

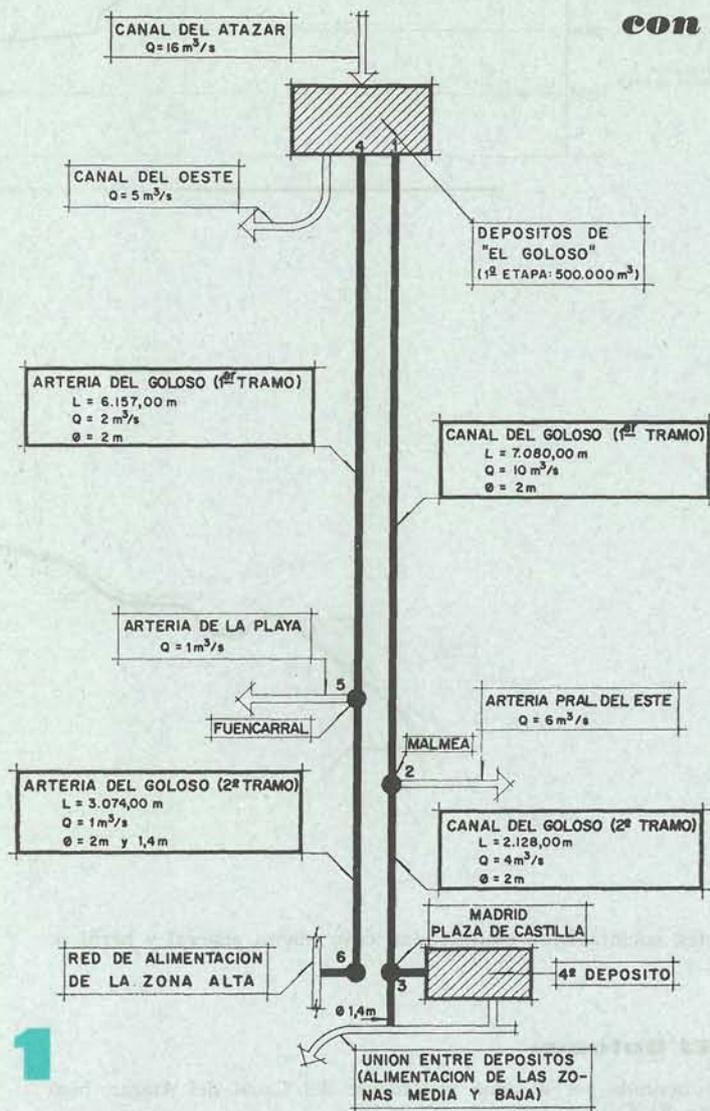
Unión del Canal del Atazar II



con la Red de distribución de agua de Madrid (Plaza de Castilla)

536-10

Emilio López de Berges y de los Santos
 Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



sinopsis

En el presente artículo se describe el conducto de unión del Canal del Atazar —que finaliza en los depósitos de El Goloso— con la red de distribución de Madrid y los depósitos de la Plaza de Castilla.

Los elementos más destacados de la conducción son: dispositivo de origen, conducción propiamente dicha, cámaras de válvulas y dispositivo final.

Las obras se han llevado a buen ritmo, y la puesta en funcionamiento de una de sus tuberías evitó imponer severas restricciones al abastecimiento de la capital.

Los trabajos se adjudicaron por el sistema de subasta con un presupuesto de ejecución material de unos 500 millones de pesetas, lo que da idea de su gran importancia.

La conducción que se describe tiene por objeto enlazar el Canal del Atazar, que termina en los Depósitos de «El Goloso», con los situados en la Plaza de Castilla, y la red de distribución de la capital (ver figura 1).

Las obras fundamentales de aquella son las siguientes:

dispositivo de origen

Cámara de enlace de grandes conducciones.

Llegada del Canal del Atazar.

Aportación de los Depósitos de El Goloso.

Salida del Canal del Oeste.

Salida de la conducción El Goloso-Plaza de Castilla

(objeto del presente artículo).

conducción propiamente dicha

Compuesta de dos tuberías de 2 m de diámetro interior, de hormigón armado y vibrado, con camisa de chapa de palastro intermedia.

varias cámaras de válvulas

- De conexión.
- De derivación.
- De desagüe.

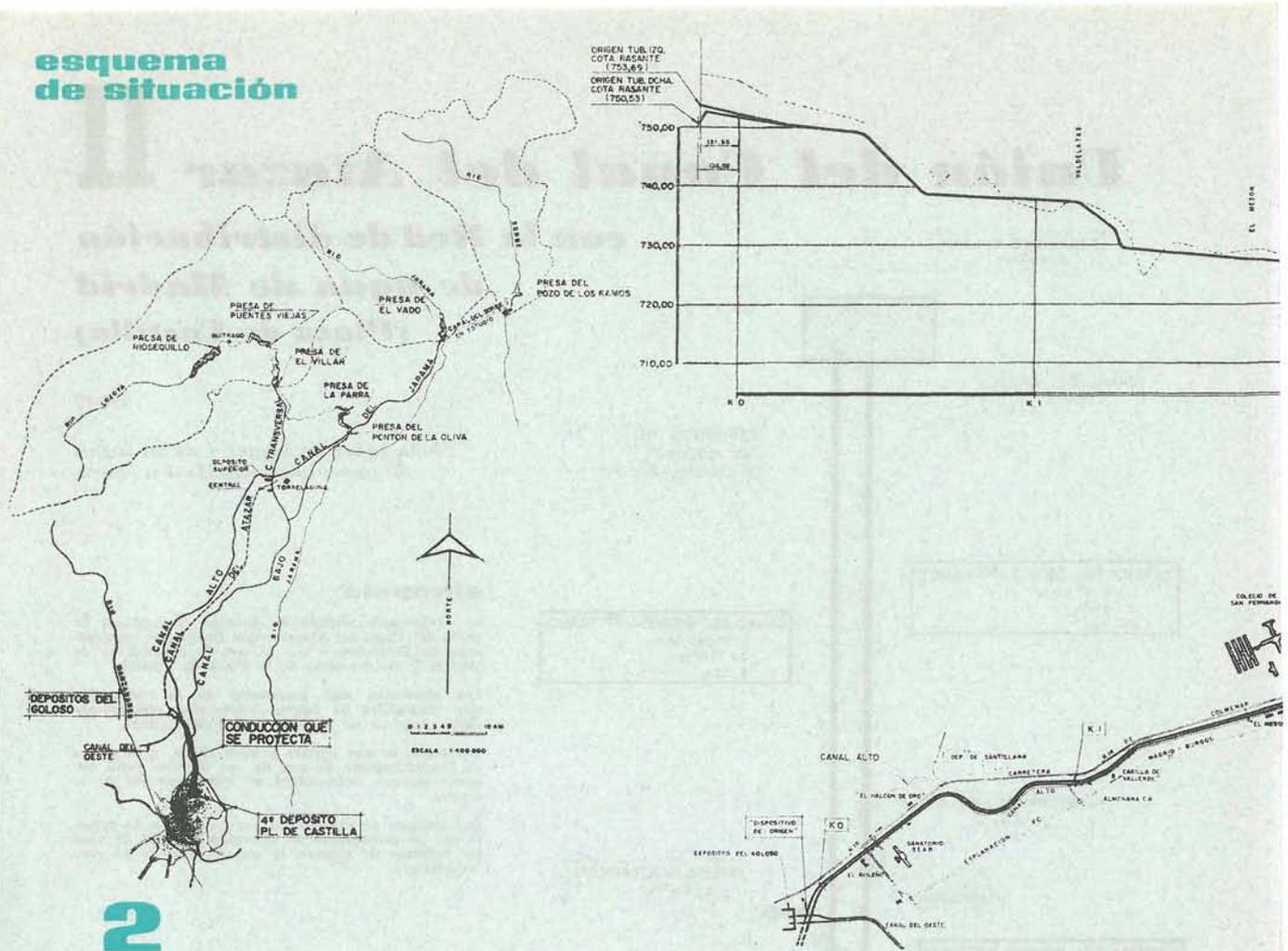
dispositivo final (Plaza de Castilla)

Cámara de rotura, con sus válvulas, y vertido al 4.º Depósito.

Ramal de unión con la red.

Ramal de conexión con la «Unión entre Depósitos».

esquema de situación



Pasemos a analizar cada una de estas partes sucintamente enumeradas, cuya planta general y perfil se incluyen en la figura 2.

dispositivo de origen en «El Goloso»

La unión «El Goloso-Plaza de Castilla» es alimentada por el agua procedente del Canal del Atazar, bien directamente o a través de los depósitos de El Goloso.

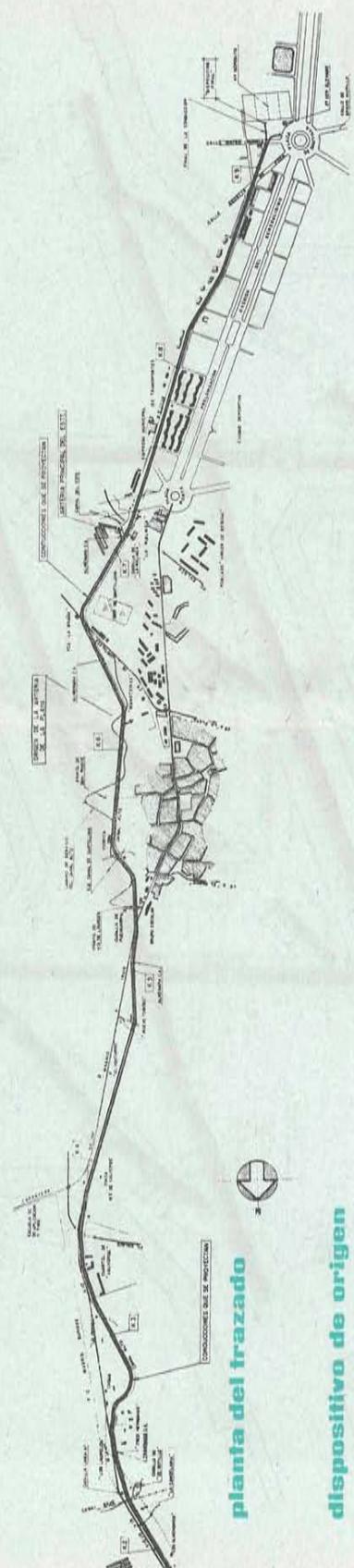
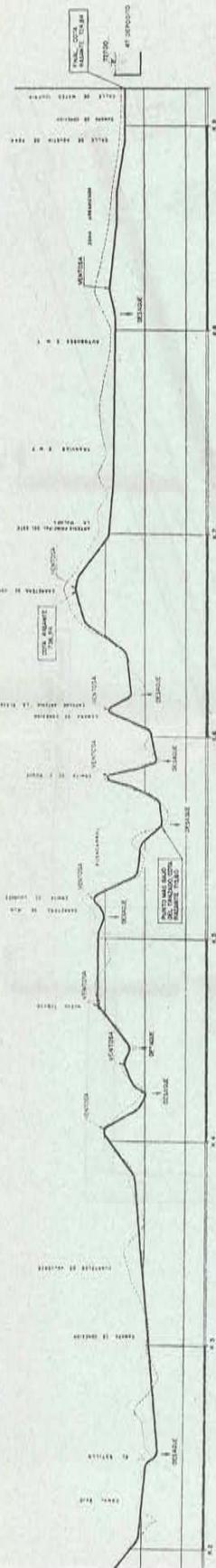
Se deriva igualmente de este dispositivo el Canal del Oeste, que puede alimentarse de la misma forma.

Todas las grandes conducciones que llegan, o parten, de este punto son dobles y, en resumen, sus características son las siguientes (fig. 3):

- Llegada del Canal del Atazar 2 ϕ 2.200 mm.
- Salida de los Depósitos 2 ϕ 2.200 mm.
- Origen de El Goloso-Plaza de Castilla. 2 ϕ 2.000 mm.
- Origen del Canal del Oeste 2 ϕ 1.400 mm.

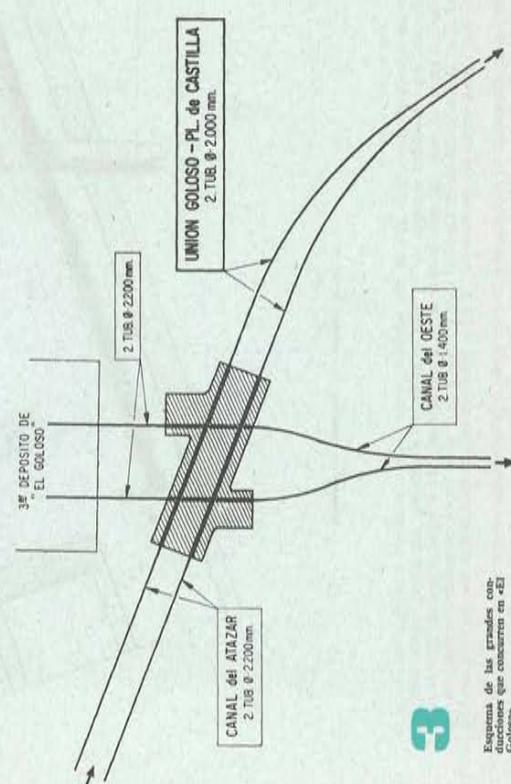
Una gran cámara excavada en el terreno, de 68 m de longitud por 20 m de anchura, contiene y protege todas las conexiones y válvulas necesarias para la maniobra y explotación de estas conducciones, según el régimen de consumo que se imponga en cada momento (fig. 4).

perfil esquemático



planta del trazado

dispositivo de origen



Esquema de las grandes conducciones que concurren en «El Goloso».

Mediante ocho válvulas de compuerta, de $\phi = 1.400$ y dos válvulas Jhonsen del mismo diámetro, se consiguen todas las combinaciones posibles (fig. 5). En ella se ilustran los cuatro casos básicos de funcionamiento, cada uno de los cuales da lugar a tres modalidades:

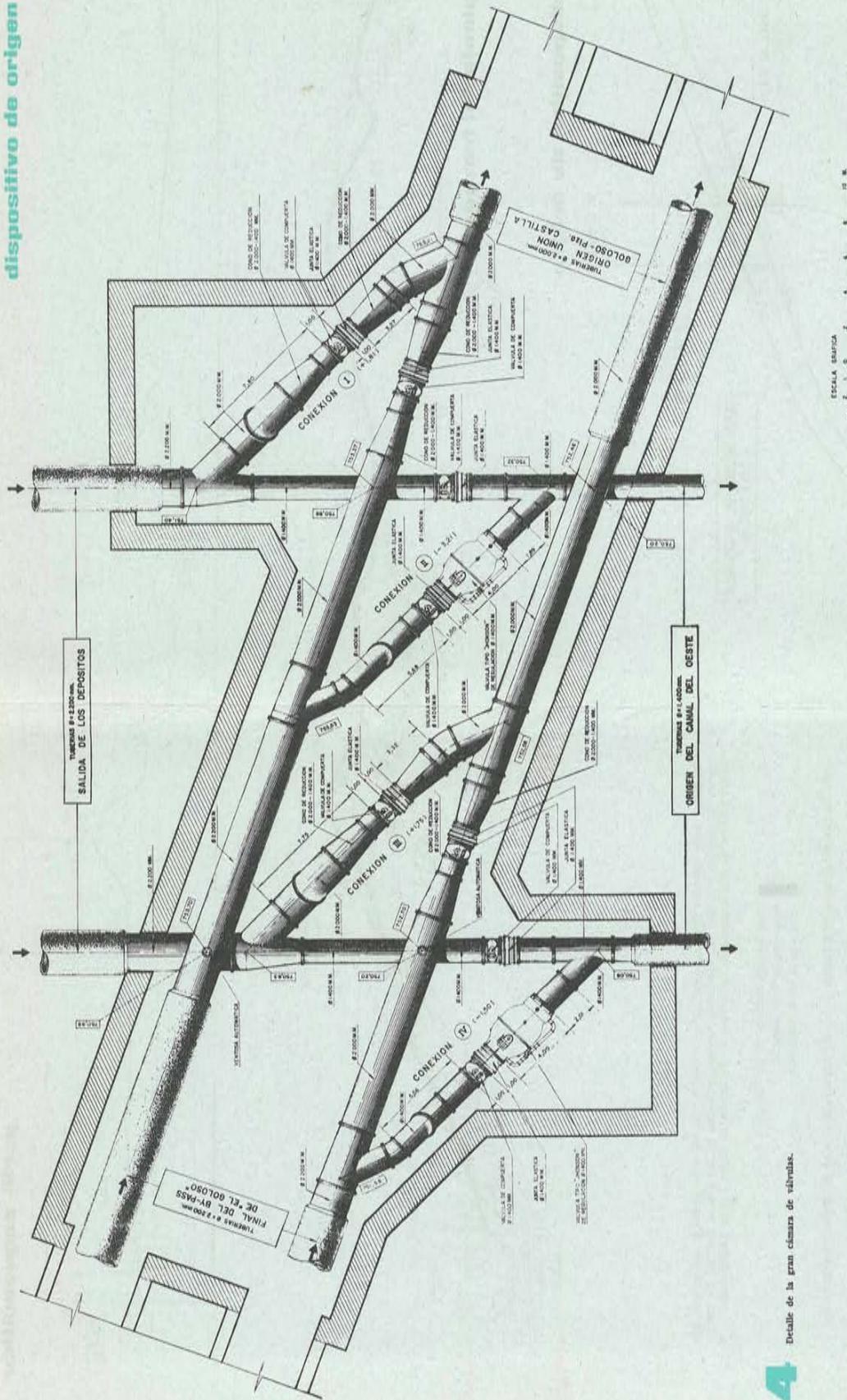
- con las dos tuberías en servicio, sólo con la de la derecha,
- sólo con la de la izquierda,

más las combinaciones intermedias y las de empleo simultáneo de ambas conducciones.

conducción propiamente dicha

Está formada, según hemos visto, por dos tuberías de 2 m de diámetro interior, de hormigón armado y vibrado, con camisa intermedia de chapa de palastro, cuya traza va siguiendo sensiblemente la del Canal Alto (construido en 1934), discurrendo en 10 km a lo largo de la carretera de Colmenar, divisoria entre el Jarama y el Manzanares, y une los Depósitos de El Goloso (donde se construye su primera fase, con una capacidad de 500.000 m³), con las instalaciones del Canal de Isabel II, situadas en la Plaza de Castilla.

dispositivo de origen

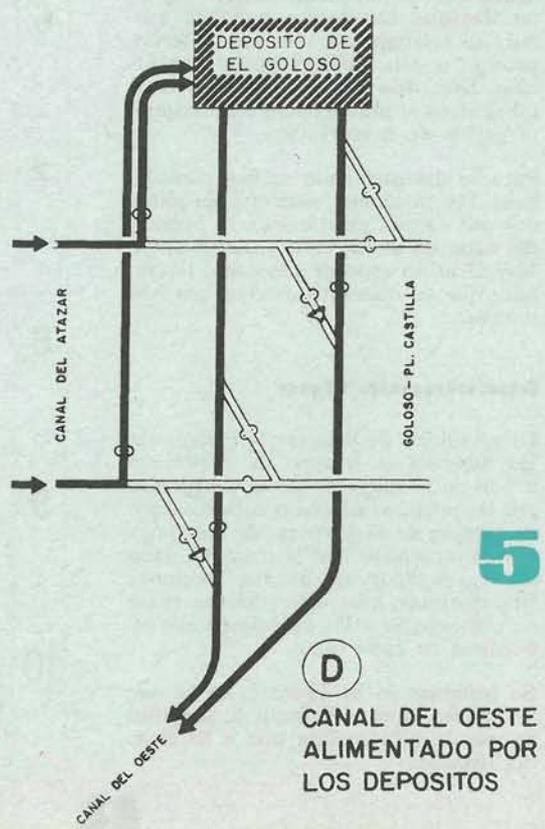
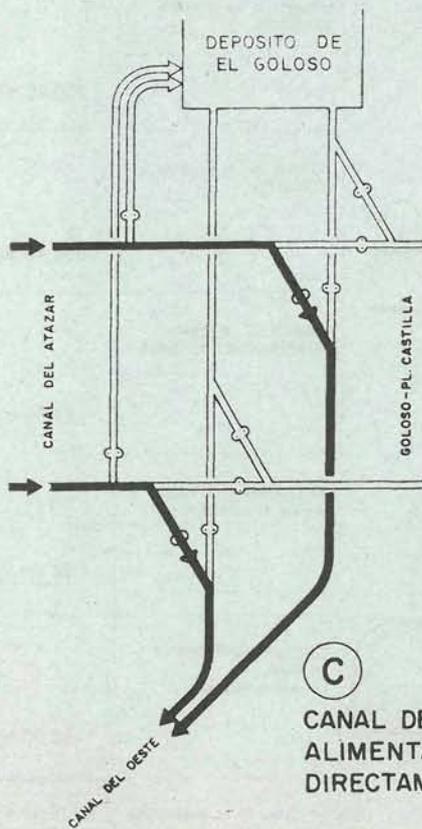
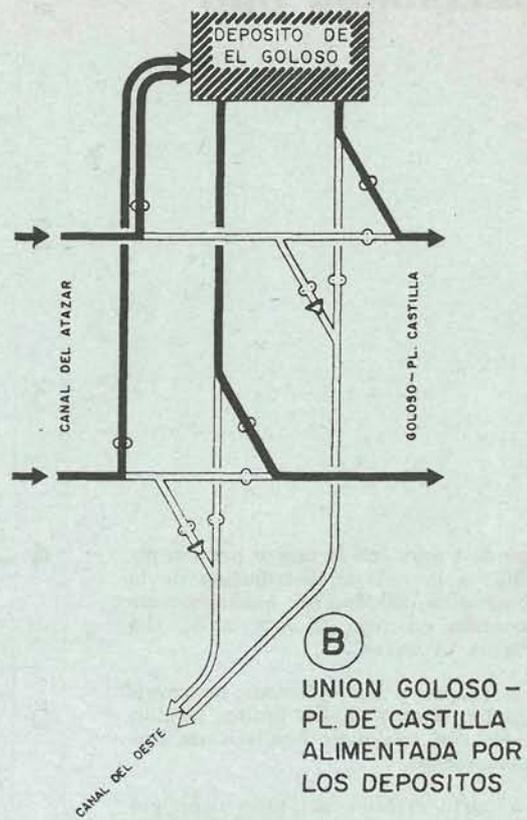
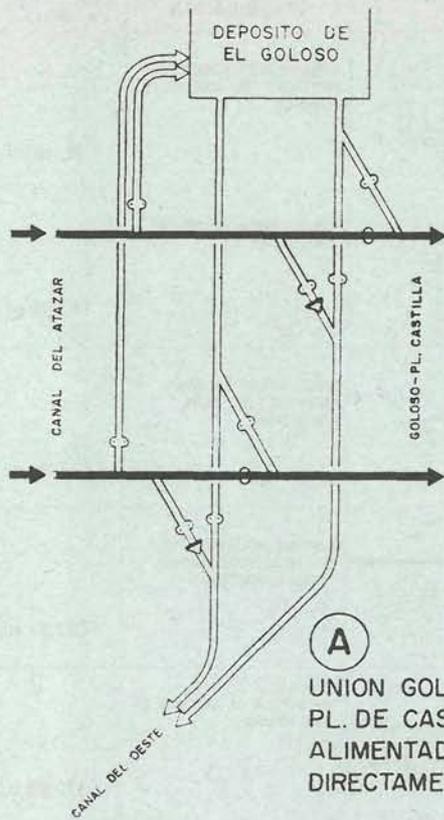


4 Detalle de la gran cámara de válvulas.

Siguiendo, en líneas generales, la rasante del Canal Alto, la conducción se mueve entre dos límites: uno inferior, procurando que el fondo de la zanja a excavar no descalce el plano de solera de aquel acueducto, y otro superior, de modo que las tuberías queden protegidas con una cota mínima de 1 m de tierras. Su capacidad es de 16 m³/s, de los cuales: 5 m³/s se derivan hacia el Canal del Oeste, y el resto corresponde a esta conducción.

Aunque son intercambiables, cada una de las tuberías puede tener una misión específica. Así, la de la izquierda, con una capacidad máxima de 10 m³/s (sentido de circulación del agua), puede funcionar como canal, llegando al final sin presión apreciable, alimentará en ruta el futuro Canal del Este (6 m³/s) y llegará al 4.º Depósito (Plaza de Castilla) con un caudal de 4 m³/s. En su extremidad se puede derivar parte de este caudal hacia los Depósitos 2.º y 3.º, a través de una de las tuberías que los unen con el 4.º. En cuanto a la tubería de la derecha, con 2 m³/s puede funcionar como arteria, suministrando un cau-

diagrama de funcionamiento



5

secciones tipo

dal de 1 m³/s con la mayor presión posible, a la red de distribución de la Zona alta de Madrid. Asimismo, alimentará en ruta la Arteria de «La Playa» (1 m³/s).

En cuanto a sus pérdidas de carga, quedan dentro de los límites establecidos con cualquier hipótesis de funcionamiento.

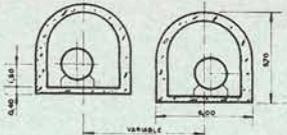
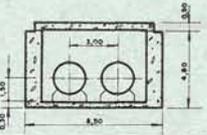
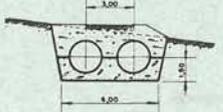
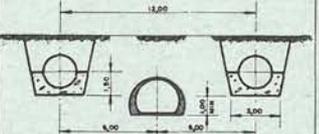
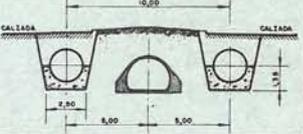
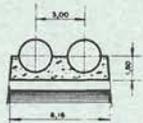
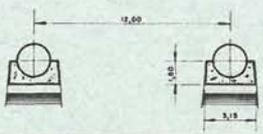
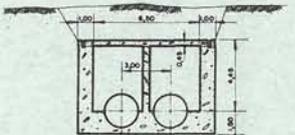
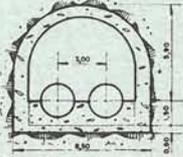
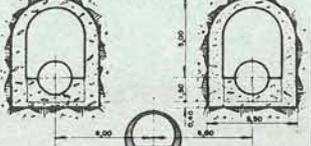
La parte exterior del tubo tiene por objeto soportar las tensiones de todo orden que se produzcan interior o exteriormente. La camisa metálica asegura su estanquidad, y la capa interior protege a ésta de una posible oxidación. Este tipo de tubería es de fácil fabricación y prácticamente no requiere gastos de conservación.

Para su dimensionado se han considerado las presiones máximas producidas por cargas exteriores y la presión del agua en el interior, variable entre 10 y 62 m. El espesor adoptado, 18 cm, hace que su diámetro externo sea 2,36 metros.

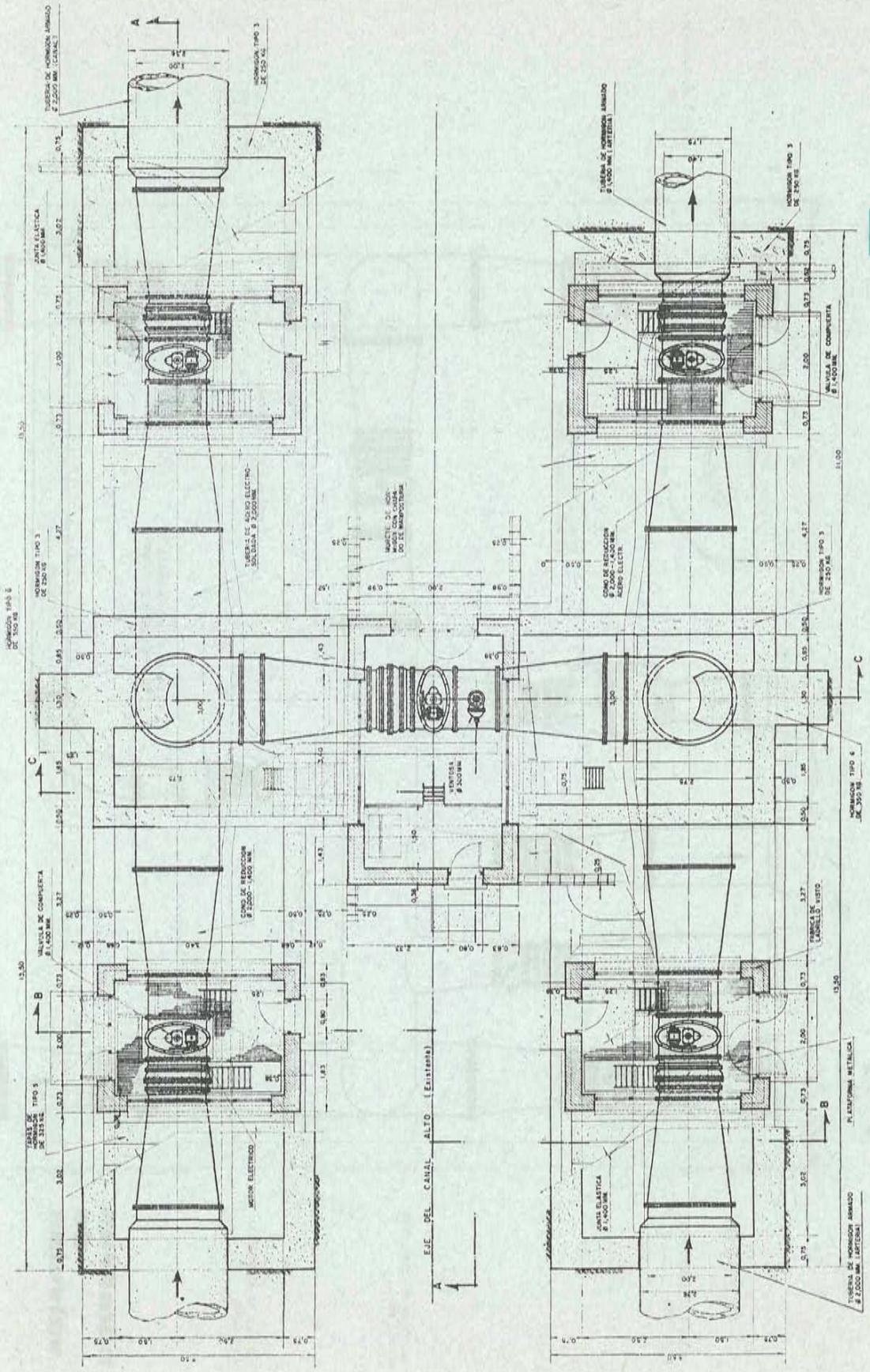
secciones tipo

La necesidad de adaptar la rasante de las tuberías al terreno, la limitación a 3 m de la carga de tierra a soportar por las mismas, así como la calificación de urbana de la mayoría de las zonas que se atraviesan con la traza, ha dado lugar a la adopción de diez secciones tipo distintas, muy diferenciadas entre sí, con arreglo a las características específicas de cada caso.

Se resumen en la figura 6, en la que se definen y se consignan la longitud en que se aplica cada una a lo largo del trazado.

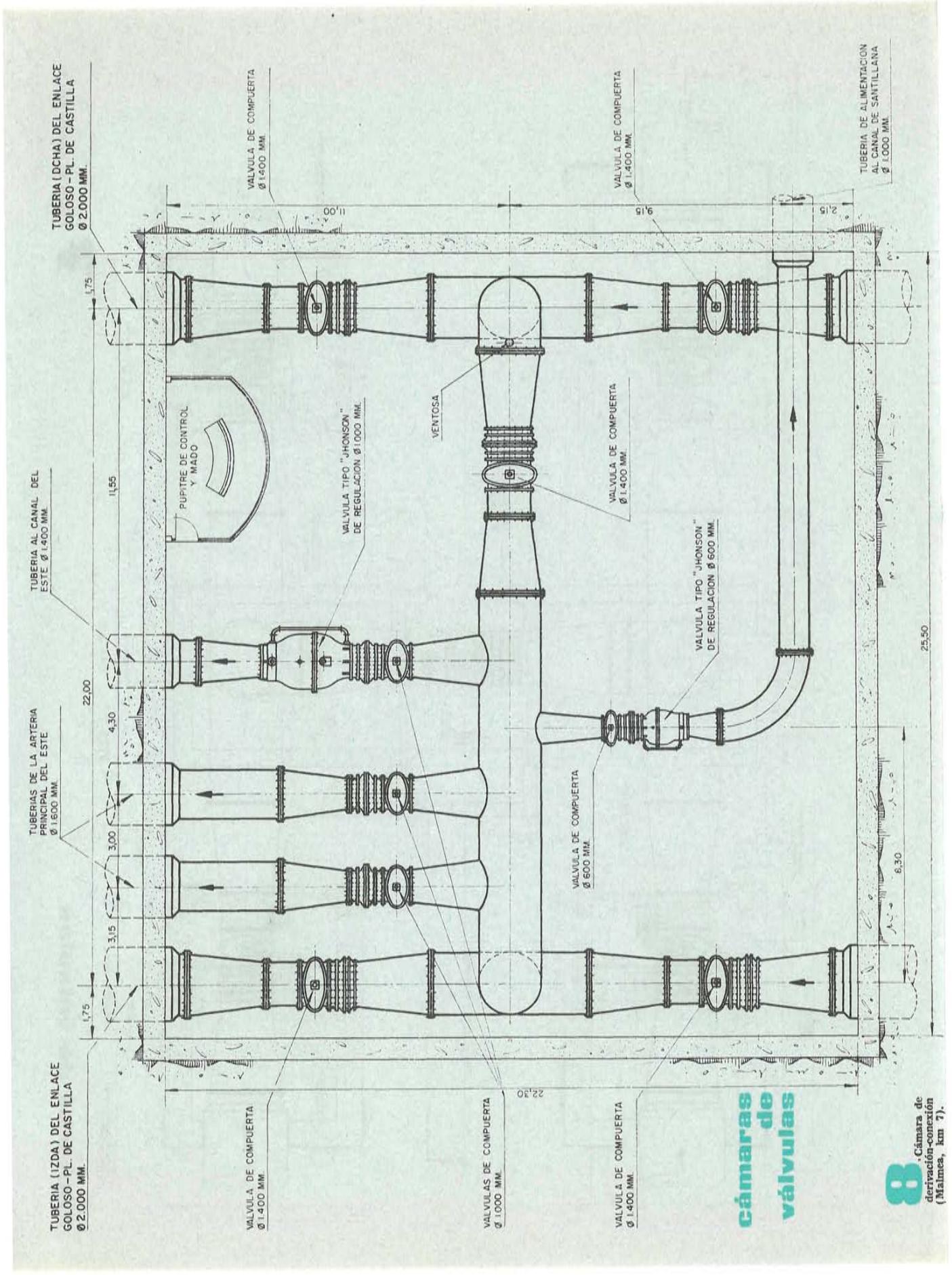
Nº	SECCIONES	DENOMINACION	LONG. EN QUE SE EMPLEA
1		TUBERIAS INDEPENDIENTES, PROTEGIDAS CON BOVEDAS DE HORMIGON.	86,18 m.l.
2		DOBLE TUBERIA PROTEGIDA CON LOSA DE H.A.	140,82 m.l.
3		DOBLE TUBERIA EN ZANJA PROTEGIDA CON TIERRA COMPACTADA.	5.637,08 m.l.
4		TUBERIAS INDEPENDIENTES, EN ZANJA, PROTEGIDAS CON TIERRA COMPACTADA.	793,31 m.l.
5		VARIANTE DE LA ANTERIOR EN ZONA URBANA.	1.372,83 m.l.
6		VARIANTE DE LA 3, SOBRE ACUEDUCTOS.	530,80 m.l.
7		VARIANTE DE LA 4, SOBRE ACUEDUCTOS.	358,48 m.l.
8		VARIANTE DE LA 2, PARA GRANDES CARGAS DE TIERRA.	84,00 m.l.
9		DOBLE TUBERIA EN TUNEL (Boveda de hormigón).	76,50 m.l.
10		TUBERIAS INDEPENDIENTES EN TUNEL (Boveda de hormigón).	128,00 m.l.
LONGITUD TOTAL DE LA CONDUCCION			9.208,00 m.l.

6



7 Cámara de conexión (km 9).

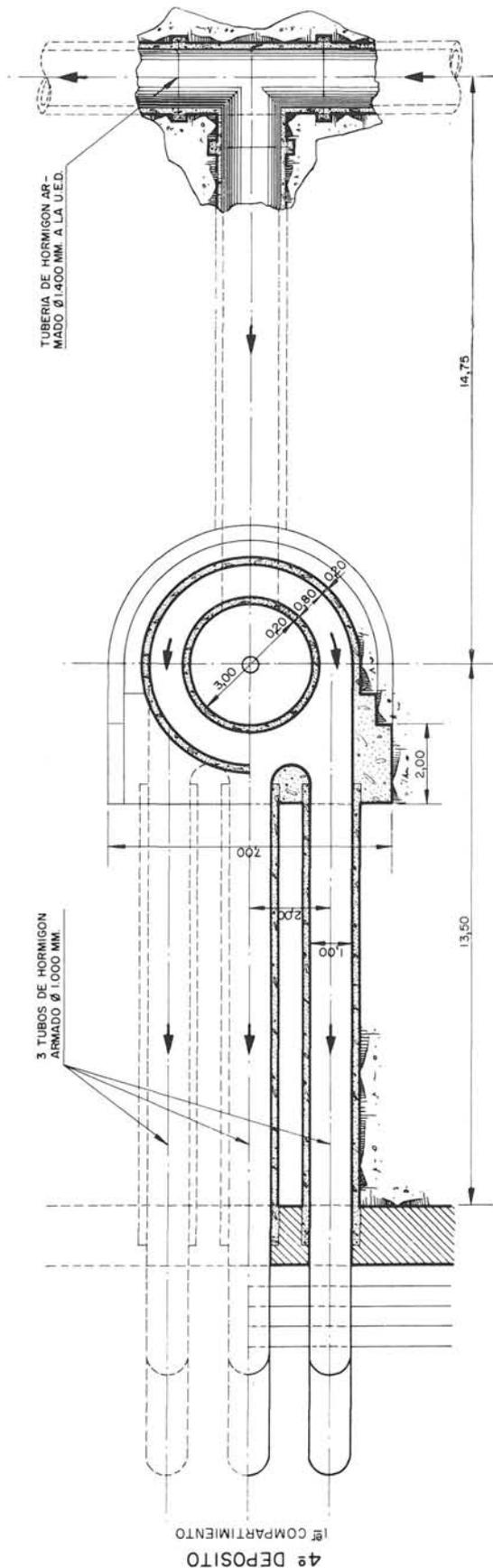
cámaras de válvulas



cámaras de válvulas

8 Cámara de derivación-conexión (Malmea, km 7).

dispositivo final planta



y con objeto de mejorar sensiblemente el abastecimiento, era conveniente aumentar la presión en origen en unos 8 m de columna de agua, pero con la seguridad de no pasar de esta altura, pues el timbraje de las tuberías de U. E. D. no lo soportarían.

Para ello se ha proyectado la «Chimenea de recuperación» (figs. 13 y 14) que, conectada en derivación del ramal de $\phi = 1.400$ mm que estamos describiendo, funciona automáticamente a manera de válvula de seguridad, vertiendo los caudales que sobrepasen de aquella altura, directamente al 4.º Depósito, inmediato.

La otra parte del «Dispositivo Final» correspondiente a la tubería «arteria», de poco caudal y máxima presión, consiste en un ramal de $\phi = 1.400$ milímetros que, partiendo de la última cámara de conexión (p. 940), atraviesa la calle de Mateo Inurria y va a injertarse, mediante una cámara de válvulas, al origen de la arteria de la Zona alta, que hasta ahora se alimenta únicamente de la Central Elevadora. Con ello se ayudará al funcionamiento de ésta y, en determinadas circunstancias, puede hacerse innecesario su empleo.

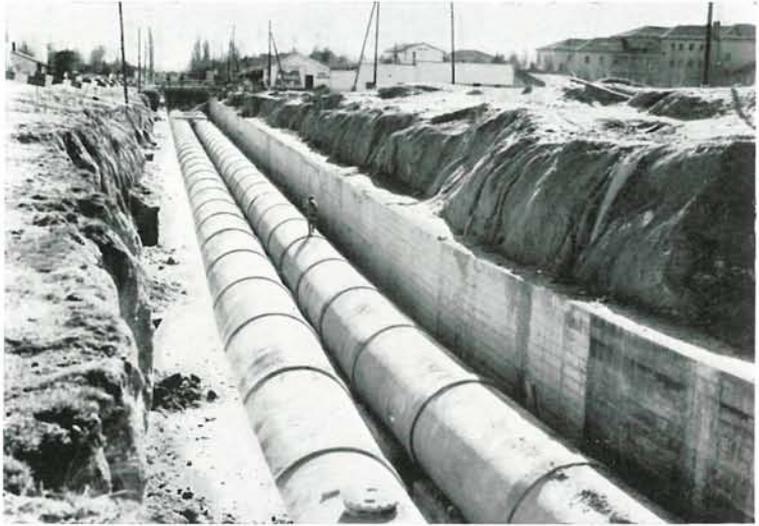
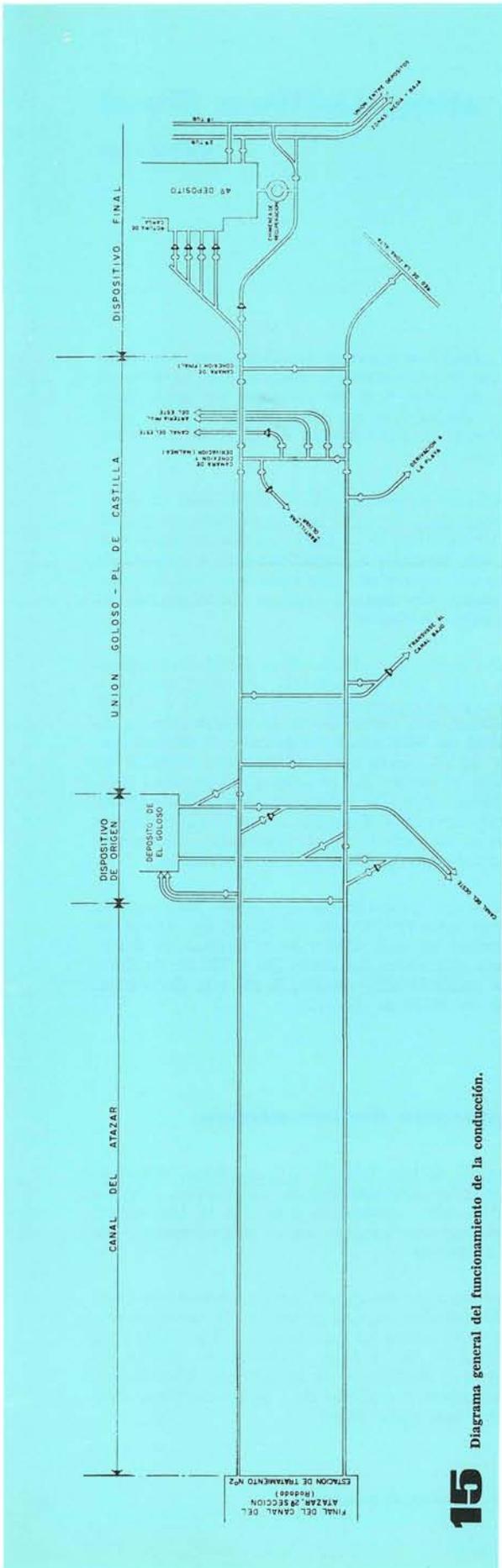
En resumen: Este «Dispositivo Final» hace posible que con agua procedente del Canal del Atazar se abastezcan las tres Zonas de la capital, es decir: la Zona alta, entre las cotas 766 y 722 m; la Zona media, entre la 722 y la 690, 50 m, y la Zona baja, menor de 690,50 m (fig. 15).

ejecución de las obras

Las obras se han llevado a gran ritmo, entrando a prestar servicio por una de sus tuberías el 15 de junio de 1966, evitándose con ello la imposición de severas restricciones en el abastecimiento de agua a Madrid.

La apertura de las zanjas no ha presentado grandes dificultades, ya que se realizó en terrenos arenosos pertenecientes al mioceno. En cuanto al hormigonado de la cama continua, se efectuó en dos etapas, dejándose, en la primera, «cimientos», sin hormigonar espacios de 1 m de anchura, coincidentes con cada junta.

Fig. 14.—Chimenea de recuperación.



Tramo recto de las tuberías en galería.

La unión entre sí de las diferentes chapas de la camisa del tubo, se electrosoldaron desde el exterior y, una vez comprobado su correcto funcionamiento y estanquidad de las juntas, se hormigonaron interiormente, y exteriormente se protegieron con maniguitos de hormigón armado.

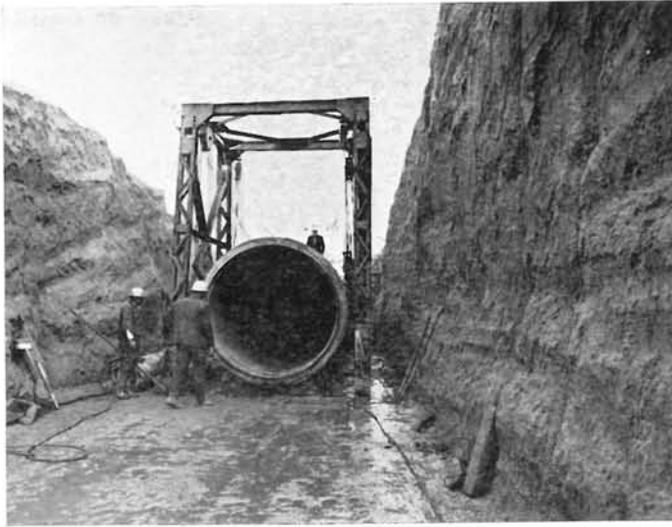
Siendo 5,5 m la longitud de cada tubo, se habrán colocado, cuando las obras queden totalmente terminadas (30 de mayo de 1967), del orden 4.000 unidades.

Las tuberías se construyeron en una fábrica situada en el término de Fuente del Fresno, a 25 km de la capital, llegándose a fabricar veinte tubos diarios, siendo el tiempo de curado de cada uno de ellos de dos meses.

Asimismo se instaló una línea eléctrica en A. T. a 20.000 V, con sus estaciones transformadoras móviles para la ejecución de la obra, quedando, una vez terminada ésta, al servicio permanente para la explotación de tan importante conducción.

Realizados los trabajos por el sistema de subasta, por las Empresas «Entrecañales y Távara, S. A.» y «Materiales y Tubos Bonna, S. A.», solidaria y mancomunadamente, el presupuesto de ejecución material importó 500 millones de pesetas, aproximadamente, lo que da idea de su gran importancia.

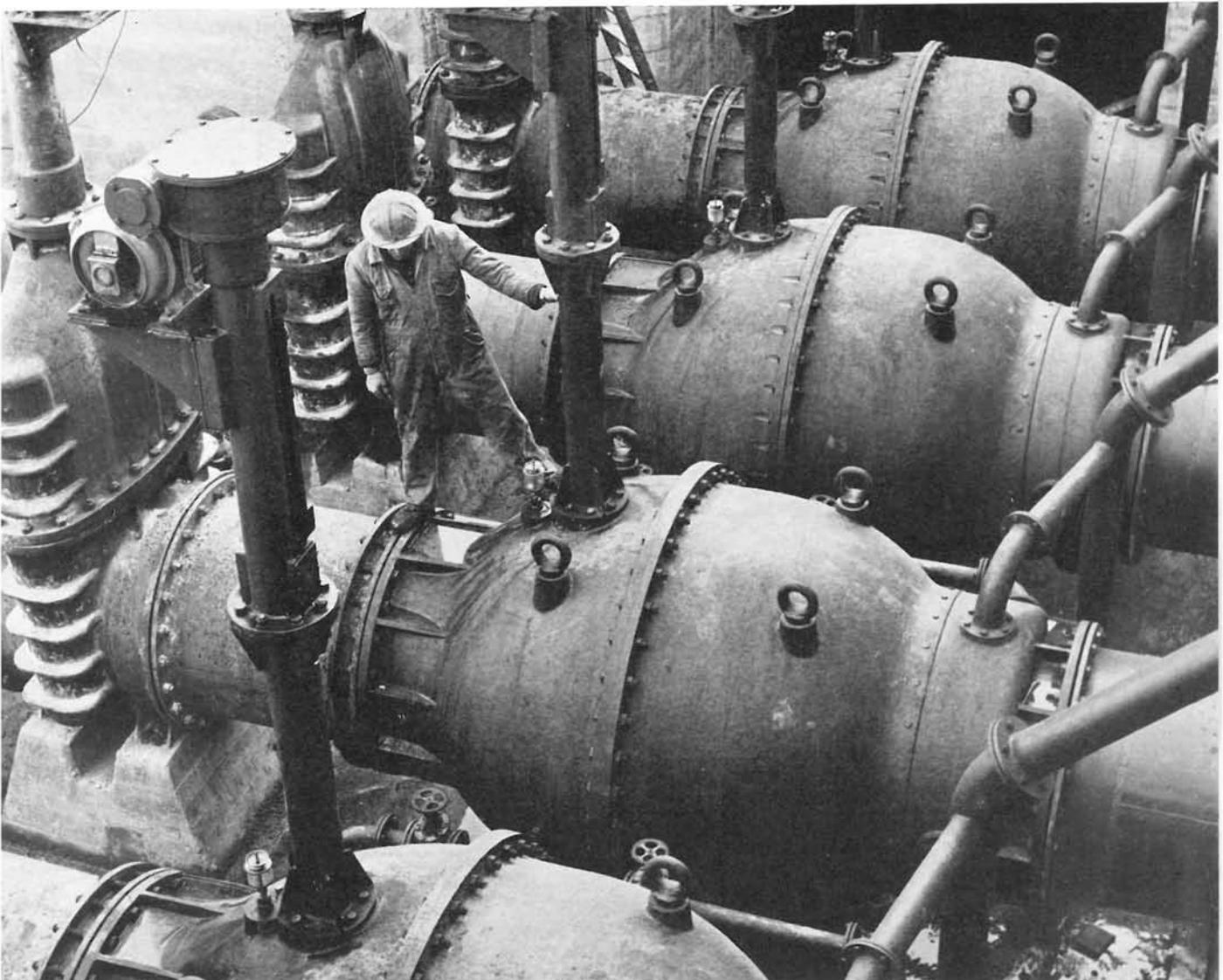
Aspecto parcial de la cámara de válvulas y de rotura de carga. Plaza de Castilla.



Colocación en zanja de un tubo $\varnothing = 2.000$ mm.



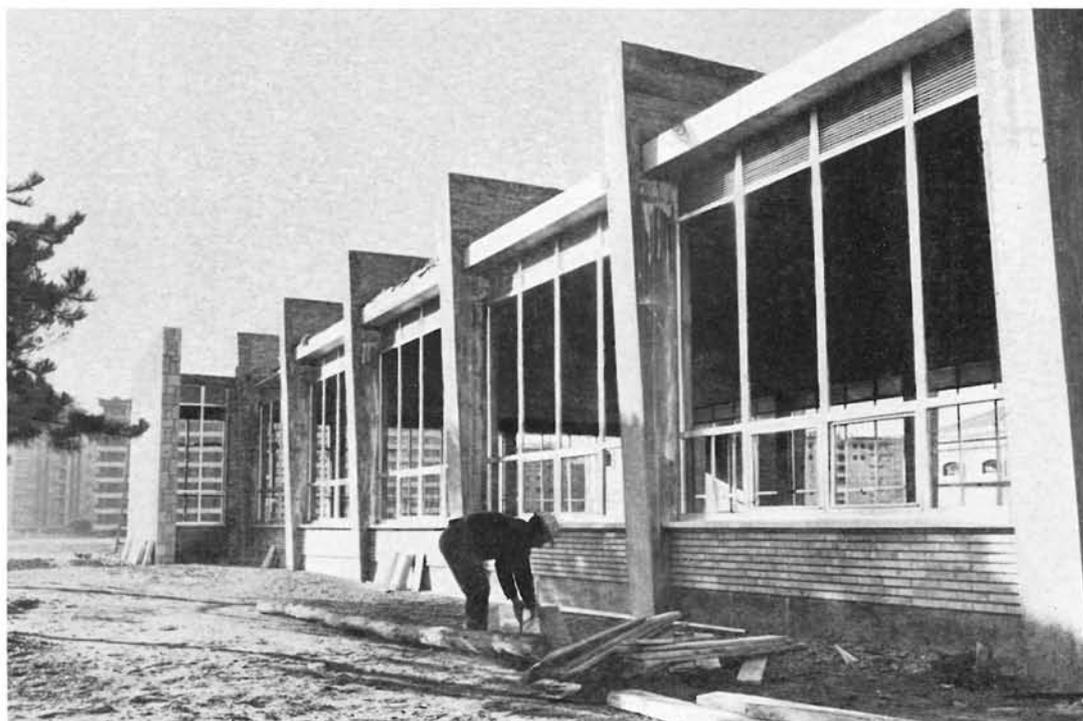
Soldadura interior de una junta de un tubo $\varnothing = 2.000$ mm.





**cámara de
rotura de carga.
Plaza de Castilla**

Vertedero.



**Aspecto
exterior.**

Union de l' "Atazar" avec le réseau de distribution d'eau de Madrid - Place de Castilla. II

Emilio López de Bergés y de los Santos, ingénieur des Ponts et Chaussées

Cet article décrit la conduite d'union du Canal de l'Atazar —qui se termine dans les réservoirs d'El Goloso— avec le réseau de distribution de Madrid et les châteaux d'eau de la Place de Castilla à Madrid.

Les éléments les plus remarquables de cette conduite sont le dispositif d'origine, le tuyau proprement dit, les vannes et le dispositif final.

Les travaux ont été exécutés à bon rythme et la mise en service d'une de ses conduites a évité de sévères restrictions au ravitaillement de la capitale.

L'adjudication des travaux s'effectua par concours. Le budget d'exécution matérielle était d'environ 500 millions de pesetas, ce qui donne un aperçu de leur importance.

Union of the Atazar canal with the Madrid water network at the Plaza de Castilla

Emilio López de Bergés y de los Santos, civil engineer

This paper describes the connecting conduit between the Atazar Canal, which finishes at the El Goloso reservoir, and the water distribution network of Madrid, whose reservoir is at the Plaza de Castilla.

The main features of this conduit are: the initial stage of the conduit, the pipe itself, the valves and the final stage of the conduit.

Work has been done quickly, and the use of one of the pipes saved Madrid from undergoing strong water restrictions during the summer months.

The project was adjudicated by auction, and the price estimate was about 500 million pesetas, which gives some idea of the magnitude of the enterprise.

Verbindung des Atazar mit dem Wasserverteilungsnetz von Madrid - Plaza de Castilla

Emilio López de Bergés y de los Santos, Bauingenieur

Im vorliegenden Artikel beschreibt man die Verbindungsleitung des Atazarskanals —der in den Behältern von El Goloso endet— mit dem Verteilungsnetz von Madrid und den Behältern von Plaza de Castilla.

Die bedeutenden Elemente der Leitung sind: Anfangsvorrichtung, Leitung, Ventilkammern und Endvorrichtung. Die Bauten wurden schnell fertig aufgebaut und der Betrieb einer ihrer Leitungen hat Beschränkungen der Versorgung der Stadt vermieden.

Die Arbeiten wurden durch das Versteigerungssystem mit den Kosten von 500 Millionen Peseten zuschlagt, was eine Idee von ihrer grossen Wichtigkeit gibt.