

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CANAL DE ISABEL II ⁽¹⁾

(Continuación.)

SEGUNDA PARTE

Tercer período de obras.

La organización dada al Canal de Isabel II, en virtud de la ley de 8 de Febrero de 1907, ha constituido en la vida de aquél un nuevo período en el que se han realizado y se están realizando obras de verdadera importancia, que procuraremos exponer con la posible claridad.

Al hacernos cargo de la Dirección técnica del Canal de Isabel II, en Julio de 1907, planteamos el problema en toda su amplitud, en cada una de las tres secciones en las que están divididos los servicios del Canal, redactando un plan de obras que, sometido á la Superioridad, fué aprobado.

Obras en la primera sección.

Hemos visto que el caudal medio mínimo del río Lozoya es de 6.000 litros por segundo en la presa del Villar, y para desarrollar el plan de obras partimos de esta base.

En la primera sección, que comprende los servicios y obras situadas desde el río Lozoya hasta el partidor, á la entrada de Madrid, las obras más esenciales son: la construcción del canal transversal, el aprovechamiento del salto de 150 metros, consecuencia de la construcción del canal transversal, la presa de embalse en Puentes Viejas, el canal de unión de este embalse con el canal transversal y las obras de reparación necesarias en el canal actual para asegurar una mayor capacidad de conducción.

Ya hemos indicado que la construcción de la presa del Villar, regularizando el régimen del río, había normalizado el servicio de abastecimiento de aguas; pero estando esta presa á 22 kilómetros de la de Navalejos y 21 de la de la Parra, era preciso verter estas aguas en el río, lo que motivaba las frecuentes turbias que padecía el servicio de distribución y que era causa de las constantes quejas del vecindario.

El procedimiento que se consideró más adecuado para evitar las turbias y el temor de que pudieran ocurrir grandes desperfectos en la zona peligrosa del canal actual que diera lugar á interrupciones en el abastecimiento de aguas, fué construir un depósito que almacenara el caudal de aguas que pudiera consumirse en Madrid por espacio de un mes; esto, que en aquella época pudo ser una solución, hoy no hubiera dado el resultado que se deseaba, porque, dado el aumento extraordinario que ha sufrido el consumo del agua, la capacidad que se calculaba entonces suficiente para un mes, hoy apenas podría bastar para cuatro días, y dada la clase de turbias que en dicha sección del río se originan, el resultado hubiera sido nulo ó muy deficiente; además, construido el canal transversal y puesto en explotación, han quedado segregados de la conducción general los 24 kilómetros donde está la llamada zona peligrosa. Hay que tener también en cuenta que al recorrer las aguas que se vertían del Villar 21 kilómetros por el río, perdían los efectos de autodepuración bacteriológica que experimentan en el embalse y la agradable temperatura que el agua conserva en él.

Construida la presa del Villar, se imponía la necesidad de hacer partir de este punto la canalización de las aguas, y esta necesidad ha sido reconocida por cuantos han tenido alguna intervención en lo que al Canal de Isabel II se refiere.

Canal transversal.—Dos soluciones podían adoptarse: prolongar el canal actual desde el Pontón de la Oliva hasta el Villar, en la forma iniciada cuando se construyó la presa de Navalejos y posteriormente la de la Parra, ó cruzar la divisoria de aguas del Lozoya y el Jarama en el Berrueco.

De estas dos soluciones ha sido aceptada la segunda como la mejor, porque, además de resultar más económica, tiene la ventaja de acortar el recorrido del agua hasta Madrid en 21 kilómetros, separa del trazado general una parte del canal llamada peligrosa, entre los kilómetros 53 y 70, por las condiciones del terreno (calizo, cavernosas y formaciones de yeso), y porque, además, se aprovecha un desnivel de 150 metros que, utilizados en producir energía eléctrica, hace que cada litro de agua que se conduce á Madrid desarrolla al pasar por el salto una fuerza de 1,50 caballos en el eje de las turbinas.

Uno de los puntos más esenciales que precisaba resolver al redactar el proyecto fué la determinación de la sección que debía darse al canal transversal.

Las obras del canal transversal, propiamente dicho, comprenden dos partes: una el canal de la zona alta, que tiene una longitud de 16.441 metros desde la presa del Villar hasta el origen del salto de agua, y la segunda el canal de la zona baja, que tiene 5.421 metros, desde el desagüe de las turbinas hasta el empalme con el canal actual, en el punto llamado la Aldehuela.

El canal de la zona alta tiene por función conducir el caudal

(1) Véase el número anterior.

de agua que sea necesario para el consumo de Madrid; pero no hay que perder de vista que el caudal que conduzca ha de actuar sobre los turbo-alternadores que dan origen á la energía eléctrica que ha de ser conducida á Madrid.

Todo el mundo sabe que el consumo de la energía eléctrica en una población es muy irregular, que existen horas de máximo y mínimo consumo, y, por regla general, el consumo máximo se calcula igual al doble del consumo medio. Teniendo esto en cuenta es preciso que por el canal de la zona alta discurra en un momento dado el doble del caudal constante que pueda derivarse del río Lozoya.

las turbinas y que exceda de la cifra de 8.000 que puede llevar este canal; de este modo se conseguirá el poder llegar á desarrollar toda la energía que puede obtenerse con el total aprovechamiento de las aguas del río Lozoya, y que toda el agua que salga del embalse del Villar pueda ser aprovechada para el abastecimiento de Madrid.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, al canal de la zona baja, que conduce un caudal constante, se le ha dado la sección necesaria para que pueda conducir 6.000 litros por segundo.

Las obras del canal transversal dieron comienzo en Agosto

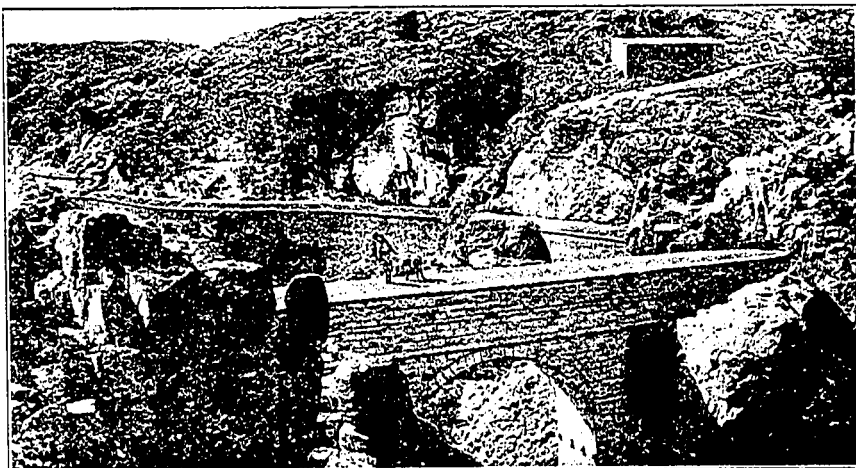


Fig. 53.—Origen del canal transversal.

Kilómetro 76'.

El caudal medio mínimo que pueda derivarse del río Lozoya hemos visto que es de 6.000 litros por segundo, por lo tanto, la sección que debíamos dar al canal transversal sería la necesaria para conducir 12.000 litros; sin embargo, al calcular la sección hemos partido de la base de que por ahora sólo pueden derivarse 4.000 litros por segundo, y como este canal hemos dicho que debe conducir en las horas de máximo consumo el doble del consumo medio, se ha adoptado la sección necesaria para conducir 8.000 litros.

de 1908 y quedaron terminadas este año, habiendo dado paso á las aguas del río Lozoya por este nuevo canal el 26 de Junio último, y normalizado el servicio desde el día 1.º de Octubre.

La unión de este canal con la toma de aguas de la presa del Villar es obra muy interesante por lo abrupto del terreno. Hallándose la toma de aguas de la presa del Villar en la margen izquierda del río, y desarrollándose el trazado por la margen derecha, ha sido preciso construir un puente acueducto para cruzar el río, como se ve en los grabados números 53, 54 y 55.

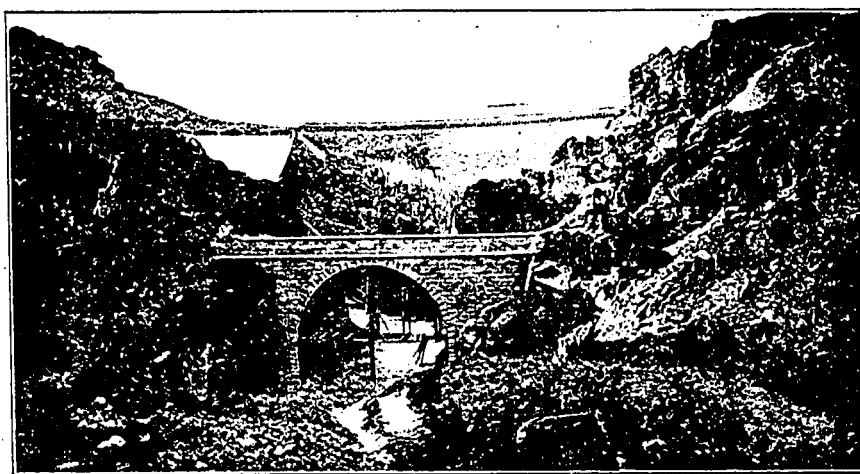


Fig. 54.—Origen del canal transversal. Puente acueducto sobre el Lozoya. Kilómetro 76'.

Es indudable que una vez que se llegue á consumir en Madrid la energía desarrollada por los 4.000 litros por segundo que se deriven del Lozoya se tratará de aumentar la potencia del aprovechamiento, para consumir el caudal medio de 6.000. Para esto será suficiente construir al final del canal de la zona elevada un depósito regulador de la capacidad necesaria para almacenar en las horas de mínimo consumo el caudal de aguas que consuman

La inspección de estos grabados da idea de las dificultades que ha habido que vencer para la construcción del canal en esta parte, puesto que ha sido preciso abrirlo en roca granítica dura ó apoyarlo sobre muros, alguno de 16 metros de altura, construyendo, además, cinco túneles de 237 metros de longitud total.

A los dos kilómetros, á partir del puente acueducto sobre el Lozoya, las laderas son más tendidas y el terreno varía de con-

diciones, puesto que la roca, aunque granítica en general, está constituida por un granito descompuesto, mucho más fácil de desmontar, habiendo esto facilitado mucho las obras. En el paso del arroyo de la Alameda, kilómetro 73', se ha construido un puente acueducto de cinco arcos de 6 metros de luz; en el cruce del arroyo Recombo, uno de un arco de 6 metros de luz, y en el arroyo el Jóbalo otro de 6 metros de luz, y una alcantarilla en el Berrueco (grabados números 56 al 63).

Todas estas obras van acompañadas de muros por ambas márgenes, en una extensión, por lo general, relativamente considerable.

El trabajo más difícil de este canal ha sido la construcción de la mina ó túnel llamado del Berrueco, que tiene una longitud de 1.914 metros; el terreno que atraviesa en toda su extensión es un esquisto micáceo duro que para su arranque exige el empleo del barreno, pero que al contacto del aire se descompone de tal manera que es preciso proceder inmediatamente después del arranque á una sólida entibación y llevar el revestimiento de fábrica á unos 20 metros del frente de perforación.

bados 65 y 66, y que es el origen del salto de agua; su capacidad es de 8.000 metros cúbicos, y tiene por objeto regular la entrada del agua en las tuberías. De este depósito partirán seis tuberías: una de 600 milímetros de diámetro interior, que conduce el agua á las turbinas que mueven las dinamos excitatrices, y las otra cinco, de 1.400 milímetros de diámetro interior, alimentan cada una un grupo de turbina alternador.

Para la colocación de esta tubería se ha hecho una explanación de 1.500 metros de longitud que ha exigido la construcción de dos obras de fábrica importantes: la primera un puente de un arco de 4 metros de luz y la otra un puente de tres arcos, de 9 metros de luz cada arco (grabados números 67 y 68). Por ahora sólo se instalarán dos grupos de máquinas, pero teniendo en cuenta las variaciones de consumo de energía se ha dado á la casa de máquinas capacidad bastante para establecer hasta cinco grupos, para que puedan funcionar cuatro, quedando uno de reserva (grabados números 69 al 73.)

Siendo el caudal que puede derivarse del río Lozoya de 6.000 litros por segundo, como esto representa una fuerza media de

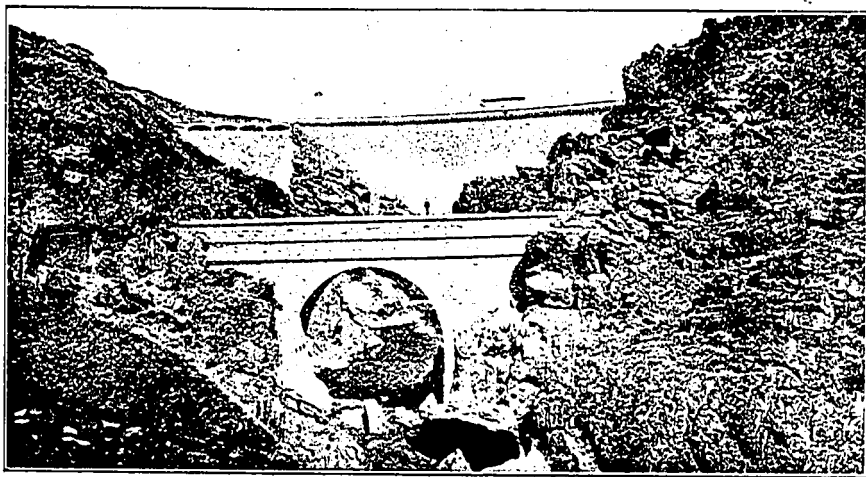


Fig. 55.—Origen del canal transversal. Puente acueducto sobre el Lozoya. Kilómetro 76'.

La galería de avance se ha abierto en la parte semicircular del canal para poder revestir la bóveda inmediatamente; una vez construida la bóveda se ha desmontado la parte inferior para construir los astiales y solera. En un punto donde, confiado el contratista por el aspecto del terreno retrasó el revestimiento, ocurrió un hundimiento grande que dificultó extraordinariamente el avance en la boca de salida del túnel.

Para activar su construcción se abrieron cuatro pozos; de ese modo se pudo disponer de diez frentes de ataque; sólo así se explica el que haya podido quedar terminada esta obra y que se haya hecho pasar por ella el agua en menos de tres años.

Pasado el túnel del Berrueco, el trazado se desarrolla por la margen izquierda del arroyo de San Vicente, donde se han construido cuatro túneles de 626 metros de longitud total.

Las obras de fábrica más importantes construidas, además de varios muros, son dos pontones de 6 metros de luz; uno de ellos, el del arroyo Matamulos, tiene 13 metros de altura.

Esta parte alta del canal transversal termina en el depósito superior donde empieza el salto de agua, y la parte baja empieza en el depósito inferior, al final del salto, y termina en la unión del canal actual con el transversal.

En esta parte baja se han perforado tres túneles, con una longitud total de 480 metros, y una sección del canal se ha situado en trincheras de cotas considerables (grabado núm. 64).

Salto de agua.—Las aguas conducidas por el canal de la zona alta vierten en un depósito, cuya disposición aparece en los gra-

9.000 caballos, el doble de esta fuerza es 18.000; por lo tanto, si hacemos que la potencia de los tres grupos restantes sea de 6.000 caballos cada uno, nos darán los 18.000, quedando, además, una reserva de 6.000 caballos; de este modo no habrá necesidad de aumentar en su día la capacidad de la casa de máquinas ya construida.

Cada turbina generatriz está calculada para un salto efectivo de 146 metros, un gasto de 2.000 litros por segundo y una potencia de 3.000 caballos á la velocidad de 300 revoluciones por minuto, y son del tipo «Pelton», de eje horizontal.

La entrada del agua en la rueda motriz se efectúa por cuatro inyectores de aguja.

Los tubos son de fundición especial; los cilindros del servomotor están provistos de camisas de bronce, así como el revestimiento de los inyectores; las agujas son de acero, así como los álaves de la rueda motriz.

Además del regulador automático de velocidad que actúa sobre los cuatro inyectores, cada turbina está provista de un descargador automático para evitar los golpes de ariete.

El constructor ha garantizado para estas turbinas un rendimiento superior al 80 por 100, y para la regulación una variación de velocidad de 10 por 100 de plena carga á vacío.

Las turbinas excitatrices son de un tipo análogo á las generatrices, pero de un solo inyector, estando también provistas de su correspondiente regulador automático.

Los alternadores acoplados directamente á las respectivas tur-

binas generatrices son capaces de absorber cada uno una potencia de 3.000 caballos y de desarrollar 2.075 kilovatios, trabajando sobre circuito inductivo con $\cos \varphi = 0,8$. La tensión de la corriente es de 5.000 voltios y la frecuencia de 50 periodos por segundo.

Estas máquinas son de una construcción especial á la que ha tenido que llegarse para obtener una regulación perfecta de la turbina. Como consecuencia del momento de inercia exigido para

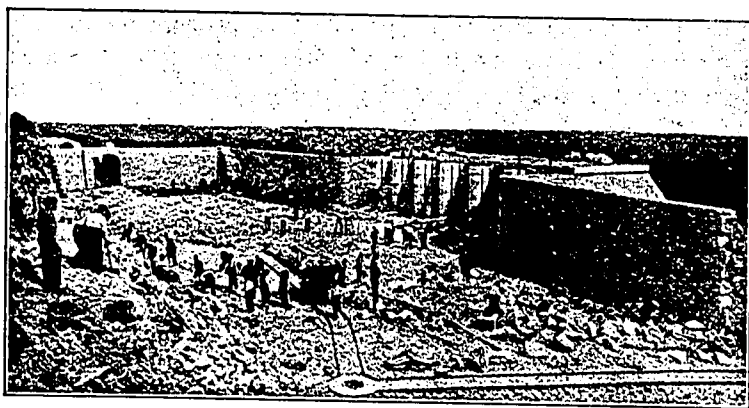


Fig. 65.—Salto de agua. Depósito superior.

Kilómetro 61'.

aquéllos de 145.000 kilogramos, la rueda polar consta de tres piezas superpuestas de palastros y fundición, sobre los que van encajadas á cola de milano las masas polares. El conjunto presenta el aspecto de robustez que es preciso conseguir en la parte mecánica de estos generadores (grabado núm. 73).

celdas independientes, constituidas por tabiques de cemento armado.

La protección de la línea se hace mediante dos sistemas de pararrayos con resistencias líquidas y un descargador de chorro de agua para derivar á tierra las cargas estáticas.

Las aguas, después de haber accionado á las turbinas, van á parar á un depósito (grabado núm. 70) y de allí se derivan por el canal de la zona baja, que ya hemos descrito, hasta el empalme con el canal actual.

Este depósito, que tiene una capacidad de unos 70.000 metros cúbicos, tiene por objeto almacenar agua en las horas en las que el consumo de energía eléctrica alcanza su máximo. Entonces el exceso de caudal procedente de las turbinas y que el canal inferior no conduce será almacenado para regularizar el régimen del canal inferior en las horas en las que el gasto de las turbinas sea menor al que este canal deba conducir.

Por último, se ha construido un canal rápido (grabados números 76, 77 y 78) que une el depósito superior con el inferior, que servirá para desagüe del aliviadero de superficie del depósito superior, así como para conducir el caudal que sea preciso para el consumo de Madrid, si no existiera agua almacenada en el depósito inferior, y las turbinas no llegaran á consumir el caudal necesario, caso que rara vez ocurrirá cuando sea puesta en explotación la instalación.

Este canal rápido ha sido hoy el complemento del canal transversal, y así hemos podido conseguir dar paso al agua por todo el canal transversal y establecer el servicio directo desde la presa del Villar.

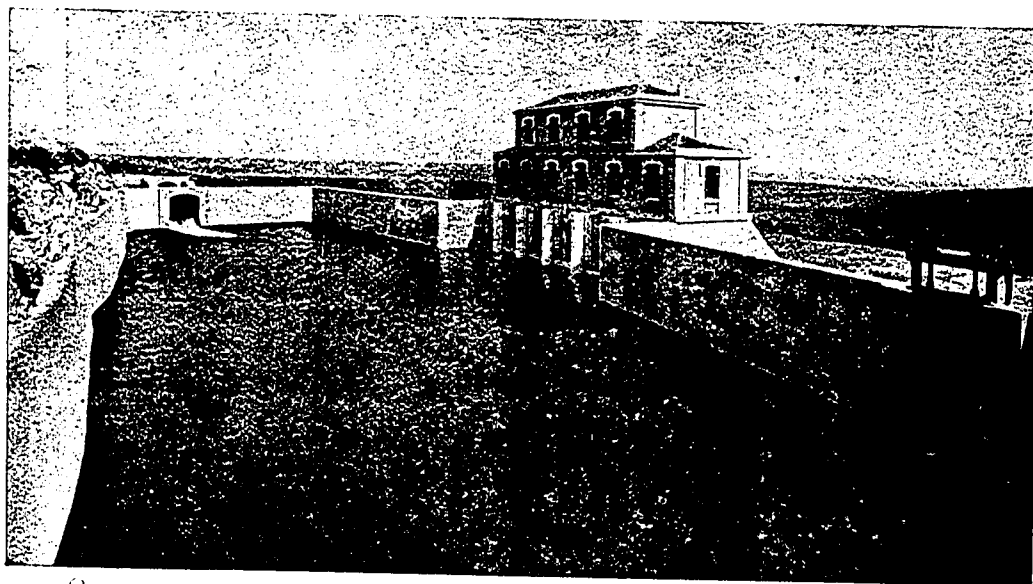


Fig. 66.—Salto de agua. Depósito superior.

Kilómetro 61'.

Las dinamos excitatrices, también directamente acopladas á las turbinas, son capaces de absorber una potencia de 200 caballos, desarrollando 135 kilovatios, bajo la forma de corriente continua á la tensión de 115 voltios, de suerte que una sola turbina excitatriz posee la suficiente capacidad para la excitación de todos los alternadores y el alumbrado de la Central.

La tensión de las generatrices se eleva á 45.000 voltios por medio de transformadores colocados en una parte del edificio destinada á ellos y separada completamente de la sala de máquinas. La capacidad es análoga á la de los alternadores respectivos.

El cuadro de maniobras y distribuciones está estudiado para asegurar una completa separación de la alta y baja tensión.

Desde el cuadro de baja tensión se ejecutan todas las maniobras.

Todos los conductores de tensión peligrosa van alojados en

La primera y más evidente ventaja que hemos obtenido con esta obra ha sido que desaparezcán las turbias, hecho comprobado este último otoño, en el que las aguas del río han venido muy cargadas de arcilla, especialmente en la parte comprendida entre las presas del Villar y la Parra, mientras que permanecían claras en el embalse del Villar.

Debemos hacer constar que las primeras turbias nos han sorprendido con un caudal de agua de unos 7 millones de metros cúbicos en el embalse del Villar. La constancia de las lluvias este otoño ha dado lugar á un aumento rápido del agua embalsada, de modo que forzosamente han tenido que mezclarse las aguas del río que tienen su entrada por la cola del embalse con las que existen en él, y á pesar de que el caudal que se ha almacenado procedente de las primeras lluvias, que son las que mayores turbias producen, ha sido más del doble del caudal que

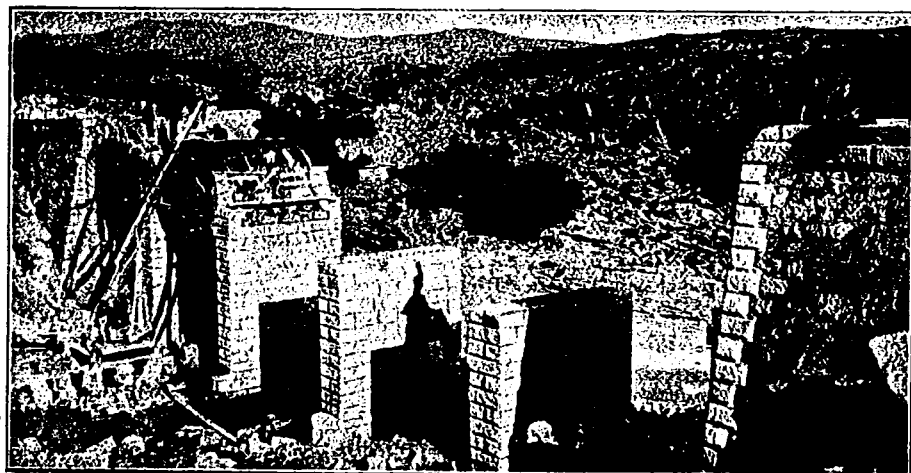


Fig. 56. — Puente acueducto de la Alameda. Kilómetro 73'.

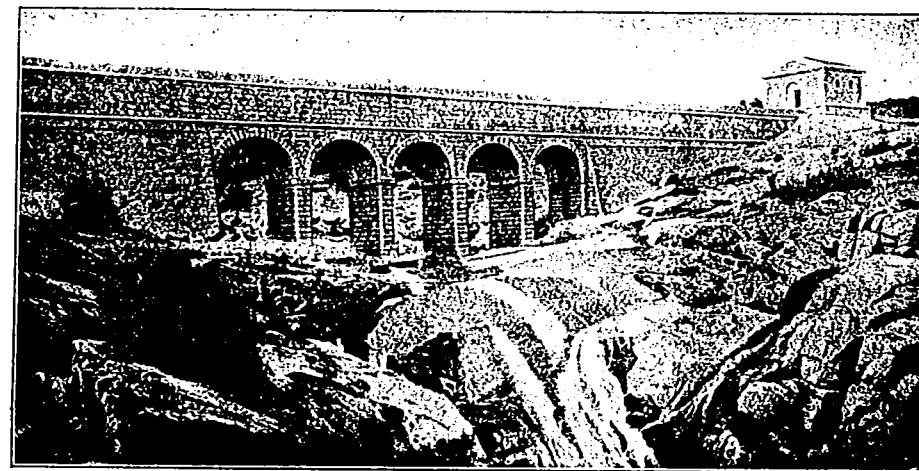


Fig. 57. — Puente acueducto de la Alameda. Kilómetro 73'.

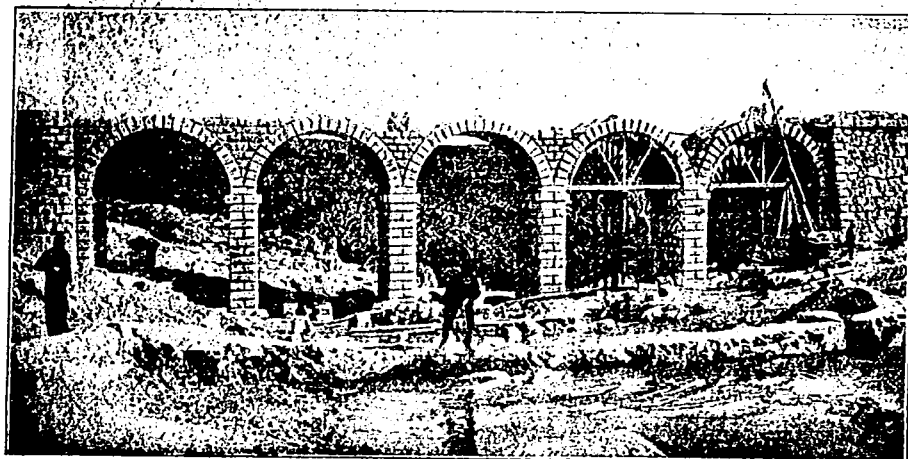


Fig. 58. — Puente acueducto de la Alameda. Kilómetro 73'.

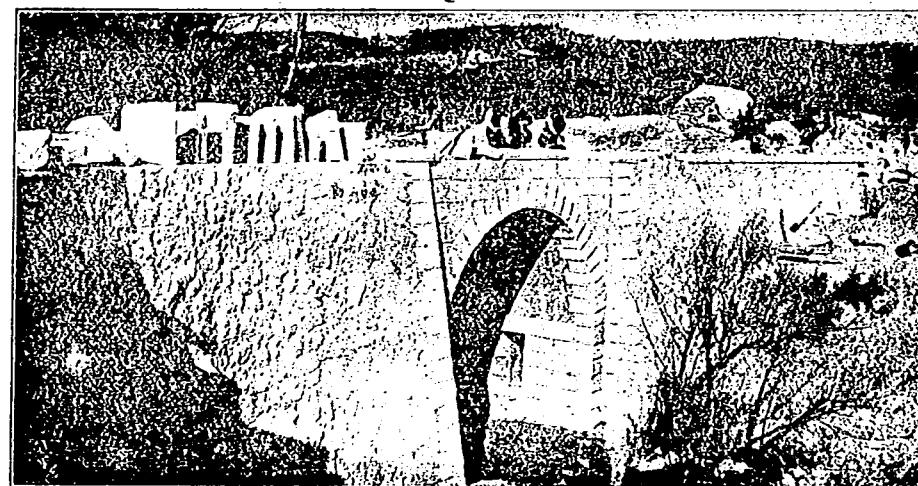


Fig. 59. — Puente acueducto del Recombo. Kilómetro 70'.

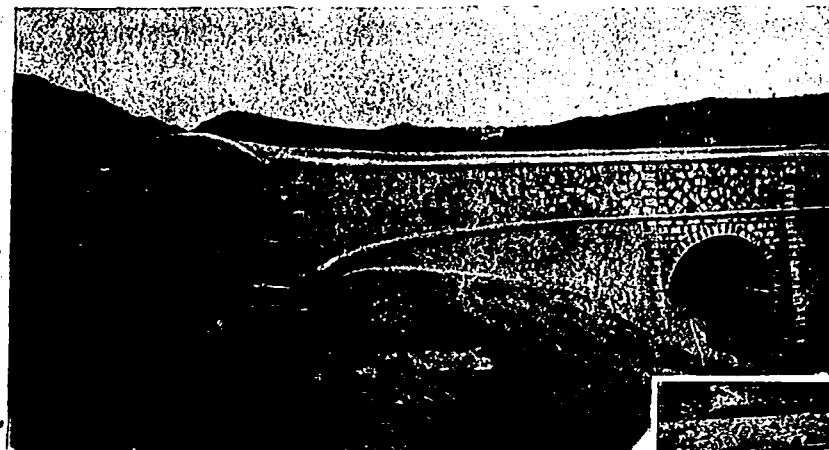


Fig. 60.—Puente acueducto del Recombo.
Kilómetro 70'.

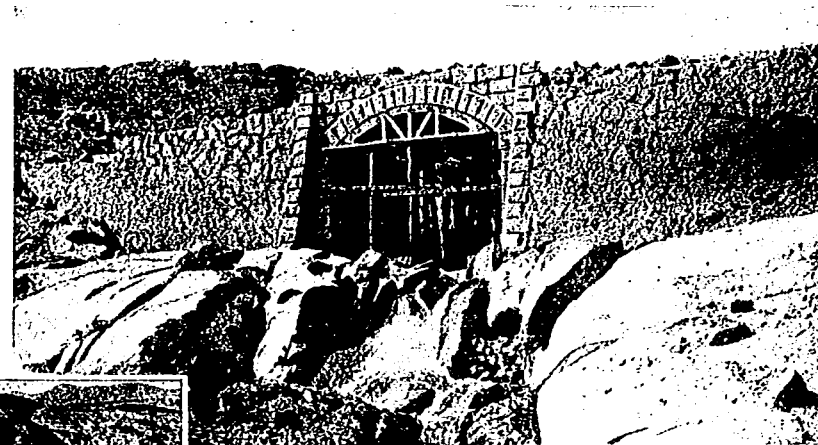


Fig. 61.—Puente acueducto sobre el Jóbalo.
Kilómetro 70'.



Fig. 63.
Alcantarilla del
Berrueco.
Kilómetro 68'



Fig. 62.—Alcantarilla del Berrueco. Kilómetro 68'.



Fig. 64.—Trinchera. Kilómetro 56'.

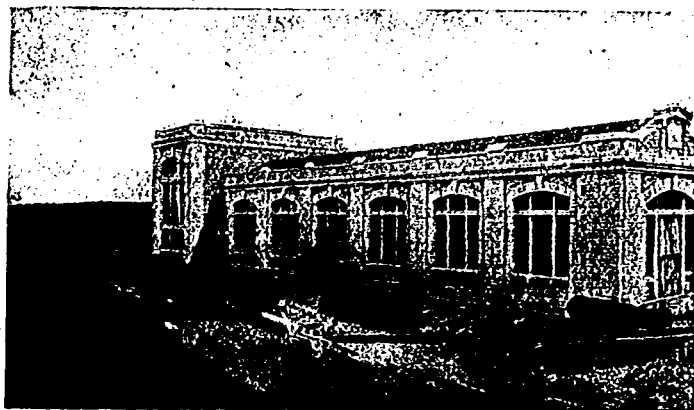


Fig. 69.—Salto de agua. Casa de Máquinas. Kilómetro 59'.

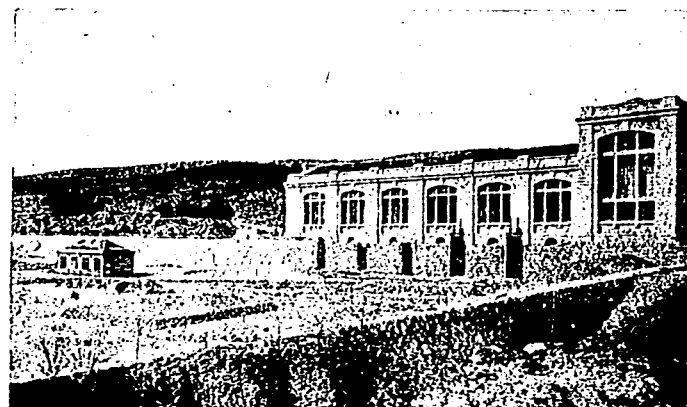


Fig. 70.—Depósito inferior de contra regulación. Kilómetro 59'.

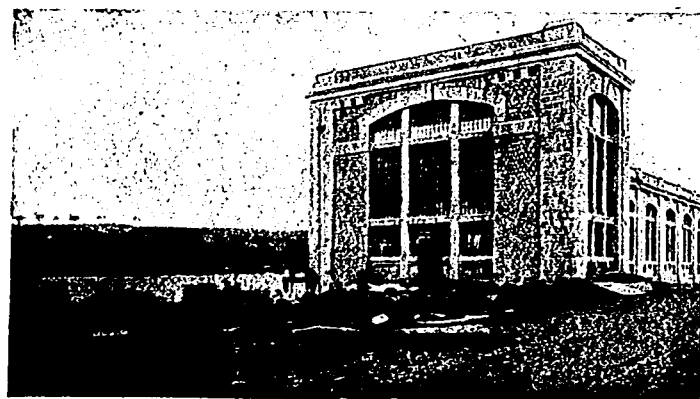


Fig. 72.—Salto de agua. Casa de Máquinas. Kilómetro 59'.

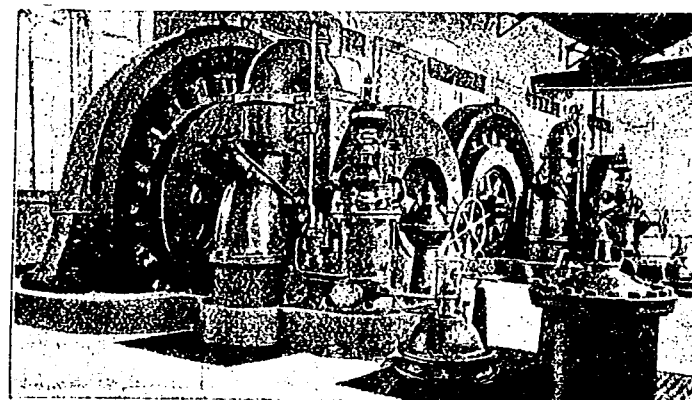


Fig. 73.—Salto de agua. Galería de Máquinas. Kilómetro 59'.

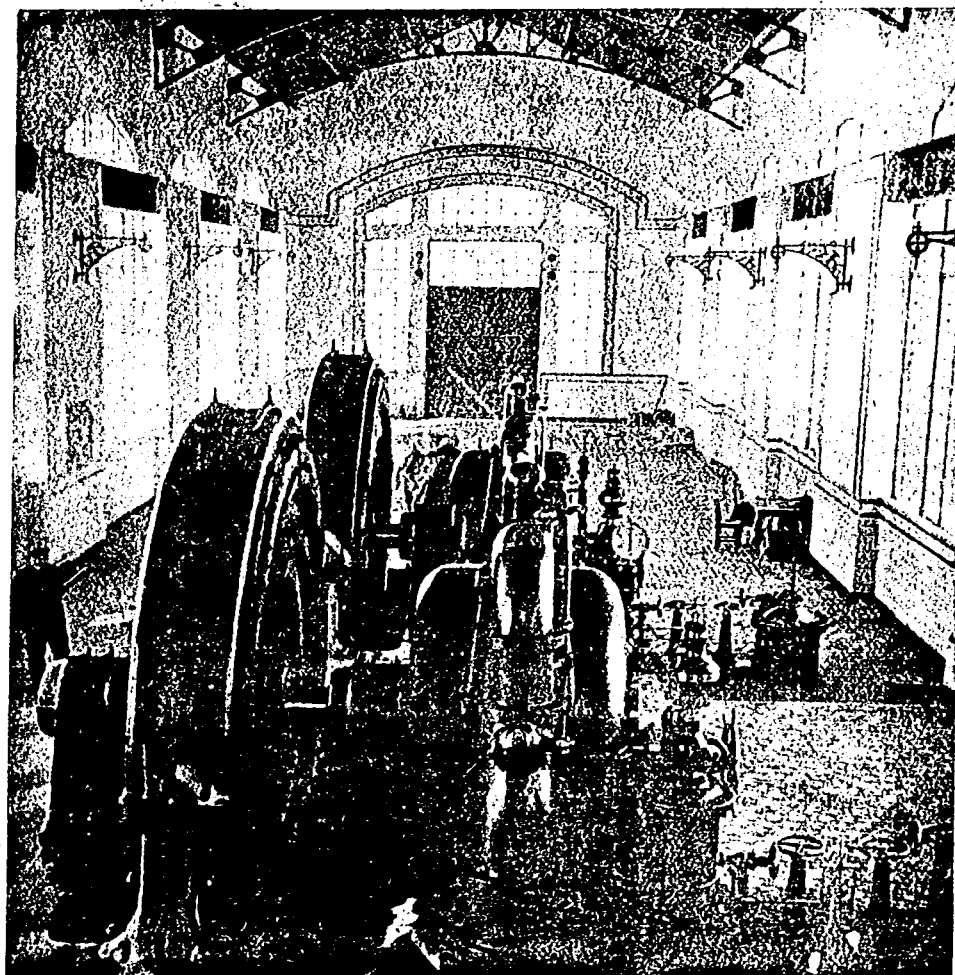


Fig. 74.

Interiores de la galería de máquinas.

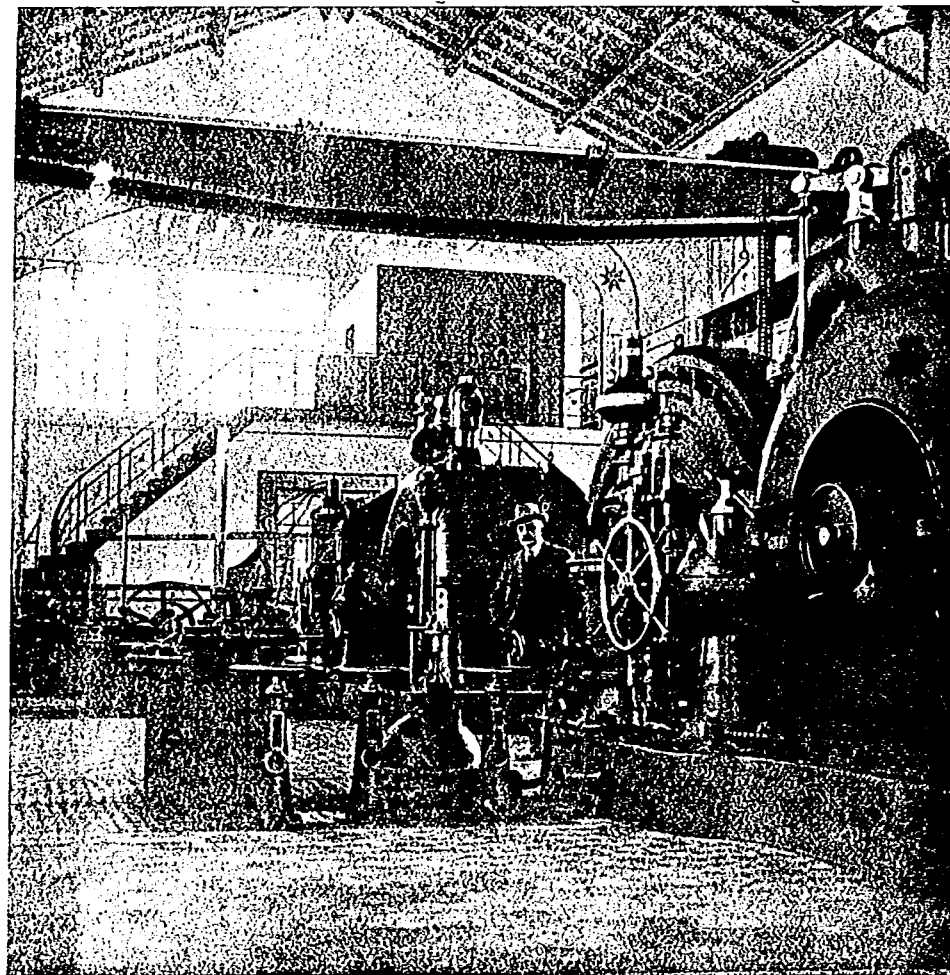


Fig. 75.

existía embalsado, sólo ha tomado un ligero color opalino, hecho que demuestra que las turbias de la zona alta del río son mucho menos importantes que las de la zona baja, y que habiendo conseguido que las aguas de la zona baja no entren en el canal, podemos dar por resuelto el problema de las turbias, salvo el caso de un temporal de aguas muy excepcional y de gran duración.

Para asegurar una clarificación completa de las aguas aun en estos casos excepcionales, nos resta activar la repoblación de la cuenca del Lozoya que hoy abastece á Madrid, especialmente en

contador por caño libre con contador, resultando que, á pesar de los aumentos de servicios que se establecen anualmente, se ha conseguido que el caudal que es preciso derivar de la presa del Villar sea próximamente el mismo, pero esta compensación durará muy poco tiempo, y ampliada la distribución en la zona elevada, con la precisión necesaria, nos exponemos á que el caudal que almacena la presa del Villar sea insuficiente.

La necesidad de pensar en un aumento de caudal era y es evidente.

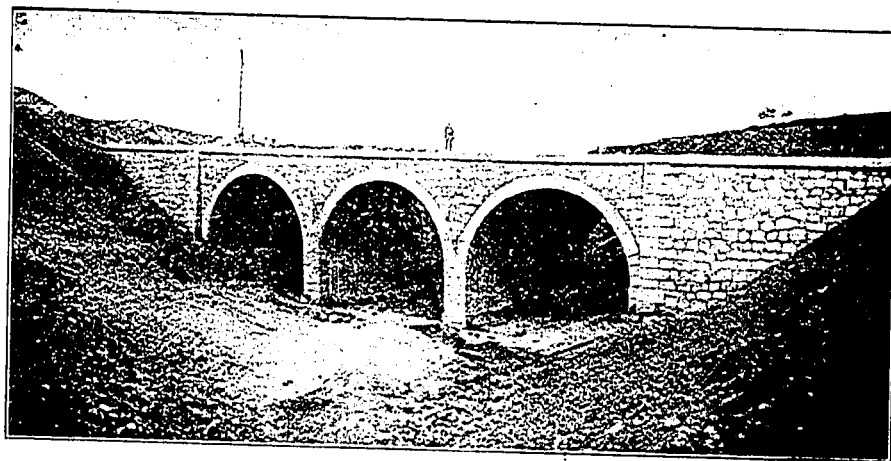


Fig. 67.—Salto de agua. Puente para paso de la tubería en el Barranco de las Hojas.

Kilómetro 60'.

la zona llamada de protección, que comprende los terrenos situados en ambos lados de los embalses y del río mismo, punto del que nos ocuparemos más adelante, al tratar de la purificación bacteriológica de la cuenca, por la relación íntima que tienen ambos problemas.

Presa del embalse en Puentes Viejas. — Nuestra primera preocupación al hacernos cargo de la Dirección técnica del Canal fué la de darnos exacta cuenta del caudal de agua que Madrid

Los aforos del río han demostrado que aun en los años de menor caudal puede contarse en el Lozoya con un caudal medio de 6.000 litros por segundo.

Es indudable que el Canal de Isabel II debe, desde luego, proceder á la construcción de un nuevo embalse; esto lo consignamos en nuestra primera Memoria é insistimos en ocuparnos nuevamente de esta cuestión.

Que en un plazo más ó menos largo ha de verse precisado el

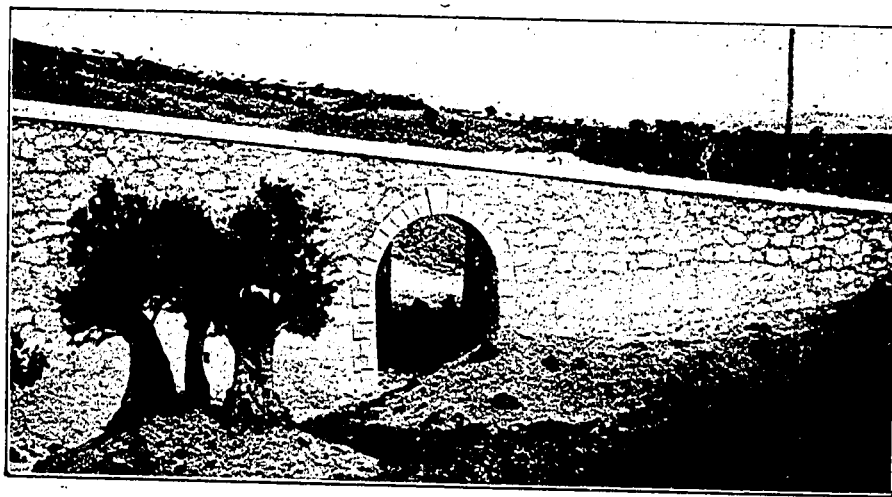


Fig. 68.—Salto de agua. Puente para paso de la tubería en el Barranco de las Hojas.

Kilómetro 60'.

consumía. De los estudios hechos, y que aparecen en la Memoria presentada en Octubre de 1907, resulta que se derivan para Madrid del río Lozoya más de 2.000 litros por segundo y que el embalse del Villar, que almacena en el invierno el agua para atender á las necesidades del consumo en el estiaje, llegaría á ser insuficiente al reproducirse estiajes como los de los años 1903 y 1904, dado el consumo que se verifica en la capital, y aun esta insuficiencia se hubiera hecho sentir ya en los estiajes ordinarios si no se hubiera dado cumplimiento al art. 2.º del Reglamento de distribución, que obliga á la sustitución del caño libre sin

Canal á almacenar todo el caudal de agua necesario, para poder utilizar los 6.000 litros por segundo que puede suministrar el río Lozoya, es indiscutible.

La lectura de la primera parte de esta Memoria pone de manifiesto la previsión verdaderamente providencial que tuvieron los Ingenieros que plantearon el problema del abastecimiento de aguas de Madrid y que en una época, en que las necesidades de este servicio no podían calcularse ni en 115 litros de agua por segundo, eligieron un río que puede suministrar, regularizando sus aguas, un caudal de 6.000 litros por segundo, adoptando para

el Canal una sección inmensamente mayor que la necesaria para las atenciones de aquella época.

Cuando en el año 1869 se trató de construir la presa del Villar, por no tener condiciones apropiadas el embalse del Pontón de la Oliva, por las razones ya expuestas, los Ingenieros señores Morer y Boix calcularon la capacidad del embalse del Villar. En aquella época se consumían en Madrid unos 20.000 metros cúbicos diarios y el volumen almacenado en el embalse del Villar puede atender á las necesidades de un consumo diario de 175.000 á 200.000 metros cúbicos, cifra difícil de precisar porque depen-

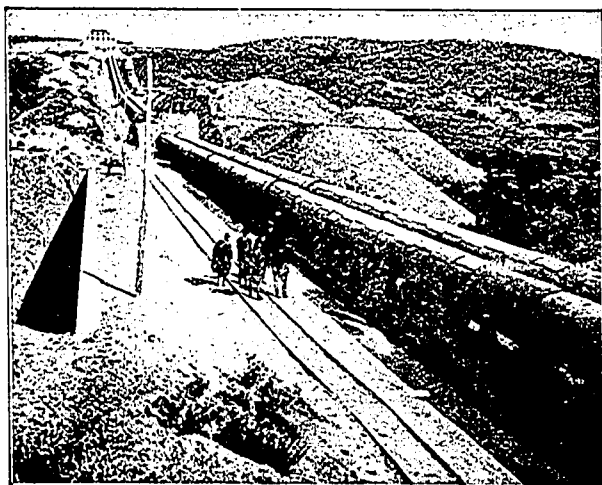


Fig. 76.—Salto de agua. Rápido. Kilómetros 60' y 61'.

de de la mayor ó menor intensidad y duración del estiaje; pero de todos modos tuvieron en cuenta que era preciso pensar en un aumento de consumo para el porvenir, de ocho á diez veces mayor al que existía en la época en la que redactaron el proyecto y ejecutaron las obras. Esta previsión no ha tardado cuarenta años en verse realizada.

Con estos antecedentes, y sentado por las eminencias que se dedican á esta clase de estudios el principio de que el caudal de agua que se conduzca á una población nunca es excesivo y que debe conducirse todo el caudal que sea posible, nuestro criterio estaba perfectamente definido.

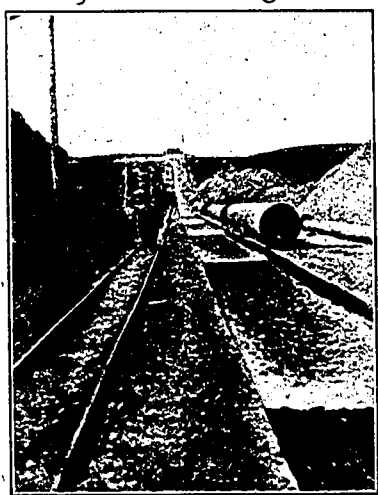


Fig. 77.—Salto de agua. Rápido. Kilómetros 60' y 61'.

Hoy se derivan de la presa del Villar unos 2.000 litros por segundo para el abastecimiento de Madrid. El caudal medio mínimo del río Lozoya en la toma actual, ó sea en la presa del Villar, es de 6.000 litros por segundo, que no es más que el triple del que hoy necesita Madrid. ¿Podríamos en buena lógica y después de la enseñanza y precedentes sentados por los Ingenieros

que he citado y cuya previsión en una de las Memorias hemos calificado de adivinación del porvenir; podíamos, repito, al ejecutar las nuevas obras, disponerlas de modo que pudieran conducir menos de los 6.000 litros que puede suministrar el río Lozoya? Es evidente que no, y teniendo en cuenta estas consideraciones dedujimos la sección que era preciso dar al canal transversal.

Al ocuparnos del embalse que era preciso ejecutar en Puentes Viejas tomamos como dato para determinar su capacidad la del acueducto de conducción. Ahora bien; debemos hacer constar que en todo el curso del Lozoya, desde las Lagunas de Peñalara hasta el Villar, no hay estrechamientos como los del Villar y Puentes Viejas; además, la disposición especial de las márgenes del Lozoya, entre la presa del Villar y el pueblo de Buitrago, le dan condiciones excepcionales para establecer en este tramo del río presas de embalse, porque el vaso de los embalses es todo de roca granítica y tiene inmejorables condiciones para la conservación del agua, como se ha demostrado en la presa del Villar. Fuera de este tramo del río la cuenca se ensancha y no tiene condiciones para almacenar aguas, porque para ello tendrían que extenderse sobre terrenos de cultivo, que al quedar al descubierto, cuando bajara el embalse, darían lugar al desarrollo de materias orgánicas, contaminadoras de sus buenas condiciones de potabilidad.

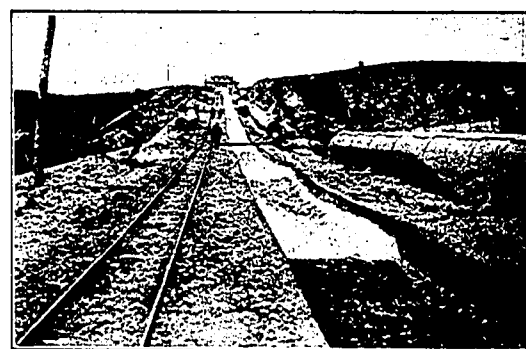


Fig. 78.—Salto de agua. Rápido. Kilómetros 60' y 61'.

Teniendo en cuenta cuanto llevamos expuesto creemos que al construir la nueva presa de embalse deberá dársele las dimensiones necesarias para almacenar un caudal que, sumado al que almacena la presa del Villar, sea suficiente para derivar del río Lozoya hasta 6.000 litros por segundo.

Si limitáramos sus dimensiones á las necesarias para derivar los 4.000 litros que, según los cálculos, constituyen la actual capacidad del canal antes de ponerse en carga, es indudable que, acaso, á la vuelta de pocos años nos viéramos precisados, por las exigencias del consumo, á ampliar el embalse recreciendo sus presas, operación que, como es sabido, es de suyo delicada y difícil.

Dada la situación económica del Canal de Isabel II, creemos que nos incumbe el deber de dar á esta obra toda la amplitud que al porvenir de Madrid corresponde, no perdiendo de vista, además, el que el caudal de 6.000 litros, cuyo aprovechamiento perseguimos, hallará en plazo no lejano completo empleo, transformado en energía hidroeléctrica por la instalación del salto del cuarto trozo.

No tendría disculpa nuestra imprevisión, comparada con la providencial y patriótica audacia de nuestros predecesores que, á pesar de las dificultades económicas inherentes á toda grande empresa, dieron al problema del abastecimiento de aguas de Madrid tan amplia y, previsora solución que todavía nos admira.

Lo expuesto demuestra las excepcionales condiciones en las

que está situado Madrid, puesto que puede dotársele del caudal que necesita y pueda necesitar en un período de tiempo muy grande, y aun admitido que las necesidades del consumo de agua fueran en el porvenir tan grandes que no fuera suficiente el caudal que puede suministrar el río Lozoya, quedan el Guadarrama, Guadalix y el Jarama, cuyas aguas podrían ser utilizadas para su abastecimiento. Debemos, sin embargo, hacer constar que ninguno de estos ríos tiene las condiciones del Lozoya en el tramo comprendido entre el Villar y Buitrago para almacenar aguas aptas para el consumo de la población.

No hemos incluido en los ríos que pueden abastecer á Madrid el río Manzanares, porque su aprovechamiento para este objeto ha sido concedido al Marqués de Santillana. Teniendo en cuenta que este río es el único que pasa por Madrid y el único que puede arrastrar en su curso los productos recogidos por el alcantarillado, hubiera sido, sin duda alguna, más beneficioso dedicarlo á este fin.

El trabajo de regularización del río Manzanares, llevado á cabo por el Marqués de Santillana, es una de las mejores obras que han podido construirse en beneficio de Madrid, porque se ha llegado á conseguir que un río como el Manzanares, que en el estiaje no conduce ni 40 litros por segundo, quede regularizado para poder llevar un caudal constante acaso de unos 2.000 litros; es esta una gran mejora, y sólo así se comprende que las obras de encauzamiento que se tratan de llevar á efecto del río Manzanares tengan una utilidad práctica. Comprendemos que, dada la importancia de Madrid, aun este caudal es muy deficiente; pero como no hay ningún otro río que cruce la población, sería lógico y laudable el que se hubiera pensado en utilizarle exclusivamente para el saneamiento de la capital.

El Ingeniero-Director,
R. DE AGUINAGA.

(Continuará.)

PUERTO DE VALENCIA (1)

(Continuación.)

CONSTRUCCIÓN DE LOS MONOLITOS.—1.º monolito.—Los tres primeros monolitos se construyeron con el molde primitivo en 1908, 1909 y 1910. Una vez terminada la habilitación de los medios auxiliares prescritos por la Real orden de 26 de Junio de 1911, se procedió á la continuación de las interrumpidas obras del dique Norte. Como el sistema que se había seguido en los tres primeros resultaba sumamente pesado para el personal, pues tenía que estar trabajando sin interrupción durante cinco ó seis días, y los nuevos medios auxiliares permitían más descanso, se realizaron las operaciones en este monolito y en los sucesivos solamente durante el día. El 12 de Marzo, por la tarde, se botó al mar dentro de la dársena el molde metálico; reconocidos el fondo y las paredes y resultando que no existía vía alguna de agua, se empezó al relleno. Esta es una de las grandes ventajas que tiene el sistema reformado; lograr la impermeabilidad, pues si por acaso se presentan filtraciones, hay medio para sacar inmediatamente el cajón y repasar las uniones y calafatear el fondo.

La primera parte del trabajo, ó sea la que se verifica en la dársena, se empezó el 13, á las cuatro de la mañana, y quedó terminada á las dos de la tarde. Inmediatamente se quitó la armadura interior más baja del cajón, porque estaba ya en tal sa-

zón por hallarse á la altura de la pasta de hormigón; esta labor invirtió dos horas solamente; así es que en el momento ordinario de dejar las tareas los obreros los demás días, también se suspendieron los del monolito.

Al día siguiente, 14, á las cuatro de la madrugada, se remolcó el cajón hasta la extremidad del dique Norte y costó mucho trabajo la enfilación por la fuerte marejada, en términos que no se pudo lograr el fondeo hasta medio día. La tarea de colocar la hormigonera en su sitio también fué muy penosa, y aun más la de cebarla, pues aunque se intentó hacerlo con auxilio de una grúa, apenas se consiguió un rendimiento de 7 metros cúbicos por hora.

Finalmente, durante los días 25 y 26 se terminó el monolito, resultando, en definitiva, que la operación total requirió el siguiente tiempo:

Días.	Horas.
12	1
13	14
14	16
15	16
16	10
5	57

Las paredes se empezaron á desarmar el día 22, consiguiendo desatornillar los 900 tornillos en tres días, quedando demostrada la suficiencia del tipo primero y más sencillo de cajón, pues la única dificultad que su manejo hacía temer era la de quitar los tornillos debajo del agua, y esto resultó fácil y expedito. El 27, y una vez sueltas las paredes, se pudieron elevar separadamente, y colocadas sobre una barcaza se transportaron al puerto. Como se ve, el ciclo total de operaciones se desarrolló en quince días; cinco se invirtieron en el relleno y colocación, siete en el fraguado y tres en desarmar las paredes; descontando dos días festivos, quedan reducidos á trece los que exigió realmente el trabajo.

Este monolito se dejó sentado á 6,20 metros de profundidad, como los anteriores; pero ya los restantes han llegado á los 7 metros, y aun el último tiene 7,20 metros de altura, con lo cual están menos expuestos á socavaciones.

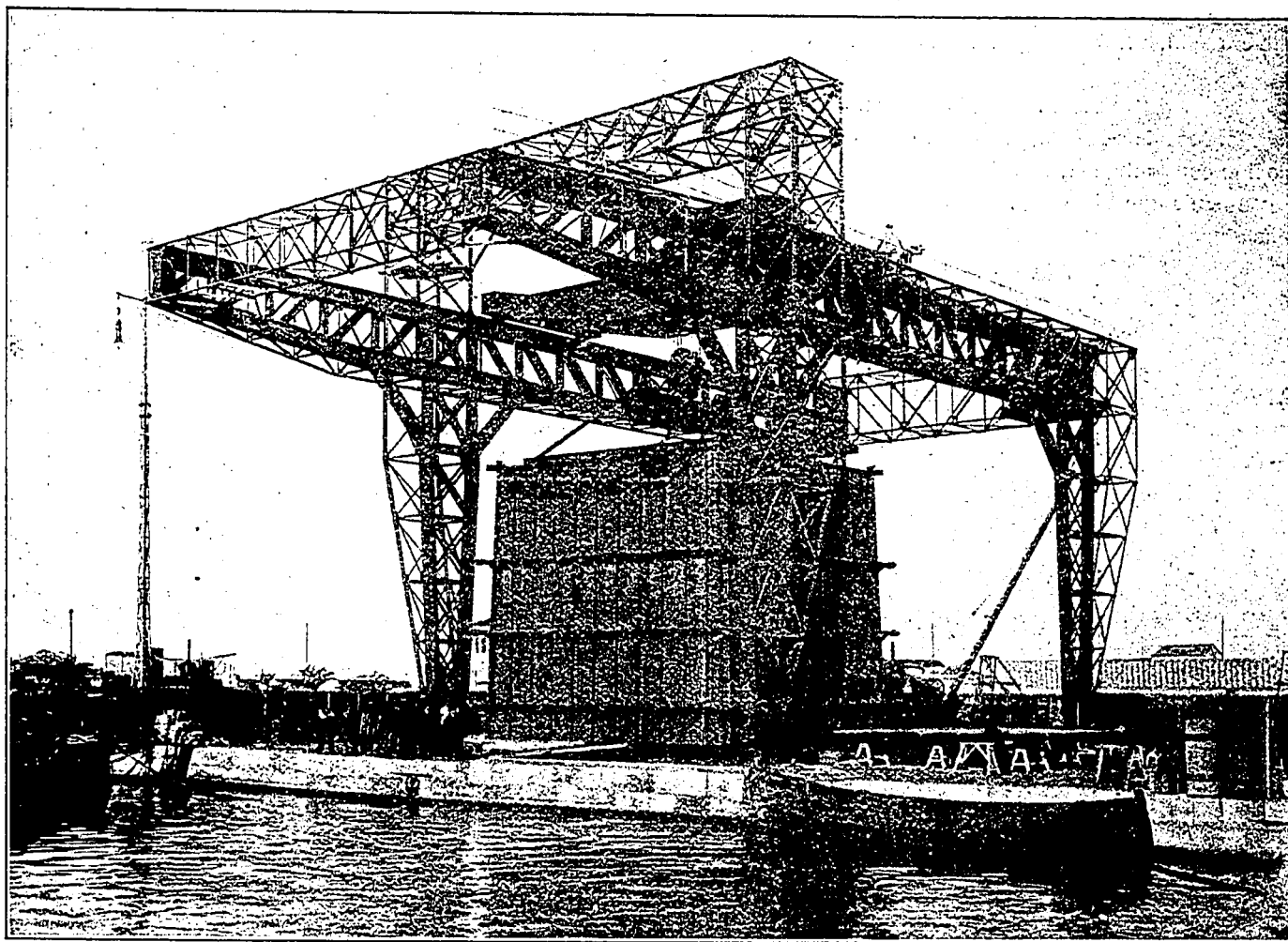
5.º monolito.—Para aumentar la altura de los monolitos, proyecté añadir al cajón unas alzas metálicas de 2 metros de altura, que pudieran superponerse á aquél cuando resulte terminada la parte de relleno que se hace dentro de la dársena. El asiento de 7,50 metros de profundidad, que es el indicado en el proyecto y el conveniente para evitar socavaciones de la escollera del basamento, exige que se llegue con el relleno de hormigón dentro de la dársena hasta los 7 metros del fondo de madera, ya que estos 50 centímetros de diferencia son los necesarios para que pueda colocarse el monolito en su sitio, teniendo en cuenta el forzoso cabeceo mientras se entila en la alineación. Y como siendo de 8 metros la altura de éste, sólo quedaría un metro de defensa para evitar la entrada del oleaje, resultaría en extremo peligroso el trabajo en estas condiciones, y sobre todo arriesgado el remolque, porque el más ligero movimiento del mar haría penetrar agua en el cajón y podría irse á pique dentro de la dársena ó en el antepuerto, sitios muy frecuentados y donde el accidente tendría graves consecuencias para la navegación; por ello, la superposición al cajón de un cuerpo ó alza superior era necesaria desde el momento en que los asientos del dique no se limitan á 6,20 metros de profundidad. En la construcción de esta obra se invirtió el lapso de tiempo comprendido entre el 27 de Marzo y el 10 de Junio, en cuya fecha se construyó el 5.º monolito. Durante la tarde de dicho día 10 se botó al mar el cajón; al siguiente

(1) Véase el número anterior.

te, desde las cuatro y treinta de la mañana hasta las dieciocho se verificó el relleno en la dársena, habiendo sido debido este mayor retraso á una avería de la máquina hormigonera; las armaduras inferiores del molde se desmontaron inmediatamente, quedando terminado el trabajo á las once de la noche. Al día siguiente, 11, y al amanecer, se trasladó el cajón al dique, y también fué muy molesta la operación de enfilarle y lastrarle, que no se consiguió hasta las dos de la tarde; seguidamente se colocó la hormigonera, que tampoco pudo rendir más de 11 metros por hora, y en su vista y con deseo de abreviar los trámites, se continuó el trabajo durante la noche y se trabajó de esta suerte sin interrupción hasta que se dejó lleno el molde, lo cual ocurrió el día 13.

ello resultó indispensable añadir un bloque más de sobrecarga á los dos de 55 toneladas que ordinariamente se colocan, pues el movimiento del mar determinaba olas de 1,50 metros de altura, con fuerza ascensional de 140 toneladas, que era preciso contrarrestar con el lastre de los bloques.

Se ensayó en el relleno de este monolito el cargadero para la hormigonera ya descrito, con resultado satisfactorio, pues se llegó á obtener una velocidad en la confección de 22 metros cúbicos por hora, ó sea doble de la que se había obtenido antes de seguir este sistema. Con todo se comprendió que aun podría obtenerse mayor rapidez, pues los cajones de la hormigonera cubican 0,750 metros cúbicos, y como las vagonetas de la vía Decauville apenas llegaban á contener 0,500 metros cúbicos, era preciso



Vista general del puente-grúa con el cajón suspendido.

He aquí el proceso del trabajo:

Días.	Horas.
10	1
11	19
12	20
13	26
<u>4</u>	<u>66</u>

Las alzas se retiraron el día 19, y las paredes no pudieron desmontarse por efecto del temporal del NE. que empezó á reinar el 15 hasta el 28; por tanto, el ciclo completo de las operaciones propias de la construcción fué de diecinueve días.

6.º monolito.—La persistencia de los temporales del NE. durante los meses de Junio y Julio retrasó algo la marcha de los trabajos, pues hasta el 27 de este último mes no fué posible botar al mar el molde metálico. Los trabajos resultaron muy fatigosos, porque aun continuaba la marejada cuando se enfiló el cajón, y esta es operación que requiere siempre gran calma; por

enfilarse dos de éstas frente á los cajoncitos, vertiendo una entera y parte de la restante, que había que trasladar al segundo cajoncito, originándose notorias pérdidas de tiempo. Aumentando, pues, la capacidad de las vagonetas de suerte que cubiquen lo mismo que los cajones, se ha conseguido ya en definitiva llegar á los 30 metros cúbicos por hora, como ocurrió en el relleno del siguiente monolito.

El día 3 de Agosto quedó terminada la operación, invirtiéndose los días y horas siguientes:

	Días.	Horas.
Julio . . .	29	1
»	30	18
»	31	»
Agosto . .	1	»
»	2	16
»	3	14
	<u>6</u>	<u>49</u>