicado el número de habitantes; se ha triplicado con exceso la superficie de la población; el consumo absoluto de agua es setenta veces mayor; el consumo proporcional á la población es veinticinco veces mayor, correspondiendo en 1855 10 litros de agua al día por habitante, y en 1904 250 litros. El precio del metro cúbico de agua es en 1904 de ocho á cuarenta y seis veces más barato que en 1855.

162. Se suele decir que Madrid está mal abastecido de agua. Esto es cierto por lo que se refiere á los barrios que se encuentran más altos que el nivel de los Depósitos, puesto que á ellos no puede llegar el agua si no se la eleva; pero no es exacto para todos los demás barrios, en los cuales se dispone de un caudal que excede al que disfrutaban la mayor parte de las capitales del extranjero. En el siguiente cuadro figuran el número de litros por habitante y día en once de los más importantes y en Madrid:

	Litros.		Litros.
Roma.....	1.000	Buenos Aires.....	130
Nueva York.....	300	Berlín.....	80
Ginebra.....	230	Amsterdam.....	75
París.....	216	Bruselas.....	75
Londres.....	159	Viena.....	75
San Petersburgo.....	150	Madrid.....	250

En Madrid, cuando se consumen 140.000 metros cúbicos al día, corresponden 250 litros por habitante para la población total de 560.000 habitantes. Pero en realidad, le corresponde bastante más. Basta recordar que una gran parte de la población (por lo menos de 60.000 habitantes) se halla más alta que el Depósito, y, por consiguiente, los 140.000 metros cúbicos deben repartirse sólo entre 500.000 habitantes, correspondiendo así 280 litros á cada uno. En ambos casos se ve que sólo dos capitales. Roma y Nueva York, se hallan abastecidas de agua mejor que Madrid. Debe recordarse que haciendo las obras necesarias y convenientes en el Canal de Isabel II, puede aumentarse la capacidad de su conducción hasta 300.000 metros cúbicos al día (unos 3.472 litros por segundo), correspondiendo 600 litros por habitante, para una población de 500.000, y 300 litros para una población de un millón de habitantes, á la que no llegará Madrid en muchos años.

163. Igualmente se dice que el agua es cara en Madrid, y tampoco es exacto, como lo demuestran los siguientes estados:

POBLACIONES	PRECIO		
	Máximo. Pesetas.	Pesetas.	Mínimo. Pesetas.
Constantinopla (Pera).....	"	0,90	"
Charkow-Koursk.....	"	0,81	"
Afuera de Paris.....	0,79	"	0,38
Kiew.....	"	0,72	"
Lyon.....	0,66	"	0,18
Laon.....	"	0,65	"
Venecia-Versalles.....	"	0,60	"
Saint-Malo.....	"	0,55	"
Padua.....	"	0,50	"
Génova-Manchester.....	0,45	"	0,18
Florenca.....	"	0,40	"
Chalons.....	0,40	"	0,18
Moscou.....	"	0,39	"
Nápoles.....	"	0,35	"
Paris.....	0,35	"	0,07
Fontainebleau-L'avre-Montpellier.....	"	0,30	"
Francfort.....	0,30	"	0,18
Burdeos.....	0,30	"	0,125
Chartres.....	0,30	"	0,10
Niza-Toulon.....	"	0,27	"
Liverpool.....	0,25	"	0,16
La Rochelle.....	0,25	"	0,10
San Petersburgo.....	"	0,22	"
Marsella-Milán-Turin.....	"	0,20	"
Poitiers.....	0,20	"	0,10
Besançon.....	0,20	"	0,08
Angers-Reims.....	"	0,18	"
Roma.....	0,15	"	0,07
Zarich.....	0,15	"	0,05
Tours.....	0,13	"	0,08
Buenos Aires.....	"	0,12	"
Glasgow.....	"	0,10	"
Nancy.....	0,10	"	0,05
Madrid.....	0,30	"	0,05

Reseña histórica del Canal.

2. Cuando en el año de 1561 trasladó el Rey Don Felipe II la Corte desde Toledo á Madrid tenía esta población 30.000 habitantes, y el perímetro murado (de cuatro kilómetros aproximadamente) encerraba una superficie de 936.410 metros cuadrados. Á partir de dicha fecha el número de habitantes ha aumentado extraordinariamente, según se desprende de la siguiente relación:

AÑOS	Habi antes.	AÑOS	Habitantes.
1563.....	30.000	1870.....	293.426
1787.....	147.543	1877.....	397.816
1855.....	200.000	1887.....	470.283
1862.....	269.147	1900.....	539.825

3. Á continuación aparece la superficie de Madrid en los años de 1563, 1870 y 1895.

AÑOS	Hectáreas.	
1563.....	94	
1870.....	778	{ Inklusas 270 hectáreas ocupadas por el Retiro, jardines y terrenos de recreo.
1895.....	2.182	{ Dentro del ensanche, inclusas 400 hectáreas ocupadas por el Retiro, etc.

En el estado adjunto figuran las superficies de las diversas partes en que se puede considerar dividido en la actualidad el término municipal de Madrid:

SUPERFICIE DE MADRID	Hectáreas.
Casco antiguo de la población.....	778
Aumento.....	390
Suma.....	{ Interior..... 1.168 { Ensanche..... 1.057 { Extrarradio..... 2.529
Total.....	4.754
Real Casa de Campo.....	1.705
La Florida.....	524
Suma.....	6.983
Término municipal de Madrid.....	6.375
Diferencia. Fuera del término de Madrid.....	608

El perímetro del término municipal de Madrid mide aproximadamente unos 33 kilómetros.

4. En los primitivos tiempos, cuando la población de Madrid era muy limitada, es probable que el surtido de aguas para las necesidades públicas y privadas se concretase á la apertura de pozos y á la instalación de norias dentro del recinto murado, en el fondo de los cuales (formado por una capa impermeable de arcilla) se reunían las aguas de lluvia que se filtraban á través de las capas superficiales de arena y guijo. Al aumentar la población, y para reunir mayor caudal de agua, se habrá multiplicado el número de pozos, enlazándolos por sus fondos por medio de minas con pendiente hacia Madrid. Tal puede ser el origen de los numerosos minados que existen, conocidos con el nombre de viajes de agua, unos en servicio y otros abandonados, en las inmediaciones de la Corte, siendo estos últimos la causa de no pocas contrariedades ocurridas al ejecutar las cimentaciones de obras que ubican sobre algunos de esos minados, de los que no se tenía noticia ni idea de su situación.

5. La unidad de medida usada antiguamente en Madrid para

Precio de venta del metro cúbico de agua en algunas poblaciones de España.

POBLACIONES	PRECIO		
	Máximo. Pesetas.	Pesetas.	Mínimo. Pesetas.
Cádiz.....	"	0,90	"
Santander.....	0,70	"	0,10
Zamora.....	"	0,625	"
Barcelona.....	0,60	"	0,20
Oviedo.....	0,55	"	0,14
Sevilla.....	0,50	"	0,25
Logroño.....	0,45	"	0,25
Benicarló.....	"	0,40	"
Jerez.....	0,40	"	0,345
Bilbao.....	0,40	"	0,25
Vinaroz.....	0,40	"	0,15
Gijón.....	0,30	"	0,25
Badajoz.....	"	0,25	"
Haro.....	0,25	"	0,165
Orense.....	0,25	"	0,10
Madrid.....	0,30	"	0,05

Resulta de los cuadros precedentes que en Madrid el precio de venta del metro cúbico de agua es menor que en la mayor parte de las poblaciones de España y del extranjero.

164. De todo cuanto se ha expuesto en esta Memoria se deduce que para que todo Madrid se encuentre bien abastecido de agua, sólo falta extender la red de cañerías de la distribución á los barrios que carecen de ellas, y que para alimentar las que se instalen en los barrios altos es preciso elevar el agua.

Madrid 31 de Diciembre de 1904.

El Director,
ALFREDO ÁLVAREZ CASCOS.

el surtido de agua era el real fontanero, que equivale á un consumo de 0,037556 litros por un segundo, ó sean 3.245 litros en veinticuatro horas.

6. Desde el año de 1699 los principales viajes de agua que han surtido á Madrid son los cuatro denominados de la Castellana, Alcubilla, Abroñigal alto y Abroñigal bajo.

El aforo ó caudal de ellos en diversos años era el siguiente:

AÑOS	Reales fontaneros.	Metros cúbicos en 24 horas.
1724.....	171	555
1800.....	665	2.158
1828.....	259	840
1855.....	400	1.298
1900.....	631	2.047

En estos últimos años el Excmo. Ayuntamiento de Madrid ha emprendido y realizado obras de importancia en los viajes de agua, con las que, además de mejorar sus condiciones de potabilidad, se habrá aumentado también su caudal.

7. Se comprende que con tan escaso caudal de agua el servicio de una población de 200.000 habitantes fuera sumamente deficiente, verificándose la distribución, ó mejor dicho, el reparto del agua á domicilio, por los aguadores, que en número de 1.000 próximamente se encargaban de llevarla en cubas á todos los pisos. Entonces, como ahora, el agua en las fuentes públicas no tiene valor alguno y puede ser tomada gratuitamente por todo el que va á recogerla. Pero su acarreo ó transporte desde las fuentes hasta las casas costaba ó tenía un valor muy grande. Un real fontanero (3.245 litros en veinticuatro horas) equivalía próximamente á 100 cubas del tamaño ordinario, y por lo tanto, una cuba tenía la cabida de 32,45 litros (1 $\frac{1}{2}$ pies cúbicos). El coste anual de una cuba de aguador al día (unos 11,85 metros cúbicos de agua al año) era por término medio de 27,50 pesetas, ó sea á razón de 2,32 pesetas cada metro cúbico, tan sólo el transporte.

8. En el año de 1848 se repartían al día, en Madrid, por los 1.000 aguadores, unas 36.000 cubas, que equivalen á 360 reales fontaneros, ó sean 1.168 metros cúbicos. El coste anual de este volumen diario repartido asciende á 990.000 pesetas, correspondiendo 990 pesetas al año á cada aguador, que supone (aproximadamente) un jornal de 2,75 pesetas, muy elevado para aquellos tiempos, lo que explica lo muy solicitadas que eran entonces las plazas de aguadores, que se hallaban agremiados de un modo análogo al que tienen en el día los serenos. El valor en venta de la plaza de aguador era de unas 1.500 pesetas. En los veranos de sequía ó escasez, solían cobrar los aguadores, á los que no eran sus clientes, 1 peseta por cuba (32,45 litros), que equivale al enorme precio de 30,81 pesetas por metro cúbico de agua, tan sólo por el transporte desde la fuente pública al domicilio.

9. Desde muy antiguo estaba reconocida la necesidad de proveer á Madrid de aguas potables, distintas de las que proporcionaban los viajes, y de satisfacerla se habían ocupado en diversas ocasiones tanto el Municipio como el Estado. Á continuación se indican algunos de los proyectos ideados para realizar tan importantísimo servicio.

a) *Proyecto de Sicre*.—El proyecto presentado en 1769 por D. Jorge Sicre tomaba las aguas del río Jarama, en el sitio de los Roncaderos (donde desagua el arroyo de las Cuevas), á 2 kilómetros agua abajo de la confluencia del río Lozoya. Su trazado se desarrollaba constantemente por las vertientes de la ladera derecha del río Jarama, amoldándose á las inflexiones de sus afluentes; cruzaba el río Guadalix, kilómetro y medio agua

arriba de la carretera de Francia, pasando también á un kilómetro por encima de San Agustín. Al atravesar el bosque de Viñuelas, se acercaba por la parte de arriba al castillo de dicho nombre. También pasaba muy inmediato por encima de San Sebastián y Alcobendas, y por debajo de Hortaleza y Canillas, siguiendo por encima de Canillejas á tomar la cuenca del arroyo Abroñigal para terminar en Madrid, en las inmediaciones de la Fuente Castellana.

b) *Proyecto de Villanueva*.—El proyecto de D. Juan de Villanueva, fechado en 1786, es, en realidad, una parte del de Sicre. Tomaba las aguas del río Guadalix en el sitio denominado *Salto del Hervidero*, un kilómetro escasamente, agua arriba del trazado de Sicre, al que acompañaba paralelamente, y algo más alto, hasta Madrid.

c) En 1819, D. Mariano Vallejo, en su informe, y en 1822 el Ingeniero Coqueret, en sus reconocimientos, indicaban la línea del trazado, señalando la toma de aguas del río Lozoya en Puentes Viejas, en la proximidad de Buitrago, y los pasos de las divisorias en las depresiones del Berrueco y Venturada.

d) *Proyecto de Barra*.—El Comisario de Caminos y Canales, D. Francisco J. Barra, presentó en 1829 un proyecto que traería reunidas á Madrid las aguas de los ríos Manzanares y Guadalix. Las del Manzanares se tomarían agua arriba del pueblo de este nombre, en el Batán, llegando después de un túnel de gran importancia á las inmediaciones de Colmenar Viejo, y desde aquí seguía hasta el Majuelo de Lasso. Las aguas del río Guadalix se tomarían agua abajo, del pueblo de este nombre, en las fuentes del Espinar y Pilancón, y faldeando la ladera derecha del río, por encima del Salto del Hervidero, contorneando después los arroyos de la Dehesa de Moncalvillo, se uniría al acueducto del Manzanares, en el Majuelo de Lasso. Desde aquí vendrían reunidas las aguas de ambos ríos hasta Madrid por un solo acueducto, que se desarrollaría en la divisoria de los ríos Manzanares y Jarama, pasando por Fuencarral.

e) Los trabajos del Ingeniero D. Carlos Lemaury y los reconocimientos del Sr. Miranda tenían por objeto traer á Madrid las aguas del río Guadarrama, tomándolas en Los Molinos, según el Sr. Miranda, ó conduciéndolas, según el Sr. Lemaury, por el Canal del Guadarrama hasta Las Rozas, y desde aquí traerlas á Madrid, así como también las aguas del río Manzanares.

f) *Proyecto de Cortijo*.—El Ingeniero D. Pedro Cortijo propuso primeramente tomar las aguas del río Manzanares, elevándolas á Madrid, y después traer las del río Lozoya, tomándolas en el estrecho del Tenebroso (poco más abajo de Puentes Viejas), conduciéndolas por la ladera derecha hasta El Berrueco, atravesando aquí la divisoria con un túnel para desarrollar el trazado por Valgallego, Redueña, Cabanillas y Venturada, y atravesando el arroyo Albalá, llegar á las fuentes del Espinar y el Pilancón, donde se uniría al trazado de Barra antes indicado.

10. Á pesar de las ideas y proyectos mencionados, nada se había adelantado en asunto tan importante, por lo que, en 30 de Mayo de 1846, se sacó á subasta el surtido de aguas de Madrid, y quedó rematado á favor de la Compañía anónima *La Aurora*, la cual, sin obligarse á poner en ejecución ninguno de los proyectos, se comprometía á conducir á Madrid diez mil reales de agua (32.450 metros cúbicos al día), que el Ayuntamiento le había de tomar bajo cierto precio y condiciones.

La rescisión de este remate en 19 de Agosto de 1847 dejó paralizada la realización del pensamiento de proveer de aguas á Madrid.

CONDUCCIÓN DEL RÍO LOZOYA Á MADRID

I. Estudios preliminares: 1848 á 1850.

11. Un eminente hombre público, D. Juan Bravo Murillo, acometió con decidido esfuerzo en el año de 1848 el problema del abastecimiento de aguas de Madrid, dictando en 18 de Marzo, como Ministro de Comercio, Instrucción y Obras públicas, una importante Real orden.

En ella se disponía que una Comisión compuesta de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos D. Juan Rafo y D. Juan de Ribera procediera inmediatamente al examen de los proyectos, hiciese el aforo de las aguas, estudiando su calidad, y presentase un avance aproximado del coste de las obras, para acordar en su vista la ejecución de las mismas, ya por administración, ya por Empresa. Este es el origen de la grandiosa obra conocida con el nombre de Canal de Isabel II, llevada á cabo gracias á la constancia y á la energía desarrolladas con perseverante empeño por Bravo Murillo, al que debe Madrid gratitud, porque la llegada á esta Corte de las abundantes aguas del río Lozoya ha sido la causa de que en menos de treinta años (desde 1860 á 1890) se hayan duplicado la superficie de la población y el número de sus habitantes.

12. Los distinguidos Ingenieros de Caminos antes mencionados, Sres. Rafo y Ribera, cumpliendo su cometido con rapidez y acierto extraordinarios, presentaron en 15 de Diciembre de 1848 una notabilísima Memoria sobre la conducción de aguas á Madrid, de la cual se dará á continuación una ligera idea, porque ella es verdaderamente un proyecto en el que se hallan los rasgos principales de las obras ejecutadas.

13. Los ríos de alguna importancia próximos á Madrid cuyas aguas pueden abastecer la población son el Guadarrama, Manzanares, Guadalix, Lozoya y Jarama.

Sus caudales mínimos se apreciaban en 1848 del siguiente modo:

	Litros por segundo.
Guadarrama.....	{ 86 en la parte alta. 281 en el puente de Retamar.
Manzanares.....	{ 108 en Manzanares. 195 en Madrid.
Guadalix.....	{ 86 hacia San Agustín.
Lozoya.....	{ 541 en la parte alta. 670 en el Pontón de la Oliva.
Jarama.....	{ 433 en la parte alta. 1.730 en puente Viveros.

14. Se justifica razonadamente que se debe traer el agua rodada á Madrid, después de demostrar que no es conveniente elevarla de los ríos Jarama, Guadarrama y Manzanares, que quedan de hecho descartados.

Se manifiesta el enlace inseparable que existe entre la conducción y la distribución de las aguas, por lo que es indispensable conocer el relieve del terreno, á cuyo fin se ha hecho una detallada nivelación de Madrid, deduciéndose que el depósito podría situarse en el álveo de la Fuente Castellana, más arriba de los tejares de Chamberí. El agua que se traiga á Madrid debe ser distribuída á domicilio por cañerías hasta todas las viviendas, poniendo en ellas el número de grifos necesarios para todos los servicios. Se hace el examen financiero del asunto, manifestando las condiciones en que podrían realizarse las obras, á cuya ejecución deberían contribuir el Ayuntamiento, el Gobierno, el Real Patrimonio, las Corporaciones y los propietarios. No se cree conveniente la realización de los obras por una Empresa particular, y se exponen las ventajas de que sea el Ayuntamiento el que las ejecute.

15. Un examen detenido de todos los proyectos anteriores y un estudio minucioso del terreno han demostrado que debe darse la preferencia al río Lozoya, cuyas aguas rodadas deben ser traídas á Madrid.

16. Estudios comparativos han decidido hacer la toma de agua en el Pontón de la Oliva por medio de una presa que fuera á la vez de elevación y de embalse: de elevación, porque el lecho del río en el punto elegido para su emplazamiento está mucho más bajo que la solera de la toma del canal de conducción, y de embalse, para almacenar por encima de la solera de toma el volumen de agua sobrante que conduce al río en primavera que compense la esasez del mismo en el estío.

Se manifiesta también que la toma podría hacerse prolongan-

do el canal de conducción río arriba, desde el Pontón de la Oliva hasta encontrar el lecho del Lozoya, evitando la presa de elevación. ¡Lástima grande que no hubiera prevalecido entonces esta solución (realizada después), con la que se habrían evitado los cuantiosos gastos y los trabajos extraordinarios y peligrosos en los que se han esterilizado las grandes energías de Ingenieros notabilísimos!

17. Se hace un estudio comparativo de las diversas condiciones en que puede ser construído el canal de conducción, así como de su coste en cada una de ellas, dándose con acierto la preferencia al canal revestido de fábrica y cubierto con bóveda de igual clase. Se examinan las condiciones de pendiente y sección transversal del canal, según los casos, tanto en mina como en acueducto, así como la velocidad correspondiente del agua, reuniendo de este modo los datos indispensables para hacer un avance del coste de las obras. Sin entrar en detalles del trazado, bastará decir que se halla dividido en dos partes principales por el río Guadalix. La línea recta que une el Pontón de la Oliva con el punto de paso del río Guadalix mide unos 22 kilómetros, y la que une ese punto con Madrid unos 33, y entre ambas 55 kilómetros. Amoldando convenientemente la traza al terreno en la primera parte, resultaba una longitud de canal de 35 kilómetros, y en la segunda de 55, dando un total de 90 kilómetros (que en la ejecución se ha disminuído notablemente).

18. Se hacía un avance alzado del coste que tendría la construcción de un canal que pudiera conducir de 25 á 70.000 reales fontaneros (de 939 á 2.629 litros por segundo), ó sea de 81 á 227.000 metros cúbicos en veinticuatro horas. Resultaban unos 15 millones de pesetas para la conducción, y se apreciaba en 5 millones el coste de la distribución, formando un total de 20 millones de pesetas.

19. Por Real orden de 6 de Marzo de 1849, dictada por el Ministro de Obras públicas, se aprueba como proyecto provisional para la conducción de aguas á Madrid la Memoria redactada con este objeto en 15 de Diciembre de 1848 por los Ingenieros Sres. Rafo y Ribera, comunicándose esta resolución con remisión de los antecedentes al Ministro de la Gobernación, para que por éste se determinase el modo de emprender las obras cuando se considerase posible y oportuno, facilitándole aquél en la parte facultativa los auxilios necesarios para la redacción del proyecto definitivo ó para la redacción del pliego de condiciones si hubiese de ejecutarse la obra por empresa.

20. Por Real orden de 12 de Mayo de 1849, dictada por el Ministro de la Gobernación, se llama la atención del Ayuntamiento de Madrid, por conducto del Jefe político de la provincia, para que á la mayor brevedad posible nombrase una Comisión de su seno que manifestase si contaba el Municipio con recursos para contribuir á la traída de las aguas del río Lozoya á los puntos más elevados de la Corte, cuya realización tanto ha de influir en su riqueza y prosperidad.

21. Por todos se hallaba reconocida la necesidad y conveniencia de surtir á Madrid de un caudal de aguas potables. Todos los esfuerzos hechos en diversas ocasiones por el Gobierno y por las Corporaciones populares habían sido estériles, y la mejor voluntad y decisión se estrellaban ante las dificultades que las circunstancias hacían insuperables. En este estado las cosas se hicieron proposiciones al Gobierno por una Empresa particular para conducir las aguas del Lozoya á Madrid. La Corporación municipal hacía plausibles esfuerzos para realizar las obras por sí misma y con sus propios recursos para no privarse de la gloria que tendría el que alcanzase tan próspero suceso. Pero desgraciadamente, según manifestaba en sus informes, ha tenido que prescindir de sus buenos deseos, porque el estado angustioso de los fondos de la Villa le reducían á una impotencia casi absoluta.

(Se continuará.)