

sobre las aguas altas, ó bien que se hiciese el paso del acueducto por debajo del rio.

De la comparacion de ambos medios resultaba mas económico el túnel; pero era mas incierto el resultado, así por su coste, sobre lo cual se hacia comparacion con lo sucedido en el de Londres, como tambien por el tiempo necesario para su construcción, por falta de un completo conocimiento de lo interior del terreno : ademas hubiera sido preciso emplear medios de preservar los tubos de la accion destructiva de las aguas saladas.

Adoptóse pues por fin el acueducto sobre arcos de 110 piés de altura sobre el nivel alto ordinario, y como esta elevacion no bastaba para llegar hasta la altura del canal, se dispuso sobre la fábrica un sifon inverso de tubos de hierro. La obra no se elevó todo lo necesario, porque, aun en el caso de haber llegado al nivel del canal, hubieran sido preferibles los tubos, á la fábrica de ladrillo con planchas de hierro.

La obra que se construyó es como sigue :

En la orilla Sur hay un arco de 54 piés de luz, en seguida y al traves del rio siguen 8 arcos de 87 piés cada uno, y en la ladera Norte otros 6 de 54 piés, que forman todos una línea de 13 arcos : desde cada extremo del puente-acueducto, parte un muro de piedra en seco hasta unir la fábrica con la del acueducto. Dos de las pilas están fundadas en peña, y las restantes sobre pilotaje. La altura del acueducto, desde el fondo del rio hasta lo mas alto de la obra, es de 163 piés, y el ancho por arriba de 23. Los tubos están recubiertos de tierra, y su longitud total de un extremo á otro es de 1.507 piés, estando el fondo de la parte céntrica, que es horizontal, 14 piés mas bajo que el del canal en la orilla Norte, y 11  $\frac{1}{2}$  respecto al mismo en la orilla Sur.

Pasado el Harlem sigue el acueducto por su orilla Sur, y despues de atravesar dos túnels, se encuentra el valle de Manhattan, que tiene 4.600 piés de ancho y 111 de hondo desde la línea de la solera del acueducto, hallándose situado á 10 leguas de la presa. Este valle se atraviesa tambien por sifon inverso, de tubos de hierro. En la ladera Norte del valle hay una arca adonde llega el acueducto, y desde donde salen dos tubos de hierro de 40 pulgadas de diámetro interior que bajan al fondo del valle, y vuelven á subir en la ladera del Sur, donde hay otra arca que los enlaza de nuevo con el acueducto. El total del agua deberá

ser conducida por cuatro tubos, y á este objeto se dispuso la línea, pero solo se colocaron dos al principio por ser suficientes para el abastecimiento de la ciudad. En el fondo del valle hay grandes llaves de descarga que desaguan en una zanja que va á parar al río Hudson, á media milla de distancia.

Otra obra de consideracion se encuentra en el valle de Clen-dinning, al cual se llega despues de pasar un túnel, y á 10  $\frac{1}{2}$  leguas de la presa. El ancho de este valle es de 2.080 piés, y el acueducto está sostenido sobre un murallon de piedra en seco con revestimiento de mortero; en este extenso murallon hay tres puentes para el paso de carruajes y de personas en las calles 98, 99 y 100, compuesto cada uno de tres arcos, de los cuales el del centro tiene 33 piés de luz, y 11  $\frac{1}{2}$  cada uno de los laterales. La altura total de la obra desde el asiento hasta la terminacion superior es de 53 piés, y el ancho á la altura del fondo del acueducto de 33 piés. A los lados del acueducto hay, como siempre, los muros de sostenimiento de la tierra que lo cubre. Como en las demas obras de consideracion, el acueducto va revestido de planchas de hierro en las partes que corresponden sobre los tres puentes.

Poco mas adelante llega el acueducto al depósito de recepcion situado á 11 leguas de la presa.

Este depósito ocupa un punto elevado de la isla, y abraza el espacio de siete manzanas de casas. Es rectangular, de 2.000 piés de largo por 914 de ancho, medido por la línea superior exterior del murallon que forma el estanque. Su superficie es por consiguiente de 1.828.000 piés cuadrados. Los muros se hicieron de tierra escogida, humedeciéndola y apisonándola para hacerla compacta; tienen 22 piés de grueso en la parte superior, y aumentan hácia el asiento por los declives que son de 1 de base por 3 de altura por la parte exterior, y de 1  $\frac{1}{2}$  de base por 1 de altura en la interior: el exterior está resguardado por un revestimiento de piedra de 4 piés de grueso, revocado con mortero, y la cara interior con un revestimiento de piedra en seco de 1  $\frac{1}{4}$  piés de grueso. Estos macizos de los diques van hasta 4 piés mas arriba que el nivel de la superficie del agua en el depósito, y el revestimiento interior se termina dos piés mas arriba de esta superficie, estando cubiertos con yerba los dos piés restantes, que forman una línea verde todo al rededor del estanque. Una barandilla de hierro limita lo interior y lo exterior del terraplen en su parte

superior, formando un paseo de mas de un cuarto de legua.

El depósito está dividido en dos partes por un muro trasversal, la una casi cuadrada á la parte del sur, y la otra mayor al norte. La mayor profundidad en la seccion del norte es de 22 piés, no habiéndose igualado por entero su fondo por no haberlo juzgado necesario, y por ser muy costoso. La seccion del sur tiene de 27 á 33 piés de profundidad, habiéndose dejado de excavar una parte de roca que por uno de los ángulos sobresale de la superficie del agua. El depósito, estando llenas ambas divisiones, contiene  $31\frac{1}{2}$  millones de piés cúbicos (150 millones de gallones).

El acueducto tiene una cámara de compuertas reguladoras por medio de las cuales se deja entrar el agua en la seccion del norte, ó bien se la obliga á pasar á la del sur por una continuacion de acueducto que va dentro del terraplen hasta un ángulo de esta seccion.

En el muro divisorio hay un tubo de hierro, de comunicacion, para el paso del agua de una seccion á otra, con objeto de igualar el nivel: se halla 11 piés por bajo de este, y tiene llave para dar ó quitar la comunicacion.

El depósito tiene un aliviadero por el cual el agua, ántes de exceder el nivel conveniente, cae en un pozo, desde el cual pasa á una acequia de ladrillo que la conduce al rio. En cada uno de los cuatro puntos de salida de aguas del depósito hay una casa de compuertas, fundada bastante adentro del estanque para salvar toda la base del terraplen y alcanzar la mayor profundidad del agua. Estas casas tienen compuertas de madera por el lado que mira al interior del depósito, para arreglar la profundidad de la corriente de desagüe respecto al nivel del depósito, y tubos de hierro que tiene cada uno una llave puesta en una bóveda que hay en lo interior de los terraplenes, destinada á interrumpir el desagüe. Estas casetas comunican con la orilla por medio de un puentecillo.

El depósito de distribucion recibe en el dia el agua que viene del de recepcion por medio de 2 tubos de 40 pulgadas de diámetro. Estos tubos están dispuestos de modo que ambos pueden tomar el agua de la seccion del sur, ó uno de esta, y otro de la del norte del de recepcion. El fondo de los tubos que parten de la seccion norte está 5 piés mas bajo que el fondo del depósito, y los de la seccion sur 2 piés mas bajo.

El depósito de distribucion que está á 11.500 piés del de recepcion, y se revistió de una mampostería de mucha limpieza y duracion, fué construido con objeto de tener un centro de reparto en la parte mas poblada de la ciudad, porque la disposicion del terreno de la isla no permitió construir en este punto el depósito de recepcion.

Los tubos entran por el fondo del depósito de distribucion y tienen llaves para arreglar su gasto.

El depósito de distribucion está dividido en dos secciones por un muro dispuesto de modo que pueda admitir tres tubos de á 40 pulgadas de diámetro interior, que al traer el agua del de recepcion, viertan dos en una seccion y uno en la otra, ó bien repartiendo el agua por igual en ambas secciones. Una casa está construida sobre el muro de division, mitad en cada seccion, y con disposiciones análogas á las del depósito de recepcion, dando el mismo servicio á cada una de las secciones con sus compuertas y llaves. Este depósito es de 460 piés en cuadro, medidos por la cornisa, y 477 por la base contando con los resaltos, y ocupa una superficie de 227.500 piés cuadrados próximamente. La altura de los muros sobre el terreno de las calles de al rededor, es de 49 piés, y de unos 54 sobre los cimientos. El agua se eleva á 59 piés sobre el fondo, cuando llega á su mayor nivel, que es 4 piés mas bajo que lo alto de los muros, y el exceso, cuando el depósito está lleno, entra en un pozo que hay en el muro divisorio, y se dirige al rio por una taguea subterránea. Este depósito está calculado para contener unos  $3\frac{1}{2}$  millones de piés cúbicos.

Los muros exteriores tienen puertas que dan entrada á una galería que circunda todo el estanque por dentro el grueso de los muros: el objeto de esta galería es, 1.º disminuir la cantidad de material; 2.º facilitar el exámen de la obra para evitar las filtraciones; y 3.º evitar cualquiera humedad que recalándose al muro exterior pudiera degradarle por la accion de los hielos. Esta obra calada se eleva hasta 8 piés por bajo de la cara de aguas. Por la parte del estanque se ha formado en estos muros un macizo de tierra apisonada, con suficiente anchura en la base para una completa seguridad, y la superficie está cubierta con un revestimiento de mampostería hidráulica de  $1\frac{1}{2}$  piés de grueso. Estos terraplenes están enlosados por encima, y forman un paseo al rededor de todo el estanque. El fondo está cubierto



con una tongada de hormigon de un pié de grueso. La seccion del murallon del estanque con el terraplen es de  $18\frac{1}{2}$  piés de ancho en lo alto, de 38 piés de grueso á los  $17\frac{1}{2}$  por bajo de la superficie superior, y de 85 piés de grueso á la altura del fondo. La cornisa proyecta hácia lo exterior, y la albardilla hácia lo interior, de modo que el ancho total por arriba resulta de 23 piés. El paseo al rededor está limitado por dos barandillas de hierro, una en la parte exterior y otra en la interior. La cara exterior del muro tiene un declive de  $\frac{1}{6}$  de la altura ó 2 pulgadas por pié, y se termina en una cornisa egipcia que corre todo al rededor. En uno de los frentes hay una escalera que conduce á lo alto del terraplen. Al rededor del estanque hay una banqueta cubierta de yerba que produce un efecto muy agradable. Este depósito, que puede mirarse como la terminacion de las obras del acueducto, dista de la presa de derivacion 11,7 leguas, ó 254.090 piés.

Aun cuando se ha indicado anteriormente la pendiente que por término medio corresponde al total del canal, deducida de su longitud y desnivel entre los extremos, este sin embargo no está repartido uniformemente, sino que al contrario existen pendientes muy diversas en diferentes trozos, para que sean adecuadas á cada clase de obra, segun la idea de conveniencia y economía que se queria resultase de su empleo; así que podrá ofrecer interes el conocimiento de las diferentes partes en que se halla dividido el acueducto bajo este punto de vista, el cual resulta de la siguiente

TABLA DE LONGITUDES, DESNIVELES Y PENDIENTES.

TROZOS.	LONGITUD.	DESNIVEL.	PENDIENTE.
	Piés.	Piés.	
1.º	28.535	3,22	0,000115 = 2,25 piés por leg.
2.º	162.050	53,57	0,000207 = 4,14 piés por leg.
3.º Tubos.	1.507	2,51	0,00166
4.º	11.741	2,46	0,00021 = 4,2 piés por legua.
5.º Tubos.	4.491	4,22	0,00094
6.º	11.684	1,75	0,00015 = 3 piés por legua.
	220.006	47,75	

La velocidad experimental que por término medio resulta en el agua del acueducto en toda la seccion transversal y en la longitud total, es de 2,4 piés; y como la fórmula de Prony, que es la mas favorable á la velocidad, da solo para esta 2 piés en el término medio de la conduccion, con aumento ó disminucion de unas 0,2 en el máximo y en el mínimo de conduccion, resulta, como ya se sabe, que la velocidad en canal bien revestido va mas allá de lo que se deduce por las fórmulas.

*Curvas.* Las curvas de cambio de direccion en la línea del acueducto se procuró fuesen siempre de gran radio, aun á costa de sacrificios pecuniarios, así que son en general de radio mayor de 500 piés, teniéndole muchas de 1.000, y aun de mucho mas algunas.

El coste total de esta notable obra, no incluyendo los tubos que en la ciudad están por bajo del depósito de distribucion, fué de 180 millones de reales (9 millones de dollars); y agregando el coste de las cañerías y obras necesarias para la distribucion en la ciudad, *el coste total del abastecimiento de aguas de Nueva York ascendió á 240 millones de reales (12 millones de dollars).* En esta suma se incluye la acumulacion de los intereses del dinero durante la ejecucion de las obras.

#### *Abastecimiento de Marsella.*

Por los años de 1560, se hicieron los primeros ensayos para el abastecimiento de aguas de Marsella, y desde aquella época son varios los proyectos formados con la mira de surtir de aguas abundantes, no solo esta ciudad, sino todas las mas principales de aquel departamento, proporcionando al mismo tiempo los riegos necesarios á la agricultura. Arredradas las demas poblaciones ante las inmensas dificultades y excesivo coste de la empresa, hubo de arrostrarlas Marsella por sí sola, impelida por la necesidad, que se iba haciendo mas urgente cada dia, de proporcionarse en abundancia aguas puras y saludables.

Decidido el ayuntamiento á llevar á cabo la obra, lo manifestó así en la sesion de 18 de julio de 1834, en estas memorables palabras: «La ejecucion del canal es ya una resolucio[n] rrevocable; suceda lo que suceda y cueste lo que costare el canal, se ha de ejecutar.»

Así se ha verificado en efecto, á pesar de las innumerables dificultades que ha sido preciso vencer.

Cuatro proyectos distintos se presentaron, y otras tantas proposiciones se hicieron para su construccion, pero el ayuntamiento, convencido despues de un maduro exámen, de que una obra de tal importancia, y que tan de cerca tocaba á los intereses mas vitales de la poblacion, no debia abandonarse á los especuladores, reclamó del gobierno el auxilio de dos ingenieros de puentes y calzadas, que examinasen los proyectos presentados y diesen sobre ellos su dictámen, aprobando alguno, ó proponiendo otra solucion mas favorable.

El director general del cuerpo, secundando estas miras, designó á los ingenieros Kermaingant y Mont-Richer, los cuales, adoptando bases distintas de las propuestas anteriormente, presentaron un anteproyecto que fué aprobado en 1858 por el consejo de puentes y calzadas. El ingeniero Mont-Richer formó inmediatamente un proyecto que sirvió de base á una ley que concede á la ciudad de Marsella la facultad de tomar del Durance 5,75 metros cúbicos por segundo, es decir, 266 piés cúbicos, ó sean 153.216 reales fontaneros, en la época de las aguas bajas y hasta 10 metros cúbicos, 462 piés cúbicos, ó sean 266.000 reales fontaneros cuando suben estas medio metro mas, y toman la altura que conservan la mayor parte del año.

El canal comenzado en 1859, y concluido en el espacio de ocho años, toma sus aguas en la orilla izquierda del rio Durance, cerca del puente colgado de Pertuis, á una distancia, en línea recta, de  $7\frac{1}{4}$  leguas de la ciudad, y tiene un desarrollo de 296.640 piés, ó casi 15 leguas de longitud, de las cuales  $15\frac{1}{2}$  están en el territorio de Marsella.

En toda la línea del canal hay una multitud de minas que componen una extension de mas de 56.000 piés, ó sean cerca de 3 leguas, y solo á favor de estas obras, y de los suntuosos acueductos de que hablaremos luego, han podido vencerse las inmensas dificultades que ofrecia el terreno, y que á primera vista parecian insuperables.

La toma de aguas se hace por 7 bocas de un metro en cuadro (1,4 varas cuadradas) con compuertas de hierro.

El canal cruza primeramente una gran llanura, y pasa por mina junto al pueblo de St. Esteve, atravesando poco despues el camino de Aix á Cadenet sobre un terraplen de 50 piés de elevacion cerca de Charleval, y á unas 4 leguas del punto de partida pasa el canal por dos acueductos, el primero de 68 piés de

alto por 266 de largo; y el segundo de 65 de altura por 525 de longitud. Poco mas adelante vuelve en ángulo recto, y atraviesa la cordillera de Taillades por un subterráneo de mas de 15.000 piés, ó cerca de  $\frac{3}{4}$  de legua.

Una legua mas adelante pasa el rio Touloubre sobre el acueducto de Valmousse, de 93 piés de altura y 610 de longitud, compuesto de 17 arcos de 29 piés de luz. Atraviesa despues los cerros de Aiguilles, con 14 minas pequeñas, que componen un total de una legua de longitud. Rodea faldeando la montaña de Ventabren, y llega á Roquefavour, donde cruza el rio Arc sobre un magnífico acueducto de 500 piés de elevacion, y 1.550 de longitud. Pasa despues el canal con pequeñas minas por debajo de algunos cerros de corta extension, y por último, entra en la gran mina del *Assassin*, de 12.400 piés de longitud, al salir de la cual se introduce inmediatamente en la de *Nôtre Dame* de 8.970, que entrambas forman una línea subterránea de mas de una legua, y despues de recorrer una distancia de 2  $\frac{1}{2}$  leguas á cielo abierto, llega á la entrada de la poblacion.

Las obras principales de la línea son en resúmen 52 minas, el gran acueducto de Roquefavour, otros 3 acueductos de un solo órden de arcos de 9 á 17, 5 acueductos menores de 2 á 5 arcos, y 225 obras de fábrica de menor importancia, como puentes y acueductos de un solo arco, tomas de agua, aliviaderos, etc.

La construccion de la mina de Taillades presentó dificultades inmensas, habiendo sido necesaria una máquina de vapor de 100 caballos para el agotamiento de las aguas que en uno de los pozos llegaron á elevarse á 115 piés sobre el fondo de la galería, extrayéndose 5 piés cúbicos por segundo. Pero entre todas estas obras ninguna hay tan admirable como el acueducto de Roquefavour, cuyas dimensiones principales, como queda dicho, son 500 piés de altura, y 1.550 de longitud. Está formado por 3 órdenes de arcos sobrepuestos, 12 inferiores de 54 piés de ancho por 110 de alto, 15 intermedios de 57 de ancho por 136 de alto, y 55 superiores de 18 de ancho por 48 de altura. El grueso de la obra es de 49 piés en la base ó zócalo, y 16 en la parte superior; y en su construccion, que es de carácter romano, se han empleado sillares de enormes dimensiones, habiendo algunos hasta de 270 piés cúbicos, y 50.000 libras de peso.

Las dimensiones del canal en sus diferentes partes, y las pen-

dientes de su solera, se dispusieron con arreglo á las distintas clases de obras, y atendiendo á que debian conducirse por él hasta 462 piés cúbicos por segundo, con arreglo á la concesion obtenida. Así pues, en los trozos á cielo abierto se dió á la solera la anchura de 10,75 piés, y en la boca, ó entre ambas orillas, 53,75 piés. La profundidad del canal es de 8,58 piés; la del agua en el mínimo es de 5,42 piés, y entónces el ancho en la superficie del agua es de 25,08 piés. En el máximo la profundidad del agua es de 7,17 piés; y siendo la pendiente de 0,0003, resulta una velocidad media de 3,25 piés que produce la cantidad de agua que debe pasar por el canal en un segundo: es decir, los 462 piés cúbicos concedidos.

En las minas el ancho es de 12,17 piés; y la altura, bajo la clave, de 13,25; la pendiente de 1 por 1.000, y la cantidad de agua por segundo los mismos 462 piés.

En todos los acueductos, excepto en el de Roquefavour, la pendiente es de 0,0007, en vez de 0,0003, que es la general del canal; y así las dimensiones en ellos se han disminuido convenientemente, sin que el producto de agua sea menor que en el resto de la línea; pero esta disminucion es mucho mas notable en el acueducto de Roquefavour, en el cual la pendiente se ha aumentado hasta 0,004.

Las aguas llegan al depósito de distribucion de Longchamp, situado en la parte mas alta de la ciudad; y en otros dos puntos elevados hay dos estanques menores que sirven para regularizar el servicio de distribucion, pues ambos reciben las aguas continuamente y las distribuyen con intermitencia á las horas señaladas para las fuentes de limpia (*borne-fontaines*), ó exigidas por las necesidades de la poblacion.

La capacidad del estanque de recepcion es de 1.850.000 piés cúbicos, y la de los otros dos es de 462.000 piés cúbicos el 1.º, y de 924.000 el 2.º, pudiendo por consiguiente contener entre los tres un volúmen de agua de unos 3.236.000 piés cúbicos, cantidad sobrada para veinte y cuatro horas, y suficiente para tres dias en caso de necesidad, pero pequeña al parecer para la exigencia del servicio durante las reparaciones.

La forma de estos depósitos es acomodada á la configuracion del terreno; pero con el objeto de que el agua se mantenga limpia, y á una temperatura conveniente en todas estaciones, se han cubierto los tres con bóvedas de ladrillo ó de hormigon, recu-



biertas de una capa de tierra vegetal, de  $3 \frac{1}{2}$  piés de espesor, que las preserva del ardor del sol, y proporciona al mismo tiempo paseos públicos.

Ademas de estos tres depósitos, hay otros dos destinados al regadío, y al abastecimiento de las casas de campo.

Las quince leguas de canal abierto, sin contar con los depósitos ni con las demas obras de distribucion, han costado á Marsella mas de 100 millones de reales, distribuidos en esta forma:

	Reales vellon.
Toma de aguas y obras accesorias. . . . .	2.760.000
Canal descubierto. . . . .	58.800.000
Minas. . . . .	28.000.000
Acueductos. . . . .	16.000.000
Compra de terrenos, indemnizacion de perjuicios, conservacion de la parte ejecutada hasta la con- clusion, etc. . . . .	14.600.000
	<hr/>
	100.160.000

El canal de Marsella abastece ya abundantemente de aguas mas de 1.300 establecimientos públicos y particulares, á saber :

20 fuentes.	
145 fuentes de limpieza ( <i>borne-fontaines</i> ).	
26 lavaderos públicos.	
49 lavaderos particulares.	
5 hospitales.	
2 fuertes.	
4 cuarteles.	
1 matadero.	
2 teatros.	
1 lazareto.	
224 fábricas.	
20 casas de baños.	
815 casas particulares.	
<hr/>	
1.312	

El canal de Marsella es uno de los pocos que, estando destinados á abastecimientos de aguas potables, se han construido sin revestir; pero el resultado ha sido poco satisfactorio, porque

se han gastado crecidas sumas en contener las filtraciones, que en algunos trozos fuéron tan grandes, que absorbían ó dejaban escapar toda el agua que se les introducía, quedándose enteramente en seco. Se cree con fundamento que el coste de este canal no hubiera sido mayor que el que ha tenido, si desde luego se hubiera hecho el revestimiento de fábrica; por lo que esta obra, en vez de ser un ejemplar que imitar, es un aviso que se debe tener presente para cuando se trate de obras de igual naturaleza.

# RECONOCIMIENTO

PRACTICADO

## POR EL DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS,

*de los trabajos de la Comision nombrada por real orden de 10 de marzo último, para hacer el estudio del proyecto mas conveniente para el abastecimiento de aguas de Madrid.*

---

Direccion general de Obras públicas.—Exemo. Sr.—Cumpliendo el mandato de V. E. para que inspeccionase los trabajos de la Comision creada por real orden de 10 de marzo último, para la traida de aguas á Madrid, y que al mismo tiempo practicase un reconocimiento del rio Lozoya, sali de esta capital el dia 11 de noviembre último, acompañado del ingeniero jefe de 2.<sup>a</sup> clase D. Juan Rafo, nombrado para dicha comision, y del ingeniero 1.<sup>o</sup> D. Eugenio Barron, encargado de la carretera general de Búrgos, en la parte que corresponde al distrito de Madrid, habiendo empleado en dicha inspeccion once dias. A mi regreso ocupé tres mas en visitar la expresada carretera, entre la venta de Juanilla y esta corte, de cuyo resultado daré á V. E. cuenta por separado.

El reconocimiento de los trabajos en que se ha ocupado la Comision de aguas, se verificó con arreglo á lo prevenido en la precitada real disposicion; pero ántes de manifestar el orden que en él se ha seguido, será conveniente presentar algunas ideas generales acerca de este proyecto.

No habiendo necesidad, ni una conveniencia probada de emplear los medios que sirven para levantar el agua, los proyectos de conduccion de este líquido á Madrid quedan reducidos á los que podrian formarse desde los rios Guadarrama, Manzanares, Guadalix y Lozoya, en los parajes que por su altura permiten hacer una derivacion directa para que las aguas lleguen con la velocidad conveniente al punto de traida. De estos cuatro rios el mas caudaloso es el Lozoya, cuyas aguas pueden incorporarse con las del Guadalix, y por esta causa los proyectos que se de-

riven del primero, merecen una preferencia en el exámen, segun se deduce del contexto de la misma real orden. Aunque las escasas aguas del Guadarrama pudieran reunirse con las del Manzanares, no por eso se conseguiria mayor cantidad que la que puede traerse del Lozoya : ademas, no sería acertado ocupar el todo ó parte de las últimas, que en el dia prestan un servicio indispensable á la poblacion, sin que ántes se reemplazase este mismo servicio por otro equivalente, sin gravámen del vecindario.

Esto supuesto, daré una breve idea de los proyectos de traida que tienen relacion con el Lozoya. El mas antiguo es el de D. Jorge Sicre : toma las aguas del Jarama en el sitio de los Roncaderos y en la terminacion de las tablas de Guesa, poco mas abajo de la confluencia del Lozoya ; y puede decirse que en verano solo cuenta con las aguas de este rio : sigue á este el de don Juan de Villanueva, derivado del Guadalix, en el sitio del Salto del Hervidero ; y por último, el que formó D. Francisco Barra, derivándolo del mismo rio en el sitio del Pílancon, y del Manzanares en el del Batan, reuniendo estos acueductos en uno en el majuelo de Lasso, próximo á Colmenar Viejo : de este proyecto solo se considerará, para lo que me propongo decir, la parte correspondiente al Guadalix. Con posterioridad se han hecho reconocimientos para prolongarlo hasta el Lozoya, entre los cuales merece distinguirse el de D. Pedro Cortijo, que habiendo hecho las oportunas nivelaciones, demarcó la línea que debia unir el sitio del Pílancon, donde principia el acueducto de Barra, con el Lozoya, tomando las aguas de este rio en el estrecho del Tenebroso.

La comision últimamente nombrada, despues de examinar estos proyectos, ha creido lo mas conveniente prolongar el proyecto de Villanueva hasta el Lozoya, despues de hacer en él las rectificaciones y alteraciones convenientes ; y con presencia de todos los datos necesarios ha establecido la derivacion en el Ponton de la Oliva, haciendo el estudio de la línea entre este punto y el Salto del Hervidero.

Se ve pues, que de los proyectos formados hasta el dia para traer aguas á Madrid en diferentes supuestos, han venido á formarse tres, que tienen su derivacion en el Lozoya, pues aunque el de Sicre toma sus aguas del Jarama, como se ha dicho, puede asegurarse que en las bajas solo cuenta en aquel paraje

con el Lozoya : por consiguiente hay tres trazados para traer las aguas de este rio ; el primero *alto* , que comprende los trabajos de Barra y Cortijo : el segundo *bajo* , formado por Sicre ; y el tercero *intermedio* , que comprende el proyecto de Villanueva, completado por la comision.

Estos tres trazados se reunen á su terminacion en un punto, y aunque se separan entre sí, no por eso dejan de tener relaciones mutuas, pues están trazados en la ladera derecha del Jarama : en el trazado *alto* se puede disponer de mayores pendientes, mientras que en el *bajo* serían escasas, teniendo por necesidad que aumentarse la seccion.

Examinando la estructura fisica del terreno que media entre el Ponton de la Oliva y el estrecho del Tenebroso, salta á la vista la imposibilidad casi absoluta de intentar una derivacion intermedia á dichos puntos, porque la grande elevacion de la divisoria, unida á la que tienen las lomas y cerros agrupados, en que termina esta parte de la estribacion de la sierra, lo impiden completamente ; así pues, los proyectos posibles quedan reducidos á los tres que se han indicado, y que fuéron el objeto de la inspeccion, cuyo itinerario se ha hecho teniendo á la vista el plano formado por la Comision. Presentaré las ideas, siguiendo el orden del reconocimiento, aunque aparezcan invertidas en este escrito, pues de ello no resulta el menor inconveniente al principal objeto de mi encargo.

Despues de examinar la marca de terminacion del *trazado alto* frente á la puerta de Santa Bárbara, me dirigí por Chamberí entre el *trazado intermedio* y el *bajo*, á Canillas y Hortaleza: allí me convencí de la imprescindible necesidad de practicar una mina para el paso de la divisoria entre los arroyos Abroñigal y Valdebebas, pues de lo contrario habria que rodearla de un modo análogo al que se propone en el *trazado bajo*.

En seguida pasé á tomar la divisoria de Manzanares y Jarama, para volver sobre el *trazado alto* hácia Chamartin, con el fin de continuar por él hasta Fuencarral, en cuya confrontacion los tres trazados se encuentran bastante próximos. En este punto me decidí á seguir el *trazado alto* por la citada divisoria, que domina el terreno de la derecha, por donde se dirige el *trazado intermedio* : en esta direccion ninguna dificultad ofrece aquel hasta el majuelo de Lasso. El *intermedio* necesita tres minas para evitar rodeos, dos de ellas de corta consideracion, entre los arro-



yos Canto-Blanco, Valdelamaza y Moraleja; y ademas algunos acueductos y alcantarillas para el paso de las arroyadas, siendo de aquellos el de mas consideracion el del arroyo Bodonal, por la disposicion particular de sus laderas.

Desde el paso del arroyo de la Moraleja se dirige el trazado á buscar el Salto del Hervidero en el Guadalix, cruzando ántes los arroyos de la Parrilla, Mojapan, Colmenarejo, de la Sima y de Retuertas por medio de alcantarillas, de mas ó ménos consideracion, y teniendo que salvar por minas las divisorias de los dos primeros.

El Guadalix puede pasarse de dos modos: por medio de un acueducto de alguna consideracion sin entrar en la garganta que conduce al Salto del Hervidero, ó construyendo una presa que rebalse en dicho Salto las aguas del rio, llevando el canal á este depósito. Hasta este punto el *trazado alto* corta las mismas arroyadas, aunque en terreno mas elevado, para dirigirse al sitio del Pílancon.

Al tocar al indicado rio los tres trazados, se separa el *alto*, continuando el *intermedio* y el *bajo* bastante próximos: por esta razon, al llegar aquí, me decidí á seguir los últimos, reconociendo su paso por la carretera general y los pajares altos del Molar, que se encuentran sobre la divisoria del Guadalix y Jarama: en ambos trazados hay que practicar algunas minas de mas ó ménos consideracion, para evitar los grandes rodeos á que obligaria el paso de las estribaciones que forman la indicada divisoria.

Volví á colocarme en el *trazado intermedio*, y examinando sus marcas, lo seguí hasta la confrontacion de Talamanca, teniendo á la vista el *trazado bajo*, que en esta parte es casi concéntrico á aquel: los dos se dirigen al Espartal, dejándolo en medio para separarse despues, y pasar el arroyo Malacuera. El *intermedio*, como mas alto, tiene que buscar terrenos mas elevados, y dar mayor rodeo por entre Torrelaguna y la ermita, para continuar despues por la ladera de las Lomas, en que se encuentra el pueblo de Patones, y dirigirse al ponton de la Oliva, donde se ha de practicar la toma de aguas. El *trazado bajo* no puede dar este rodeo por su menor altura, y se dirige á los Roncaderos, que es su punto de derivacion. Tambien hice un reconocimiento detenido de la parte baja del curso del Lozoya, haciéndome cargo de todas las circunstancias de la presa, de las localidades

en que se habian hecho los aforos de agua, y de la absoluta imposibilidad de pensar por aquella parte en otra derivacion que la del Ponton de la Oliva.

De Torrelaguna me dirigí á las inmediaciones de Redueña á buscar el *trazado alto* en Valgallego; continué examinándolo hasta el Berrueco, donde me hice cargo de la mina que se habia propuesto para atravesar la divisoria baja entre Jarama y Lozoya; examiné en seguida el paso de los arroyos Jóvalo y Santillana, y de algunas otras arroyadas hasta llegar á Mangiron; de allí pasé al estrecho del Tenebroso, poco mas abajo de Puentes-viejas; y en efecto, es el punto que ménos dificultades presenta para la toma de aguas entre Buitrago y el Ponton de la Oliva.

A mi regreso á esta capital reconocí la parte que restaba del *trazado alto*, contiguo á Cabanillas y Venturada, el cual, despues de atravesar el arroyo Albalá, se dirige al Pilacon, pasando ántes algunas arroyadas de corta consideracion; la parte del trazado comprendida entre dicho punto y el Salto del Hervidero va toda por la ladera derecha del Guadalix, sin que, respecto á obras, presente circunstancia que exija una mencion particular.

De Buitrago pasé á la laguna de Peñalara, siguiendo el curso del Lozoya hasta el pueblo de este nombre, y de allí continué por la izquierda hasta el pié del pico de Peñalara, en que se encuentra la laguna de este nombre, donde tiene su origen el expresado rio.

En estos reconocimientos el ingeniero D. Juan Rafo ha hecho observaciones barométricas en los puntos mas notables, y á las horas en que se verifican en el observatorio de Madrid, cuyos resultados presentará en su Memoria; algunos de estos tienen relacion con el proyecto, como son los de San Agustin, Salto del Hervidero, Atalaya, Torrelaguna y el Ponton de la Oliva: las demas observaciones, tales como las del puente del Villar, Buitrago, puente del Canto, Rascafría y laguna de Peñalara, corresponden al curso del Lozoya.

Ahora manifestaré á V. E. mi opinion sobre los proyectos indicados. La circunstancia de haber pertenecido á dos comisiones formadas por el Excmo. Ayuntamiento para la traida de aguas, me dió ocasion de enterarme del expediente, y conocer los documentos relativos á los proyectos *alto* y *bajo*; aunque de la parte del *intermedio*, que en aquella sazón ya estaba formada, habia desaparecido el plano, despues se ha encontrado, y se ve

que es un trabajo digno de la opinion y buen crédito de su autor. Las ideas que en vista de tales antecedentes me habia ya formado, en poco he tenido que variarlas despues al examinar el terreno. Los tres proyectos son realizables, sin necesidad de luchar con obstáculos de difícil vencimiento : cada uno de los autores resolvió la cuestion segun se le proponia. Sicre formó un proyecto análogo á los que en su tiempo se promovian para aumentar los riegos en las inmediaciones de la capital : Villanueva se limitó á un canal de traida para surtir de aguas al real sitio del Buen-Retiro ; y por último Barra, en un proyecto bien estudiado, se propuso aumentar el abastecimiento de aguas potables de Madrid. Para mí es indudable que realizados estos proyectos hubieran llenado sus respectivos objetos, salvas las rectificaciones de algunos datos, y las modificaciones que tienen lugar al tiempo de su ejecucion.

En el dia puede decirse que la cuestion debe presentarse en su mayor generalidad, y aunque quisiera desconocerse esta conveniencia, vendria á hacérnosla palpable el ejemplo de las grandes obras de este género, que se han hecho en el presente siglo en varias capitales de Europa y América. Partiendo de este supuesto, lo primero de que se ha dudado ha sido de la existencia del agua cuando se ha agitado esta cuestion, llevando la exajeracion hasta un punto inconcebible, como si no tuviéramos delante de nuestros ojos una sierra cubierta de nieve la mayor parte del año : cierto es, que esas aguas desaparecen en épocas determinadas ; pero al hombre toca ocuparse en retener la parte que necesite para sus usos, pues de lo contrario seguiria siendo mero espectador del inalterable curso de las leyes de la naturaleza.

El medio que el hombre tiene en su mano para conseguir su objeto, en el sentido que nos ocupa, es el de construir depósitos, y en mí entender no hay otro para proporcionarse en el verano la cantidad de agua necesaria en la capital, á fin de atender á los diversos objetos á que en el dia puede aplicarse.

El curso del rio Lozoya permite construir depósitos de mucha capacidad en localidades muy á propósito, como son los estrechos del puente del Villar y Puentes-viejas, que tienen una altura considerable y una latitud media de 60 á 80 piés. Estos estrechos se encuentran entre Buitrago y el Ponton de la Oliva, en cuyo espacio existen algunos otros puntos que con mas ó ménos ventajas pueden servir para el mismo obieto. No sucede lo mismo

entre Buitrago y el pueblo de Lozoya, hasta donde, si bien el rio corre entre márgenes escarpadas y muy cerradas, las laderas, en la vega baja se presentan poco inclinadas, cuya disposicion imposibilita la construccion de cualquier obra destinada á contener las aguas en gran cantidad. Del pueblo de Lozoya al Paular, el lecho es mas somero, continuando llana la ladera izquierda. Y por último, desde poco mas arriba del Paular hasta su origen, el rio forma una continua cascada, cuya pendiente general es muy grande, si se atiende á que entre el Paular y la laguna de Peñalara hay un desnivel de unos 3.000 piés: en esta parte, tampoco hay posibilidad de construir depósitos de gran capacidad.

Réstame hablar de la laguna de Peñalara, origen de Lozoya. Las noticias que de esta laguna se tenian, me habian hecho concebir la idea de que podria sacarse de ella un buen partido, como de casi todos los depósitos naturales que se encuentran en las depresiones de las montañas; pero al practicar su reconocimiento, me he convencido de lo contrario. En la proximidad del pico de Peñalara, y en su lado meridional, existe en efecto una gran depresion, que no cierra el paso á las aguas: en la inmediacion de aquel forma rincon la cresta de la sierra, y el detritus que en él ha caido, bien sea por sacudimientos interiores ó por la accion de los agentes atmosféricos, ha venido á formar un dique natural sobrepuesto al terreno, que cerrando el paso á las aguas ha llegado á formar una laguna de 480 piés de longitud, y sobre 300 en su mayor latitud; las aguas en el dia se trasporan por este dique, que está muy léjos de tener las condiciones necesarias para que se intente formar una represa mayor, la cual tampoco sería conveniente para el objeto.

Habiendo posibilidad de construir depósitos de gran cabida sin ningun inconveniente, con los cuales se conseguiria duplicar, por lo ménos, las aguas del Lozoya en su mayor escasez, no parece pueda caber duda en que dichos depósitos son un elemento esencial del proyecto de traída de aguas á Madrid, y encontrándose los puntos ventajosos para su establecimiento entre Buitrago y el Ponton de la Oliva, fácil es examinar cuál de los tres proyectos merece la preferencia, sin entrar en la comparacion detallada de sus obras. El trazado *bajo* puede descartarse desde luego, porque su corta pendiente no daría á las aguas la velocidad que se requiere para algunos de los usos á que han de destinarse: el *alto* y el *intermedio* necesitan una presa de elevacion

proporcionada para la toma de aguas: esta circunstancia es común á ambos. Si atendemos á que en el primero no pueden establecerse depósitos, mientras que en el segundo se utilizan todos los que se construyan entre Buitrago y el Ponton de la Oliva; que por este punto van reunidos todos los afluyentes del Lozoya, y que en general su línea, por la calidad del terreno, es mas susceptible de rectificacion, parece indudable que debe darse la preferencia al trazado *intermedio*, si, como se asegura, puede obtenerse el conveniente desnivel entre sus puntos extremos.

Durante el reconocimiento el Sr. Rafo me ha dado explicaciones satisfactorias sobre todos los puntos que pudieran ofrecer duda; y si bien el *trazado intermedio* no dejaria de presentar una línea tortuosa por atravesar muchos arroyos y quebradas, esta se rectifica por medio de acueductos y subterráneos, que aunque en mayor número que en los otros proyectos, por lo general se hacen en terrenos convenientes, y léjos de presentar un coste excesivo, se consigue economía y mayor perfeccion en el proyecto.

La comision se ha ocupado tambien de un trabajo importante para la distribucion de las aguas: el plano de Madrid, que acaba de publicarse, levantado á expensas del excelentísimo Ayuntamiento, ha servido para trazar las curvas horizontales del terreno en que tiene su asiento esta capital, dato importantísimo para poner de manifiesto las ventajas de una buena distribucion, la cual es inseparable de esta clase de proyectos.

Es cuanto, por ahora, puedo manifestar á V. E., reservándome dar con mas detencion mi dictámen, si V. E. lo estimare oportuno, luègo que la Comision presente los pormenores de su trabajo.—Dios guarde á V. E. muchos años.—Madrid 10 de diciembre de 1848.—Excmo. Sr.—José Garcia Otero.—Excelentísimo Sr. ministro de Comercio, Instruccion y Obras públicas.



## INFORME

DE LA JUNTA CONSULTIVA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, ACERCA  
DE LA MEMORIA RAZONADA SOBRE LA POSIBILIDAD Y CONVENIENCIA  
DE CONDUCIR Á MADRID LAS AGUAS DEL RIO LOZOYA.

La Junta, en virtud del encargo que se la ha dado, ha visto la *Memoria* formada á consecuencia de real orden de 10 de marzo último por los ingenieros D. Juan Rafo y D. Juan Rivera sobre la traída de aguas á Madrid, y aunque todos sus individuos tenían ya conocimiento de dicha *Memoria*, por haberse publicado en el *Boletín oficial* del ministerio de Comercio, Instrucción y Obras públicas, se leyó la original en la sesión que ha tenido lugar para tratar de este asunto, así como también se leyó el informe que el inspector D. José de Azas presentó á consecuencia de haberle hecho la Junta este encargo particularmente.

Después de una detenida discusión, la Junta conformándose con el informe del referido inspector, y en atención á la confianza que por sus antecedentes inspiran los ingenieros que han formado la *Memoria*, teniendo presentes los proyectos y reconocimientos hechos anteriormente, y los resultados de las importantes operaciones que ellos mismos han practicado, y que se reservan la adopción de los medios que hayan de emplearse en salvar las dificultades de consideración para cuando se haga el estudio definitivo que exigen, aprobó los trabajos de los autores de la *Memoria* en ella consignados; habiendo tenido para ello presente la Junta las siguientes consideraciones:

Tratándose de traer aguas á esta capital con el fin de que sus habitantes tengan la necesaria para los usos domésticos, y que haya un sobrante para emplearse en establecimientos públicos y privados y en la policía urbana, era preciso determinar la cantidad suficiente para ello, así como el punto en que mas convenientemente debería hacerse la toma de dichas aguas. Uno y otro se ha hecho por los citados ingenieros con todas las probabilidades del posible acierto, habiendo elegido el punto del Pontón de la Oliva en el río Lozoya para la toma de dichas aguas; en donde, según el aforo que los mismos han practicado, resulta mas de la cantidad suficiente para llenar el objeto principal, pudiendo con el aumento atenderse á la agricultura en los alrede-

dores de la poblacion. Se ha hecho una nivelacion muy prolija, empezando desde los altos de Madrid hasta terminar en el referido Ponton de la Oliva, verificándolo en el terreno donde ha parecido mas conveniente trazar la línea de la acequia, despues de haberle reconocido, y visto que su direccion es preferible á las que ántes se habian propuesto, y las cuales toman en consideracion los autores de la *Memoria* : sin embargo este trazado no puede considerarse sino como provisional y para comprobar la posibilidad del proyecto. De la expresada nivelacion ha resultado no ser suficiente la altura que naturalmente presentan las aguas del rio Lozoya, para que estas corran hasta Madrid con la pendiente necesaria, y puedan elevarse hasta los pisos terceros de las casas : para salvar este inconveniente se presentan varios de los medios que el arte puede suministrar segun la localidad lo permita, y entre estos se propone desde luego la construccion de una presa que, segun las probabilidades, ofrece ser el mas seguro : sobre lo cual la Junta no se detiene á expresar su opinion, reservándose el hacerlo para cuando se presente el proyecto definitivo.

En cuanto á las obras que han de hacerse en toda la línea, aunque no se presentan como definitivas, los autores de la *Memoria* indican cuáles hayan de ser, y hacen las consideraciones necesarias para adoptar las mas convenientes en los puntos que, segun su naturaleza, necesitan ser de fábrica, como tambien las líneas que han de hacerse en mina; y por último expresan que en los tramos que pueden ir las aguas por un simple cauce, puede quedar este natural y al descubierto ó con revestimiento, así como cubierto : acerca de todo ello la Junta se reserva igualmente dar su parecer para el tiempo en que se presente el proyecto detallado.

Respecto al avance aproximado de las obras, los mismos autores de la *Memoria* dicen que de ningun modo puede mirarse como un presupuesto definitivo, pues este solo podrá obtenerse como resultado de un proyecto bien fijo y detallado : sin embargo la Junta ha examinado dicho avance, y encuentra que se tiene en cuenta en él todo lo necesario en un presupuesto provisional, haciéndole subir á 51 millones en el caso de hacer el canal revestido con todas las condiciones de seguridad; y aun- que despues resulten diferencias mas ó ménos notables por trabajos de detalles y obras pequeñas, así como por mayor

coste en la perfeccion de las que se proponen, todo ello puede cubrirse con el capital que ha de producir el suministro de las aguas, para cuyo cálculo se ha partido del coste aproximado que en el día tienen estas.

Por último, para la realizacion del capital necesario presentan los autores de la *Memoria*, precedidos de muchas consideraciones y datos sobre el particular, los medios que pueden adoptarse, ya haciéndose por el Ayuntamiento, ya por el Gobierno, ya por el mismo Ayuntamiento y propietarios, y por fin por empresa particular; y sobre este punto la Junta es de opinion que debe darse la preferencia al Ayuntamiento, auxiliado por el Gobierno en calidad de reintegro, por ser el que representa mas inmediatamente los intereses de los vecinos que han de pagar el agua y reportar el beneficio de la realizacion del proyecto, y así, cuantas ventajas puedan obtenerse sobre el cálculo de que se ha partido, será tambien en beneficio de los mismos, ya haciéndose rebaja en la cuota que han de pagar, y ya aplicándose á objetos de mejora é interes público; lo cual no podria tener efecto haciéndose por empresa.

La Junta hubiera deseado tener mas tiempo que el que se le ha dado para evacuar este informe, y así hubiese tomado en consideracion la multitud de razones, cálculos y detalles que contiene la *Memoria*; pero no por eso ha dejado de hacerse cargo de los puntos mas capitales, cual son: que en el Ponton de la Oliva, en el rio Lozoya, puede tomarse la cantidad de agua necesaria para el abastecimiento de los vecinos de Madrid, necesidades de la policia urbana y otros usos; pues puede contarse en las épocas ménos favorables con 31 piés cúbicos por segundo, ó sean 17.890 reales fontaneros; que hay probabilidad de que las aguas lleguen al depósito que se forme en las inmediaciones de la poblacion, con la circunstancia de que no experimenten alteracion en sus buenas cualidades, y que del citado punto de depósito se eleven hasta los pisos terceros de las casas; que para cubrir el coste de las obras que se requieren, hay mas que suficiente con ménos de lo que se paga en el día por cada vecino para tener el agua sin la abundancia que ofrece el proyecto; y que para realizar el capital necesario, ofrece el mismo proyecto las mayores garantías. Madrid 22 de febrero de 1849.— El vice-presidente, Juan Subercase.

## INFORME

DEL DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS SOBRE LA MEMORIA QUE HA PRESENTADO LA COMISION NOMBRADA PARA FORMAR EL PROYECTO DE TRAI DA DE AGUAS A MADRID.

Excmo. Sr : En oficio de 11 de diciembre último tuve el honor de manifestar á V. E. el resultado de la inspeccion que hice de los trabajos de la Comision de traida de aguas á esta capital, nombrada por real órden de 10 de marzo último : ahora, que la misma los ha consignado en una memoria, me extenderé en este informe á algunos otros puntos, que no me fué posible tocar en aquel escrito.

Cuando los proyectos de las grandes obras se forman parcialmente, con diversos fines y bajo condiciones discrecionales, se gasta el tiempo inútilmente en amontonar trabajos sin concierto, y viene á producirse una confusion que, en vez de conducir, imposibilita llegar al fin deseado : así ha sucedido con la traida de aguas á Madrid, y sin duda por esta causa la real órden citada ha puesto este importante asunto en camino de una terminacion satisfactoria.

La experiencia en todas partes ha venido á demostrar, que los proyectos de las grandes empresas tienen que pasar por tres periodos muy marcados : 1.º los reconocimientos generales : 2.º los proyectos provisionales ó ante-proyectos; y 3.º los proyectos definitivos. El Gobierno, en vista de los trabajos del primer periodo, fija las reglas para proceder en el segundo, y con presencia del resultado de este, determina las condiciones á que ha de sujetarse el proyecto definitivo, cuya formacion con todos sus detalles es atribucion exclusiva del ingeniero. Pero ¿qué sucederia si se estudiasen los proyectos definitivos, sin determinar previamente sus bases esenciales por la administracion? Que si esta no los consideraba arreglados á sus miras, los modificaria ó inutilizaria con pérdida de tiempo y de gastos, y lo que es todavía peor, se tratarian cuestiones fuera de su lugar, que no podrian ménos de producir la complicacion que, bajo diversos aspectos, ha presentado hasta ahora el expediente relativo á este asunto.

La real órden de 10 de marzo ha colocado la cuestion en el

segundo período: si se demuestra que los trabajos de la comision representan un proyecto provisional, tan completo que puedan sacarse de él las condiciones facultativas para el definitivo, se habrá entrado en el tercero, que indefectiblemente conduce á la solucion. No se crea por esto que se califican de reconocimientos generales todos los trabajos hechos hasta el dia sin distincion; reconocemos que entre ellos hay algunos que, considerados parcialmente, son verdaderos proyectos; pero por su incoherencia, por la diversidad de objeto y por el tiempo que ha transcurrido desde la época de su formacion, se hace indispensable un nuevo exámen.

Así lo ha entendido la Comision, y por eso la primera parte de la *Memoria* comprende un resúmen de todos los proyectos que ha habido hasta el dia para la traida de aguas á Madrid, con inclusion de los que pudieran formarse empleando máquinas, para levantar el agua. De este exámen, hecho con copia de datos de todo género, entre los que figuran avances aproximados, viene á deducirse: que el rio de que puede tomarse mayor cantidad de agua es el Lozoya; que no hay dificultad en traerla directamente por medio de una derivacion en el Ponton de la Oliva, si bien hay que construir una presa.

El dato fundamental que convence de esta posibilidad, es la nivelacion, la cual se ha ejecutado con todas las precauciones que están reconocidas para garantizar su exactitud: este esmero era indispensable, en el presente caso, para poner en claro la discordancia de los resultados anteriores: en mi concepto, la nivelacion últimamente ejecutada merece entera fe, y facilita un dato importante para el proyecto definitivo.

Con presencia de este dato la comision planteó el trazado, que describe con todos sus pormenores: aplicó las minas y los acueductos en todos los parajes donde el desarrollo de la línea compensaba ó excedia el importe de aquellas obras: fuera de estos casos, no se hace notable alteracion en la línea de menor desmonte. En este procedimiento la comision ha sido guiada por un principio de economía, para llegar al presupuesto aproximado en el mínimo importe. No debe perderse de vista que la perfeccion de esta clase de trazados, relativamente á las obras y á su servicio, depende en gran parte de que sean lo mas rectos posible. En el dia los subterráneos y los acueductos se ejecutan, por lo general, con facilidad y economía; y como por otra parte



contribuyen tan eficazmente á la rectificacion de la línea, pueden considerarse como obras que contribuyen á perfeccionar los proyectos de traida de aguas : sin embargo, este principio no debe abrazarse de un modo absoluto. La adopcion de estas obras puede combinarse ademas con las curvas que unan los cambios de direccion, en los cuales, exceptuando algunos casos en que se justifique la necesidad, no debe admitirse un radio que baje de 500 piés, lo que ademas resuelve inmediatamente cuestiones como la del paso del Guadalix, que pudiendo hacerse de dos modos, no hay precision de éntar en un exámen prolijo y comparativo de las obras que en uno y otro supuesto serian necesarias : desde luego se ve, que el paso por acueducto es preferible á llevar el canal al Salto del Hervidero, aunque aquella obra no tuviese en su favor la mayor economía.

Las consideraciones que se hacen sobre la pendiente, la forma de la seccion y su gasto, están arregladas á los buenos principios de hidráulica experimental. En cuanto á la naturaleza del vaso, la comision viene á demostrar la conveniencia de que sea revestido y cubierto. Las ventajas de esta disposicion son inquestionables ; pero, en mi entender, no hay necesidad de este aumento de gasto por completo : entre un revestimiento perfecto, y dejar la caja del canal como resulte en el terreno natural, hay una infinidad de términos medios muy económicos que, empleados con acierto, evitarian todos los inconvenientes. Respecto á la cubierta debe tenerse presente que el canal la tiene en las minas, cuyo número debe ser mayor que el designado en el proyecto provisional, y que tambien debe cubrirse en la proximidad de los lugares habitados : en el resto de la línea no hay inconveniente en dejar el canal á cielo abierto, debiendo emplearse en este caso los medios de impedir el acceso á la obra.

La seccion transversal está dispuesta de manera, que en su mínimo puede conducir 25.000 reales fontaneros, y en el máximo 70.000. Entiendo que el mínimo pudiera subir á 55.000, para lo cual bastaria levantar las presas del puente del Villar y Puentesviejas hasta 80 piés : estos depósitos suplementarios, así dispuestos, darian la cantidad suficiente para cubrir el aumento que se propone, durante la época de mayor reduccion de las aguas del rio.

La descripcion de los acueductos de Nueva-York y de Marsella, contenida en el apéndice de la *Memoria*, comprueba las

ventajas y utilidades de los depósitos, que mas de una vez han querido ponerse en duda, ponderando sus inconvenientes.

Salvas las pequeñas modificaciones que dejo indicadas, estoy conforme con el proyecto provisional, incluso su presupuesto, pues contiene lo suficiente para redactar las condiciones facultativas á que ha de sujetarse el definitivo; y uniendo estas á las que están determinadas por la jurisprudencia que rige en la materia, formarán un pliego de condiciones para el caso en que la obra se ejecutase por empresa.

Ademas del proyecto provisional de conduccion, presenta la *Memoria* datos y reflexiones importantes sobre el de distribucion, demostrando que estos proyectos deben estudiarse simultáneamente. La nivelacion de Madrid ha dado á conocer el relieve de su suelo y la disposicion del caserio; los desniveles se han acotado en un plano de la poblacion, trazando en el mismo curvas de nivel á la equidistancia de 5 piés, y por último, se acompañan tablas de nivelacion muy detalladas, en que la aproximacion se lleva hasta milésimas de pié, dando á conocer la situacion de los puntos. El conjunto de este trabajo se encuentra á la altura de los mas perfectos de su género: increible parece que no se hayan conocido hasta ahora estos desniveles en todas sus relaciones, para los muchos usos á que pueden aplicarse: bajo este aspecto, la Comision ha hecho un servicio de grande utilidad, ademas de demostrar que puede realizarse en Madrid una distribucion domiciliaria tan perfecta como la que existe en las primeras capitales de Europa y América.

Tratándose de este asunto, natural era averiguar lo que cuesta el agua en Madrid, y poner de manifiesto los inconvenientes del abastecimiento actual, y las ventajas que se obtendrian con una buena distribucion, circunstancia que da á conocer los medios de realizar el capital, lo cual no podria conseguirse sin demostrar de una manera incuestionable la posibilidad de la ejecucion y la probabilidad de la venta del agua. Las reflexiones hechas con este motivo son muy acertadas, y los datos en que se fundan no podrán ménos de interesar al Gobierno, y á los particulares que han de reportar los beneficios de esta empresa.

El supuesto que se hace de las diversas aplicaciones que ha de tener el agua, parece muy conveniente; y si bien por la ley de Ayuntamientos corresponde á los mismos el abastecimiento de aguas para los pueblos, la índole de estas corporaciones es

poco á propósito para administrar las que se destinen á otros objetos.

Los diferentes medios que se proponen para llevar á efecto esta obra, pueden reducirse á dos : por el Ayuntamiento , ó por empresa. ¡En el primer caso, el Ayuntamiento , auxiliado por el Gobierno, por el Real Patrimonio y por los particulares , ejecuta la obra, cuyo total importe tiene que satisfacer en un tiempo dado, y dispone libremente de las aguas. En el segundo, adquiere, con los mismos auxiliares, las aguas necesarias para abastecimiento del vecindario, y la empresa á quien se adjudique la obra, para construirla de su cuenta y riesgo, dispone del sobrante fuera de la poblacion. El sacrificio del Ayuntamiento consiste en el pago de un módico interes de los capitales empleados durante la construccion , entre la toma de aguas y el punto de particion : para tener la propiedad de las obras que medien desde este punto al depósito de distribucion inclusive, se dividirá su importe en un cierto número de anualidades que representarán lo variable de la subasta : si hay en esta aliciente, el Ayuntamiento podrá adquirir á muy poca costa las aguas para el abastecimiento del vecindario, y dedicarse á la distribucion, que debe ser asunto de su exclusiva competencia.

El órden con que ha de procederse en cada caso, no es el mismo : en el primero se fijan las condiciones facultativas que sirven á los ingenieros para formar el proyecto definitivo, y una vez aprobado, se lleva á efecto por administracion ó contrata, ó por los dos medios á la vez, en el concepto de que es indispensable aprontar el importe de las obras que se vayan ejecutando. En el segundo hay que redactar un pliego de condiciones que contenga las facultativas y económicas, las cargas y obligaciones de la empresa, con las concesiones que se hagan, y el modo con que ha de verificarse la subasta. Publicado dicho pliego anticipadamente, se procede á la adjudicacion, siendo de cuenta de la compañía á cuyo favor se remate la obra, la formacion del proyecto definitivo, que ha de someterse al exámen y aprobacion del Gobierno, en el plazo prefijado en el pliego, y proceder en seguida á la ejecucion de las obras : por este método, el Ayuntamiento, durante la construccion de las mismas, solo tendría que satisfacer el interes estipulado.

Parece que este segundo medio, atendidas las circunstancias actuales, debe ser el preferido, porque combina el interes ge-

neral con el particular de un modo ventajoso para los fondos públicos; sin embargo, este punto debe resolverse despues de oir el parecer del Excmo. Ayuntamiento de esta capital.

Respecto al proyecto provisional, procede se apruebe por S. M., fijándose en consecuencia las condiciones facultativas de que se ha de hacer uso para formar el definitivo, cualquiera que sea el medio que se adopte para la ejecucion de la obra.

Ambas determinaciones las someto á la consideracion de V. E., por si mereciesen su superior aprobacion, y en otro caso, se servirá resolver lo mas acertado.

Dios guarde á V. E. muchos años. Madrid 24 de febrero de 1849.

— Excmo. Sr. — José García Otero. — Excmo. Sr. ministro de Comercio, Instruccion y Obras públicas.