

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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.

## COMIDA EN OBSEQUIO DEL SR. PEREZ Y OLIVA

Verán nuestros lectores, en el lugar correspondiente de este número, la Real orden dictada por el Ministerio de Hacienda, de acuerdo con el Consejo de Ministros, con fecha 23 del pasado, por la que se da carácter general á la resolución recaída en el caso de nuestro compañero el Sr. Nogales López, disponiendo que se le acreditasen los haberes devengados en la categoría administrativa á que fué recientemente ascendido, desde la fecha de su ascenso, á pesar de no haber cumplido los dos años de efectividad en el anterior empleo que se exigen á los empleados administrativos.

Punto de honra era para los Ingenieros de Caminos mostrar su gratitud hacia el Diputado á Cortes por Salamanca D. Isidro Pérez y Oliva, quien, con su decidido concurso personal y mirando el asunto como cosa propia, ha venido siguiendo al día el expediente y recomendando con excepcional interés su despacho en los diversos Centros que han tenido que intervenir hasta llegar á la justa resolución que nos ocupa, y que ha puesto término á los serios perjuicios que las dudas de la Ordenación de pagos nos venían irrogando.

Tenemos entendido que el Sr. Presidente de nuestra Asociación ha tomado la iniciativa oportuna para que aquélla significase al Sr. Pérez y Oliva su profundo agradecimiento, y para que llegase á conocimiento de todos los compañeros la noble conducta del Diputado por Salamanca y la prueba de consideración y de afecto que espontáneamente ha dado á nuestro Cuerpo.

Pero los que habíamos podido apreciar en todos sus detalles el verdadero empeño con que dicho señor ha tomado nuestro asunto, para los que diariamente le hemos visto preocuparse en la marcha del expediente, comunicarnos con sincera complacencia el cumplimiento de cada trámite ultimado, y participar como principal interesado de nuestra legítima satisfacción por el éxito de nuestras legítimas pretensiones, no hallaron bastante este justo homenaje de la gratitud colectiva; sintieron la necesidad de sellar con un acto de amistad la amistad del Sr. Pérez y Oliva, y le invitaron á comer el último viernes, á las nueve de la noche, en el Restaurant del café Inglés.

Sin tiempo apenas para dar publicidad á aquel pensamiento, y tratándose de esta época del año en que tantos de nuestros compañeros se encuentran ausentes de la Corte, el número de asistentes y adheridos autoriza á afirmar que todos se hallaban en espíritu y habrán podido convencer á aquel distinguido Diputado, que los Ingenieros no son ingratos y aprecian en todo su valor la delicadeza de su desinteresada conducta.

Recordamos entre los concurrentes: á los Inspectores seño-

res Inchaurreandieta, Freart y Cuadrado; á los Ingenieros Jefes Sres. Boix, Nicolau, Alfonso y Faquineto, y á los Ingenieros señores Pérez Azcona, Morales, Santa María, Valenciano, Mier, Pérez de Muñoz, Peragalo, Oliver, Latre, Becerra, Gómez y Navarro, Moya, Eugercios, Sala, Barón, Harguindey, Torán, Cebada, Menéndez Boneta, Calvo y López Franco.

Dado el carácter íntimo del acto no hay que añadir que en la comida reinó la franca y cordial expansión que corresponde á toda reunión de compañeros y que no hubo brindis.

El Sr. Latre, en nombre de los iniciadores, expresó los sentimientos que les habían guiado y la unánime acogida dispensada por sus compañeros, haciendo resaltar todo el valor de la espontánea prueba de consideración y afecto recibida del Sr. Pérez y Oliva, á quien propuso que cada uno de los Ingenieros de Caminos inscribiese á la cabeza de su escalafón como *Ingeniero honorario injubilable*, propuesta que fué aceptada por aclamación y ratificada por el Sr. Inchaurreandieta en representación de todos, con nobles y levantadas palabras.

El Sr. Pérez y Oliva, en elocuentes frases, dió cumplidas gracias á los Ingenieros, manifestando que consideraba excesiva recompensa para su gestión el testimonio de afecto y de amistad que de aquéllos recibía; les ofreció su decidido y entusiasta concurso para la consecución de todas las legítimas aspiraciones del Cuerpo de Caminos, al cual hizo patentes su consideración y aprecio, y el que, terminó, debía considerarle siempre como su *Abogado honorario*.

## SIFÓN DE HORMIGÓN ARMADO

SOBRE EL RÍO SOSA Y BARRANCO DE RIBABONA

EN EL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

VII

Cuando la ejecución de la camisa interior, detallada en el artículo precedente, publicado en la Revista del 12 del corriente, estaba bastante adelantada y terminadas las juntas de la tubería I en las partes que se apoyan sobre el puente del Sosa y pontón de Ribabona, se procedió á ejecutar las

*Envolventes sobre las obras de fábrica.*—Ya he dicho en otro artículo, que sobre las obras de fábrica no se recubría con terraplén sino el seno superior que forman los tubos y que el resto de éstos se enlazaba á los frentes de dichas obras por medio de

hormigón moldeado con arreglo al perfil que indica la figura 61. Los tubos quedan así recubiertos por terraplén en la parte superior y por una capa de hormigón de 0<sup>m</sup>,30 de espesor en los

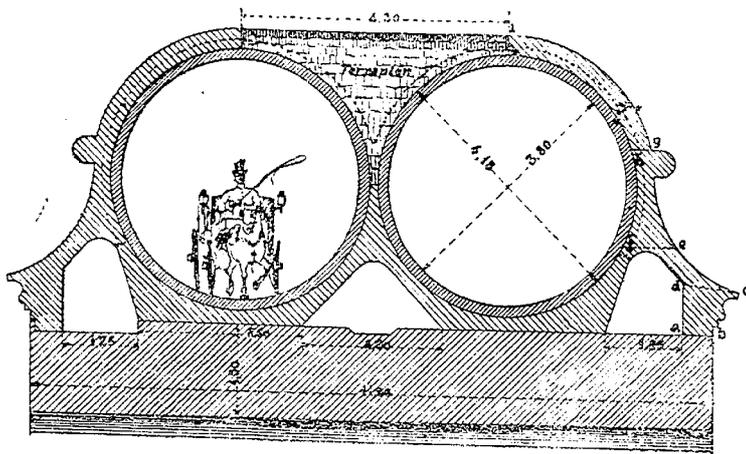


Fig. 61.

costados. En la parte baja de éstos hay galerías laterales que separan los tubos de la cornisa.

La ejecución de estas envolventes de hormigón ha presentado dificultades especiales que apreciarán en toda su importancia los que hayan construido y dirigido obras. Estas dificultades resaltarán de la explicación siguiente, sin que sea preciso poner empeño especial en hacer que se destaquen, pues son de tal índole é importancia que por sí solas fijan la atención de los lectores.

Una vez ejecutadas las juntas de la tubería I en las partes correspondientes á las obras de fábrica, sobre las cuales ya de

puestos siempre á caer al cauce del río al menor descuido que tuvieran, resbalando por los costados de los tubos.

Para ejecutar estas envolventes, se hizo primero la parte *a b c d* (fig. 61) correspondiente á la cornisa, sirviendo de molde por la parte interior un sencillo tablero vertical apoyado contra la tubería I; por la parte exterior el molde correspondía al perfil que había de tener la cornisa.

Para sostener este molde exterior y permitir el trabajo de los operarios, fué preciso montar un andamio que ocupaba toda la longitud del puente, pues así era necesario para ejecutar esta parte con la rapidez debida. Este andamio, indicado en la figura 63, era de mucha importancia, dando idea de él el primer fotograbado que acompaña á este artículo. Se componía de unos apoyos especiales formados por montantes *p* algo inclinados, de modo que su parte superior se acercase al paramento del puente, separados de éste por medio de dos piezas horizontales *h* en forma de horquilla; estas piezas se enlazaban en sus extremos por otra *c*, horizontal también, que impedía abrirse á esta horquilla. Por último, los brazos de la horquilla se conservaban horizontales por medio de unos jalalcones *j*. El apoyo venía á formar un triángulo, una de cuyas aristas, *p*, se prolongaba hasta el suelo.

Estos apoyos especiales se colocaban insistiendo en el suelo y arrimados contra el paramento del puente. Servían de sustento á unos tablonetes *t* que formaban el pavimento del andamio y sobre ellos se apoyaban pequeños caballetes que sostenían el molde exterior de la cornisa.

Colocados los moldes exterior é interior de ésta se hormigonaba el espacio comprendido entre ellos con hormigón de 200 kilogramos de cemento por metro cúbico. Este hormigón se manipulaba en los espacios que había á la entrada y salida del puente sobre el Sosa y se transportaba á los sitios de empleo, llevándole por el pasillo que había entre la parte *a b c d* y las camas; esto se hacía cuando había de emplearse el hormigón

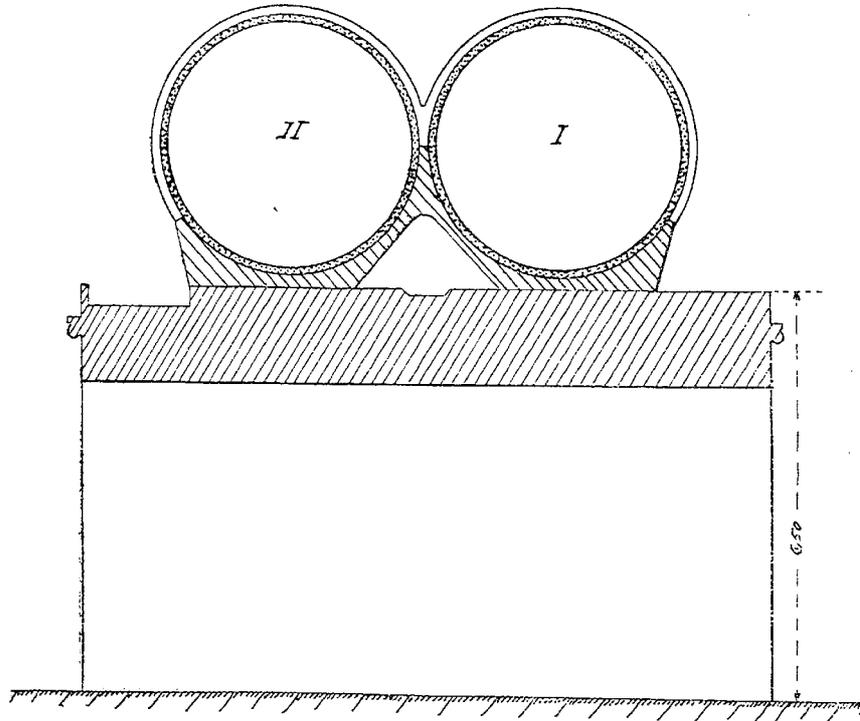


Fig. 62.

intento se dejaron incompletas las camas, quedaban los tubos en la disposición indicada por la figura 62, en la que se ha dibujado la sección completa del puente Sosa para que se pueda apreciar la altura á que tenían que colocarse los operarios, ex-

cerca de los extremos del puente; cuando se ejecutaba la parte central de la cornisa, era más conveniente transportar el hormigón por encima del tubo I y verterlo en el molde por planos inclinados de madera.

Al día siguiente de moldear un trozo de cornisa se podía quitar los moldes y se procedía á enlucir la superficie de aquélla. Dicha capa se desprendía cuando se empleaba cemento lento.

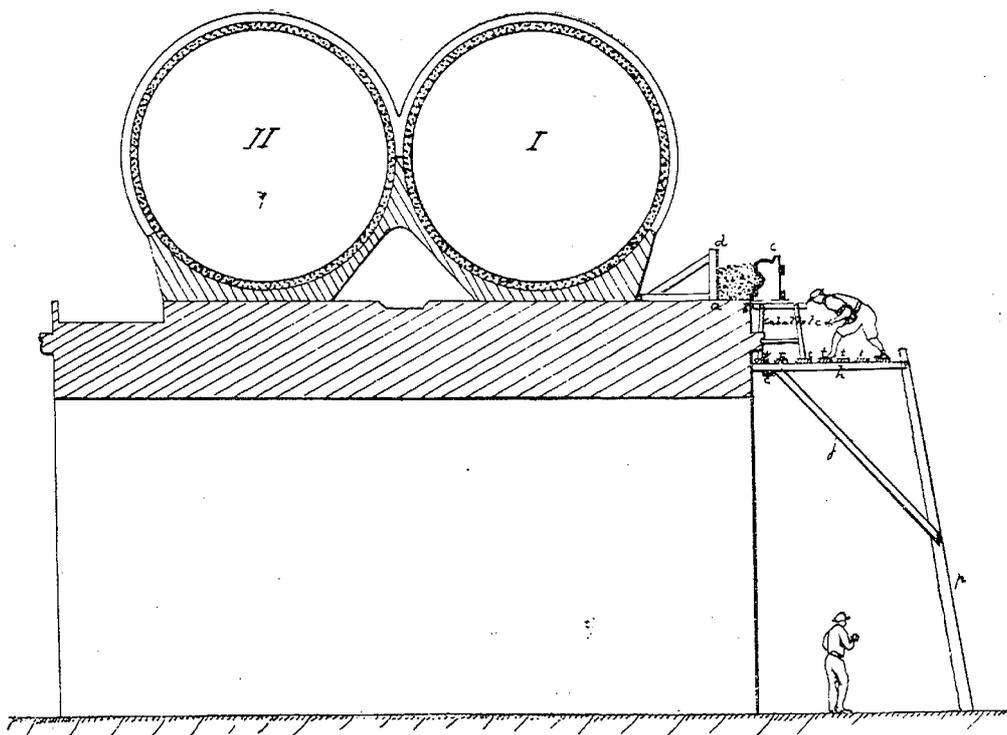


Fig. 63.

aplicando primero contra ella una capa de cemento rápido hasta obtener una superficie lisa, y luego, sobre ésta, un enlucido fino

Una vez bastante dura la parte *a b c d* se procedía á moldear la parte *e d e f*. Al efecto, se colocaba el molde para la par-

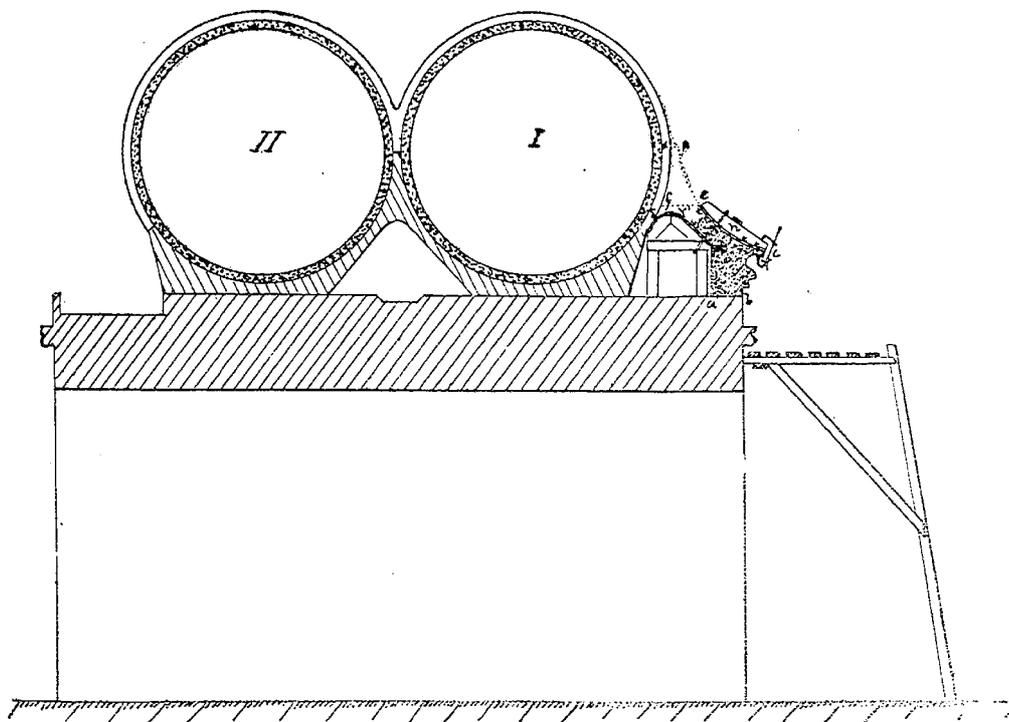


Fig. 64.

de Portland. La aplicación directa del enlucido de Portland no era posible, porque siendo preciso emplear una capa gruesa de enlucido para evitar las desigualdades que presentaba la super-

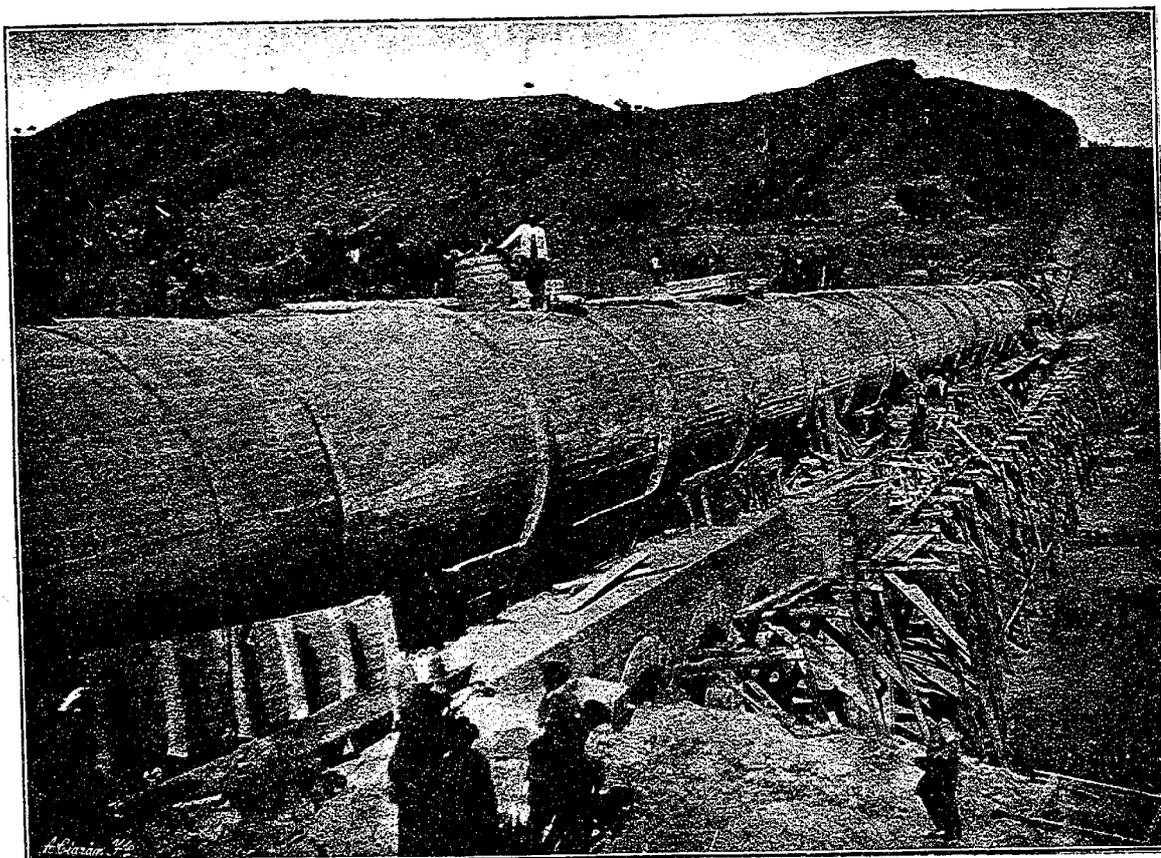
te abovedada de la galería lateral (fig. 64.); se colocaban también dos maestras  $\alpha \beta$  y  $\gamma \delta$  de igual forma que la sección transversal del revestimiento en la parte correspondiente; por último, se

colocaba el tablero exterior formado por tablas *t* y nervios *n* de análoga manera que los tableros para moldear los tubos, el cual se fijaba con barriletes al borde de la cornisa y á las maestras citadas. Para evitar la tendencia de este tablero al deslizamiento y su caída al cauce del Sosa, se ataba al molde de la galería con alambres retorcidos que atravesaban el homigón, quedando embutidos en él.

Asegurado perfectamente el molde de esta parte *c d e f* se lo llenaba de hormigón, vertiendo éste por la parte superior del tubo I, pero sin necesidad de plano inclinado ó canaleta. Este hormigón había que echarlo en el molde con precaución, con objeto de que la parte más saliente ó borde superior de la cornisa resultase bien moldeada á pesar de su pequeño espesor; había que elegir para esta parte extrema el hormigón más fino y más rico en cemento. En el segundo fotografado se indica esta fase de la operación: en él se ven las dos maestras, aplicadas á dos

necesarios para moldear la parte *e f g h*. Estos moldes consistían solamente en un tablero análogo al de la parte inferior, pero más complicado que él en la parte comprendida entre los estribos del puente, porque en dicha parte el revestimiento tiene como moldura un grueso baquetón á la altura del diámetro horizontal del tubo, moldura que no existe fuera de los estribos.

Este tablero terminaba superiormente con el molde de dicho baquetón y se aplicaba contra las maestras citadas anteriormente; pero la fijación del tablero contra las maestras era un problema de difícil solución, pues aquél resultaba casi vertical y no era posible sostenerlo con tornapuntas, porque el cauce del río, único terreno que podría servir de apoyo á éstas, está 8<sup>m</sup>,50 más bajo que el diámetro horizontal del tubo; aunque fuese posible emplear tornapuntas de la longitud necesaria apoyadas contra el cauce del río, no serían eficaces, pues no podría contarse en el extremo de ellas con la resistencia necesaria para



Andamio para la cornisa.

juntas de la tubería, cerca del estribo derecho del puente, el tablero inferior, aplicado contra ellas y los barriletes que fijan dicho tablero al borde de la cornisa.

Las maestras  $\alpha \beta \gamma \delta$  no se aplicaban á los tubos sino á las juntas (véase el citado fotografado); como el revestimiento tiene 0<sup>m</sup>,30 de grueso y las juntas sobresalen 0<sup>m</sup>,15 de los tubos, resulta que aplicando á éstas las maestras se facilita la ejecución de éstas, que necesitan menos saliente.

Las partes *c d e f*, moldeadas como acabo de explicar, forman trozos separados unos de otros por espacios de 0<sup>m</sup>,30; estos espacios tienen por objeto facilitar la extracción de las maestras, evitando que éstas queden embebidas en el hormigón; permiten, además, asegurar perfectamente los tableros á las maestras.

Antes de quitar los moldes de la parte *c d e f*, para lo cual era preciso cortar previamente los alambres, se colocaban los

aplicar el tablero contra las maestras é impedir que se separase de ellas por virtud del enorme empuje del hormigón.

En vista de esto y de que había que sostener también los tableros del cuadrante superior del tubo, lo cual no sería posible conseguir con ninguna clase de tornapuntas, decidí sostener dichos tableros por medio de unas armaduras de madera, colocadas á modo de horquillas, las cuales se detallan en la figura 65. Se componen de un montante *M* colocado verticalmente entre los tubos I y II, un costado inclinado *C* y una pieza horizontal *H* que enlaza las anteriores y se prolonga hacia fuera; la pieza *H* se apoya sobre la parte superior del tubo por medio de un montante *m*; los montantes *M* y *m* sirven de apoyo á la armadura, y para que ésta no tenga tendencia á volcar hacia el cauce del río se distribuyen las escuadrias de modo que la parte próxima al tubo II sea más pesada que la parte exterior.

El tablero para moldear la parte *e f g h*, indicado en la figu-

ra, se conserva aplicado contra las maestras por medio de tacos apoyados contra aquél y clavados contra las piezas *C*. Estas piezas tienden á separarse del tubo abriendo la horquilla que forman con las *M*; para impedirlo se colocan las tornapuntas *t, t'* entre dicha pieza *C* y la prolongación de *H*, y el tirante metálico *t<sub>1</sub>* que enlaza la pieza *C* á la parte media de *H*.

La unión de *M* y *H* se hacía sólida é invariable por medio de un jalcón *j*.

Cada molde tenía de longitud la de los tubos, y para cada uno se necesitaban tres armaduras como la descrita: el 6.º fotogra-

impedia el asiento de la vía; por otra parte, para que esta vía pudiera dar el resultado apetecido era preciso tenderla doble, y no había espacio para ello, porque lo impedían los montantes *M* de las armaduras, pues ellos ocupaban el lugar en que debían colocarse los apoyos para la vía.

Aunque quisieran aprovecharse estos montantes *M* para apoyo de la vía no sería posible organizar un buen servicio para transporte de materiales, porque habría que cambiar frecuentemente los apoyos al pasar de un tubo á otro: por otra parte, el cambio de estos apoyos, teniendo que sostener provisionalmente

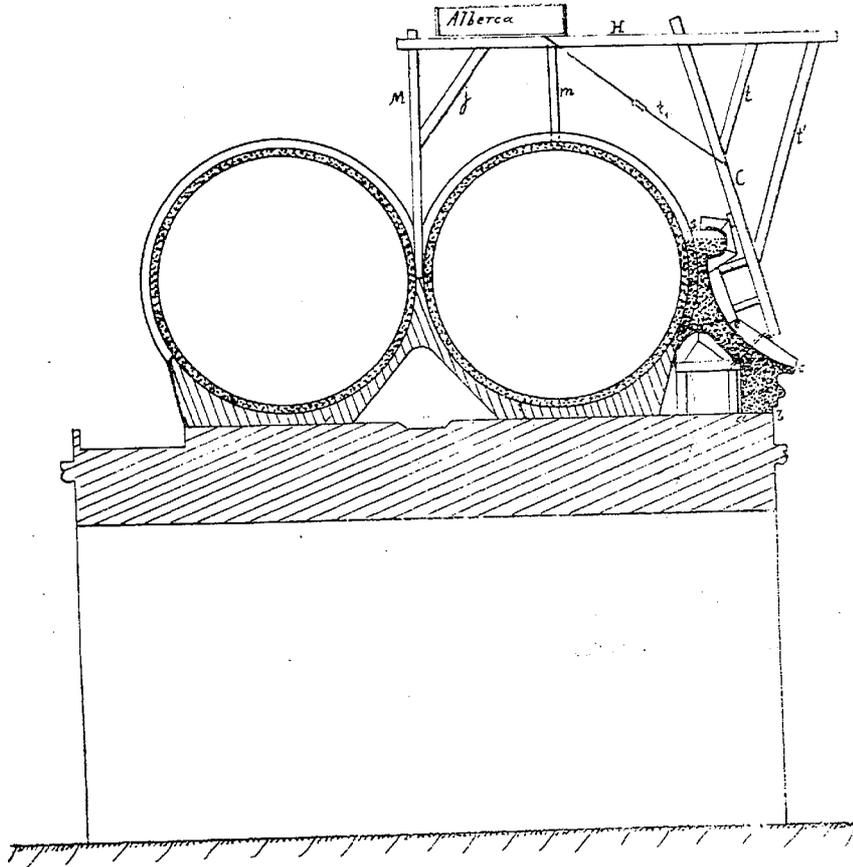


Fig. 65.

ba lo del artículo correspondiente al 1.º de Marzo representa las tres armaduras correspondientes á cada tubo, y en él se ve cómo por medio de dichas armaduras queda sólidamente aplicado contra las maestras el molde de la parte *efgh*.

Una vez asegurado el molde de esta parte de la envolvente, se vertía en él el hormigón. Éste se hacía en albercas colocadas sobre las piezas *H*, resultando esto mucho más conveniente que si se colocaran las albercas sobre los tubos, pues entonces habría que cambiarlas de sitio para moldear la parte superior y allí estorbaban todos los transportes que se hacían por encima de ellos. En cambio, colocando las albercas sobre las armaduras, como se ve en el citado fotografiado, se da á éstas mucha estabilidad, se facilitan los transportes por encima de los tubos y se acelera el relleno de los moldes.

Es casi imposible formarse idea de las dificultades con que había que luchar para hacer este hormigón. Antes de comenzar la ejecución de la envolvente pensaba transportar los ingredientes para hacer el hormigón ó este mismo material, ya hecho, en vagonetas que correrían por una vía colocada sobre el tubo II y sobre unos montantes cortos en la misma situación que los *M* de las armaduras descritas. Pero este pensamiento no pudo realizarse, porque cuando se estaba haciendo la envolvente del tubo I se ejecutaban las juntas de la tubería II y este trabajo

la vía por otros medios, resultaría muy molesto, ocasionando gran retraso en la ejecución de esta parte de la obra.

No siendo posible transportar los materiales del modo indicado, se hubo de hacer este transporte á brazo, llevando aquéllos en sacos á los puntos de empleo. Estos materiales se llevaban mezclados en seco, operación que se hacía á la entrada y á la salida del puente sobre el Sosa, y el transporte en estas condiciones, teniendo que cruzarse sobre la generatriz superior de uno de los tubos los operarios que iban con los que regresaban, sin espacio apenas para sentar sus plantas y con inminente peligro de resbalar y caer al cauce del río, exigía una exquisita prudencia en los movimientos, resultando de aquí una lentitud inevitable que encarecía extraordinariamente dicho transporte.

Llegados los sacos á los sitios de empleo se echaba su contenido en las albercas que se apoyaban sobre las armaduras; sobre éstas se apoyaba también un tablado que servía para sustentar los operarios que batían la mezcla, después de haber adicionado el agua, formando el hormigón. Éste no era tan fluido como el que se empleaba en el moldeo de los tubos, porque el mayor espesor de la parte moldeada y la carencia de armaduras en dicha parte, que es lo que dificultaba en los tubos el paso de la mezcla, facilitaban el empleo de hormigón menos fluido. Á pesar de todo, el grado de fluidez empleado era bastante grande,

produciendo la mezcla dentro de los moldes empujes enormes que, en algunas ocasiones, exigieron el refuerzo de las armaduras *M H C* para contrarrestarlo eficazmente.

El hormigón se vertía en los moldes desde las albercas resbalando por la superficie de los tubos, y así rellena el espacio *e f g h*. Una vez fraguado el hormigón se quitaba el molde de esta parte y el de la inferior, que se había dejado para sostener éste é impedir su descenso en sentido vertical. Pero al quitar el molde, no siempre se desmoldeaba bien el baquetón, rompiéndose la mayor parte de las veces y cayendo al Sosa; para evitarlo tuve que armar dicho baquetón como si fuese un voladizo, con barras horizontales empotradas en el revestimiento, colocadas según el diámetro horizontal de aquél.

Ejecutada la envolvente hasta la parte superior del baquetón, ya estaba moldeada la parte más difícil de aquélla. La parte *g h k l* (fig. 61), entre el baquetón y la parte superior del tubo,

más facilidad porque en ellos era ya poco temible el empuje del hormigón. Una vez fraguado éste, se quitaban los moldes y las armaduras, que se transportan á otro tubo; para quitar estas armaduras, había que retirar primero las albercas y el tablado superior, colocándolos otra vez sobre las armaduras en la nueva posición de éstas.

Una vez desmoldeado un trozo de la envolvente se enlucía la superficie exterior empleando primero, como en la cornisa, un recargo de cemento rápido para matar las desigualdades de la superficie, y luego, sobre él, una capa de enlucido fino de Portland.

Para ejecutar esta operación, que se ve en el 6.º fotograbado del número correspondiente al 1.º de Marzo, se colocaban los albañiles sobre un tablón colgado de unas cuerdas sólidamente fijadas en el espacio comprendido entre los dos tubos. Los albañiles bajaban á dichos andamios colgantes y se retiraban de ellos sirviéndose de unas escalerillas, que también indica el ci-

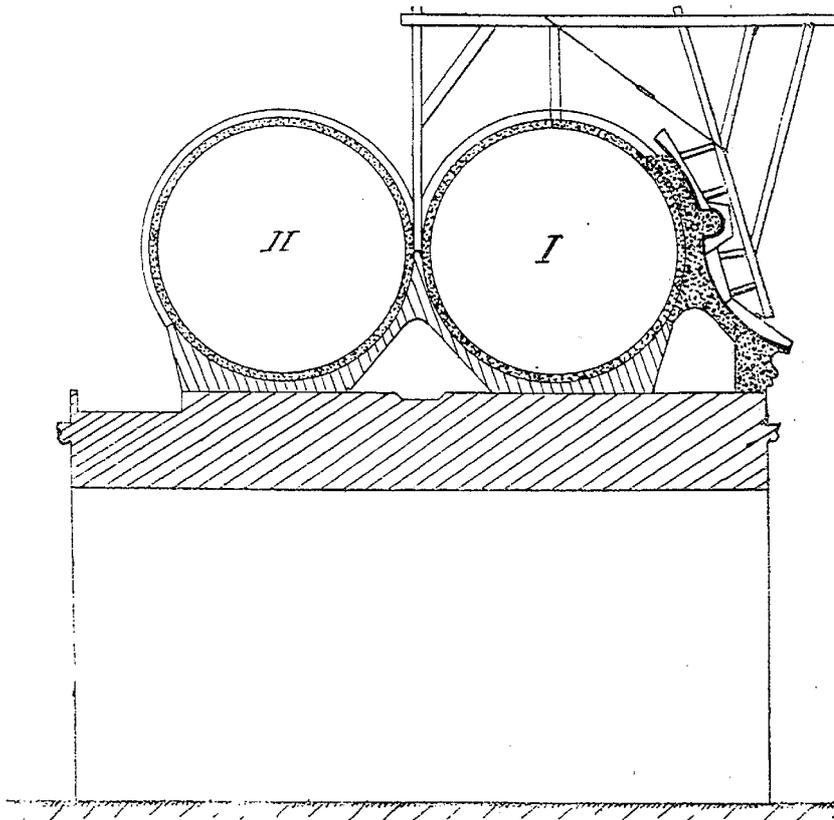


Fig. 66.

se moldeaba con más facilidad. Para ello se colocaban sobre las juntas unas arandelas ó maestras de madera de 0<sup>m</sup>,15 de saliente, análogas á las empleadas para el moldeo de los tubos y de las juntas, aunque distintas de unas y otras por los diámetros de los círculos que servían de bordes á dichas maestras. Si no se apoyasen éstas sobre las juntas, habría que apoyarlas sobre los tubos, y entonces necesitarían 0<sup>m</sup>,30 de saliente y serían de más difícil y costosa ejecución.

Sobre dichas maestras se apoyaban los tableros del molde exterior, pues el molde interior lo constituía el mismo tubo; dichos tableros eran análogos á los empleados para moldear los tubos con la sola diferencia de la curvatura. Para sostener el tablero inferior que se apoyaba sobre el baquetón, entre los estribos, se utilizaban las mismas armaduras *M H C* que conocemos; dicho tablero ó bastidor inferior queda perfectamente aplicado contra las maestras por medio de maderos interpuestos entre los citados bastidores y los costados *C* de las armaduras.

Los otros bastidores superiores al citado, se sujetaban con

tado fotograbado, que terminaban superiormente en curva pliegándose á la forma de los tubos, de los cuales estaban colgadas; para evitar accidentes, y como exceso de precaución, dichas escalerillas estaban atadas por dicho extremo curvo á unas piezas de madera colocadas entre los dos tubos.

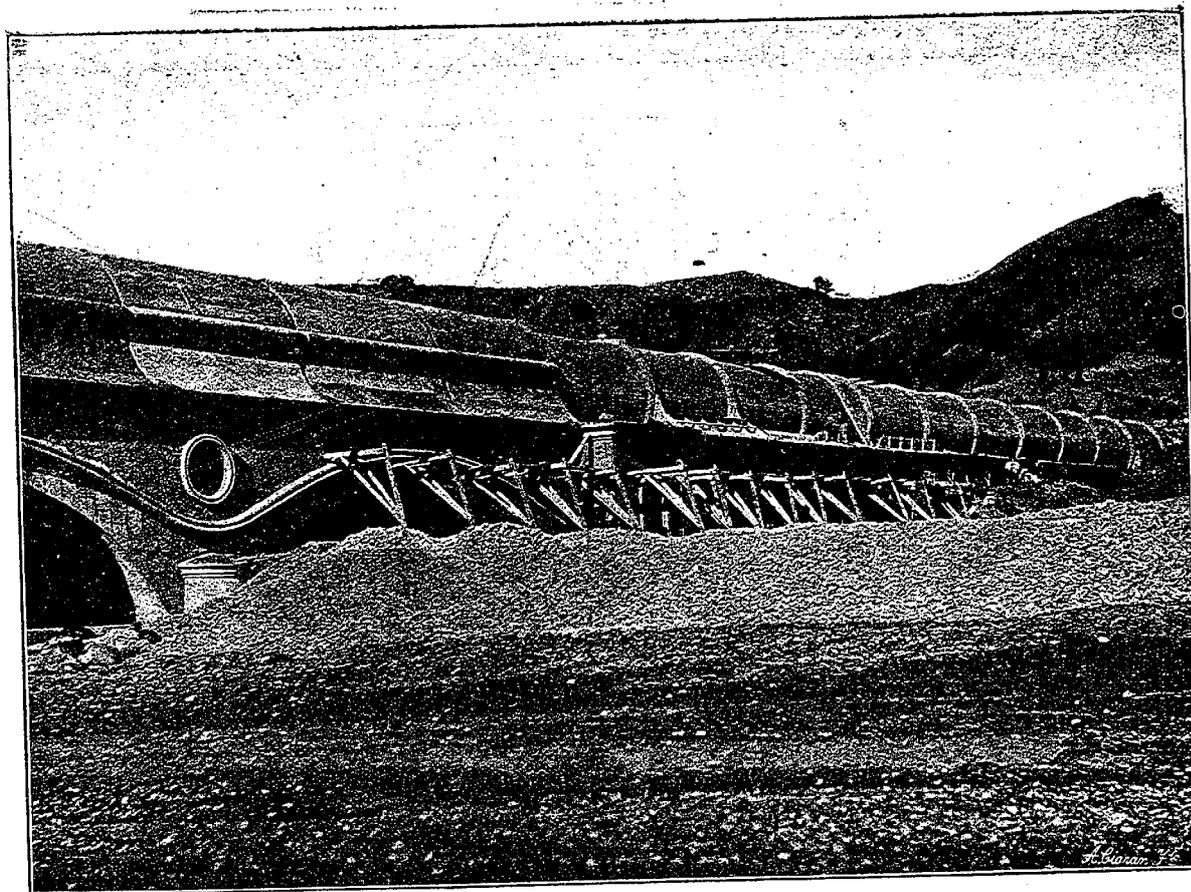
Por dichas escalerillas recibían también los albañiles todos los materiales que necesitaban, arena, cemento, agua y las herramientas. Los peones de servicio de estos albañiles llegaron á tener tal seguridad y precisión en sus movimientos sobre los andamios que recorrían por encima del baquetón todo el puente del Sosa sin que les haya ocurrido ningún accidente.

La parte inferior de la envolvente, próxima á la cornisa, era la más difícil de enlucir porque el andamio colgaba libremente y cualquier movimiento brusco podía ser causa de un accidente, exigiendo esto mayor precaución en los trabajadores; pero la parte superior se enlucía con más facilidad, porque el tablón estaba adosado á la envolvente, no era fácil moverle y los obreros se consideraban más seguros.

Una vez moldeados y enlucidos varios tramos correspondientes á otros tantos tubos, quedaba la envolvente como indica el segundo fotografado en su lado izquierdo; los espacios que separaban los diferentes trozos se moldearon y enlucieron después

Este enlucido no presenta solución de continuidad con el de los tubos y parte de los hierros que lo arman son prolongación de otros hierros que corresponden á la camisa interior del tubo.

Los aros inferiores de la armadura exterior abrazan los ex-



con facilidad, sirviendo de maestras y guías las partes terminadas.

Fuera de los estribos la envolvente no tenía baquetón, facilitándose con esto el moldeo de dichas partes.

Sobre los estribos mismos la envolvente tenía dicha moldura y resultaba muy complicado el moldeo, porque es también complicada la forma que sobre ellos tenía el revestimiento.

Ejecutada la envolvente correspondiente al tubo I en el Sosa, se ejecutó á continuación, y por iguales procedimientos, la del tubo II. Antes de terminar ésta se empezó la envolvente en la parte correspondiente al pontón de Ribabona, que era algo más fácil de moldear por no tener moldura intermedia ó baquetón ni estribos.

*Tubos piezométricos.*—En lo alto de la divisoria que separa el Sosa del Ribabona, la línea de carga pasa muy poco por encima de los tubos, siendo conveniente y económico empalmar á éstos unos tubos piezométricos, especie de válvulas abiertas permanentemente, que facilitan extraordinariamente la expulsión del aire sin comprimirle, y permiten observar en todo momento la variación del nivel de agua.

Estos tubos tienen 2<sup>m</sup>,50 de diámetro y no necesitan más que 2<sup>m</sup>,70 de altura, dejando su borde 0<sup>m</sup>,40 por encima del nivel de agua para evitar la proyección de ésta al exterior.

La armadura de estos tubos es análoga á la de los que constituyen las tuberías I y II, á saber: una camisa de palastro roblonada á la del tubo correspondiente; una armadura exterior de hierros en T, formando aros horizontales, envuelta en hormigón con 8 centímetros de espesor; y un enlucido interior de igual espesor y estructura que la camisa interior de los tubos.

Los aros inferiores de los aros que se interrumpieron al armar el tubo que empalma con el piezométrico.

La figura 67 representa en sección transversal los tubos piezométricos.

Para evitar el acceso al interior de dichos tubos piezométricos y, por tanto, del sifón, están resguardados por una caseta de cemento armado, indicada en la figura citada anteriormente.

*Ventosas.*—Aunque por el trazado del perfil longitudinal de las tuberías es innecesario el establecimiento de ventosas, pues el aire no puede almacenarse en ninguna parte de aquél, se han colocado en cada tubería dos de estos aparatos, situandolos en los tubos 24 y 107, que son los sitios más convenientes para recoger el aire sin esperar á que salga por la boca de entrada del sifón ó por los tubos piezométricos.

Estas ventosas se indican en las figuras 68 y 69; la primera representa el empalme de la tubería con el asiento de la ventosa: este empalme consiste en un corto tubo de 0<sup>m</sup>,60 de diámetro, formado por chapa de palastro de 5 milímetros de espesor y roblonado á la camisa de palastro de la tubería; este tubo termina superiormente en una fuerte arandela horizontal de  $\frac{150 \times 100}{20}$ , cuyo borde exterior tiene 0<sup>m</sup>,85 de diámetro.

La parte inferior de este tubo de empalme, la que está por debajo de la arandela superior, va interiormente recubierta con un enlucido ó camisa interior igual á la de los tubos y en la parte exterior va armada con lienzos en T formando aros horizontales que abrazan los hierros interrumpidos del tubo inferior, y esta armadura va envuelta en hormigón con un espesor de 0<sup>m</sup>,15, igual al de las tuberías.

La figura 69 representa la ventosa propiamente dicha, que se compone de las piezas siguientes: 1.º, una placa atornillada á la arandela anterior, que sirve para reducir á 0<sup>m</sup>,10 el diámetro del empalme, que es de 0<sup>m</sup>,60 con objeto de formar un espacio que sirva para almacenar el aire; 2.º, un tubo en T de 0<sup>m</sup>,10 de calibre que sirve para derivar el aire lateralmente cuando no haya de ascender á la parte superior; 3.º, de una llave A con manivela circular; 4.º, de la ventosa automática propiamente di-

ta, de modo que coincida con el eje vertical de la llave B; de este modo se puede maniobrar esta llave cómodamente.

*Desagües.*—En los puntos más bajos de las ramas del Sosa y del Ribabona lleva cada tubería un desagüe que sirve para vaciarla á voluntad, ya para limpiar su parte interior, ya para hacer las reparaciones necesarias.

Estos desagües consisten en tubos de 0<sup>m</sup>,50 de diámetro, empalmados á las tuberías principales, que conducen el agua á

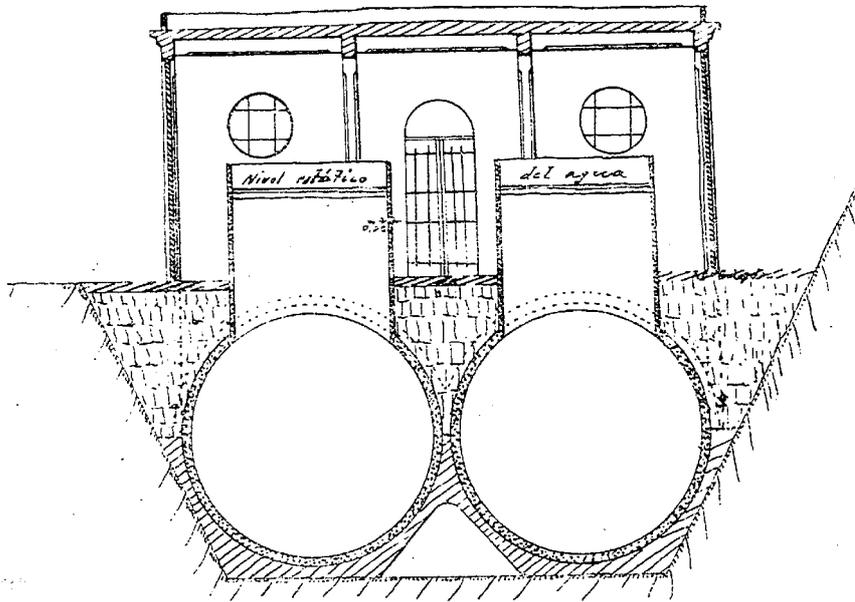


Fig. 67.

cha V; 5.º, de otra llave B de vástago, unida á la derivación de la pieza en T.

La ventosa automática tiene interiormente una esfera hueca de aluminio con un apéndice guiado convenientemente, al cual va unida una válvula cónica que cierra ó abre el agujero para expulsar el aire según que la esfera suba ó baje por la presión del agua ó del aire respectivamente.

Todas estas piezas se enlazan entre sí por tornillos, interpo-

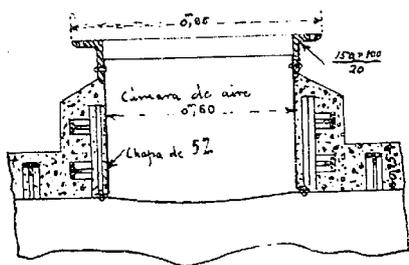


Fig. 68.

niendo entre las bridas arandelas de plomo y acuñando y retacando éstas.

La llave A está abierta normalmente y, cerrándola, permite visitar y limpiar la ventosa automática sin interrumpir el funcionamiento del sifón. La llave B está cerrada normalmente y, abriéndola, permite purgar la tubería del aire almacenado cuando funcione mal la ventosa automática.

Cada ventosa está encerrada en una cámara circular de hormigón armado de 2<sup>m</sup>,00 de diámetro y 2<sup>m</sup>,25 de altura; sus paredes y techo tienen 0<sup>m</sup>,12 de espesor. Se penetra en esta cámara por una puerta circular de 0<sup>m</sup>,75 de diámetro practicada en el techo y cerrada por hojas metálicas; esta puerta está descentrada, teniendo su eje á 0<sup>m</sup>,35 del eje de la cámara ó arque-

sitos convenientes. Como la disposición es diferente en los detalles según que se trate de la rama del Sosa ó de la del Ribabona, describiré separadamente la adoptada en ambos sitios.

La cámara de desagüe del Sosa está en el estribo izquierdo del puente y en su lado de aguas abajo; en dicho estribo se dejaron al construir el puente dos conductos verticales de 0<sup>m</sup>,50 de diámetro que bajan hasta el cimientó y á ellos van á empalmar los tubos de desagüe del sifón. El agua baja por estos conductos hasta el cauce del Sosa, y para impedir las socavaciones que podría haber al chocar la masa de agua con el suelo, se ha hecho por administración un pozo bastante extenso, siempre lleno de agua, la cual amortigua y anula los efectos destructores que podrían producirse al desaguar el sifón.

La figura 70 representa la disposición del desagüe correspondiente á la tubería I; el tubo de desagüe arranca de la parte inferior de aquélla (tubo 49), se dobla por medio de un codo y sigue horizontalmente en 5<sup>m</sup>,50 de longitud hasta llegar á la llave de maniobra; esta llave es de guillotina y de forma aplastada en su cámara superior; se hubo de desechar la forma esférica, propia de las grandes presiones, por escasear el sitio para colocarla, que es muy reducido, aun habiendo adoptado el tipo aplastado; para accionar la llave no se puede emplear sino una palanca que en uno de sus extremos eleva un tala tro para introducir en él el vástago de la llave. Siguen á ésta otro codo y un trozo vertical de 0<sup>m</sup>,85 de altura, que empalma con el agujero que se había dejado en el estribo.

El desagüe de la tubería II es análogo al anterior, está colocado á 4 m. de separación de él en sentido del eje del sifón, en el tubo 50', y sólo difieren ambos en que la parte horizontal de este desagüe es de 1<sup>m</sup>,25. Dicho desagüe se indica de puntos en la figura citada.

Estas tuberías de desagüe, ya he dicho que tienen 0<sup>m</sup>,50 de diámetro interior; su estructura es la siguiente: una camisa de palastro de 3 milímetros de espesor está rodeada exteriormente

por una espiral de hierros de 8 mm. de diámetro enlazados por algunas generatrices de igual diámetro y envuelto todo en una capa de mortero de 6 centímetros de espesor. La camisa de palastro resiste por sí sola, con exceso, los refuerzos á que está

dicho trozo á la camisa de palastro del tubo correspondiente. Los codos están constituidos por anillos de forma adecuada, y todas las juntas están roblonadas y retundidas, cosa posible con este diámetro y que asegura la impermeabilidad.

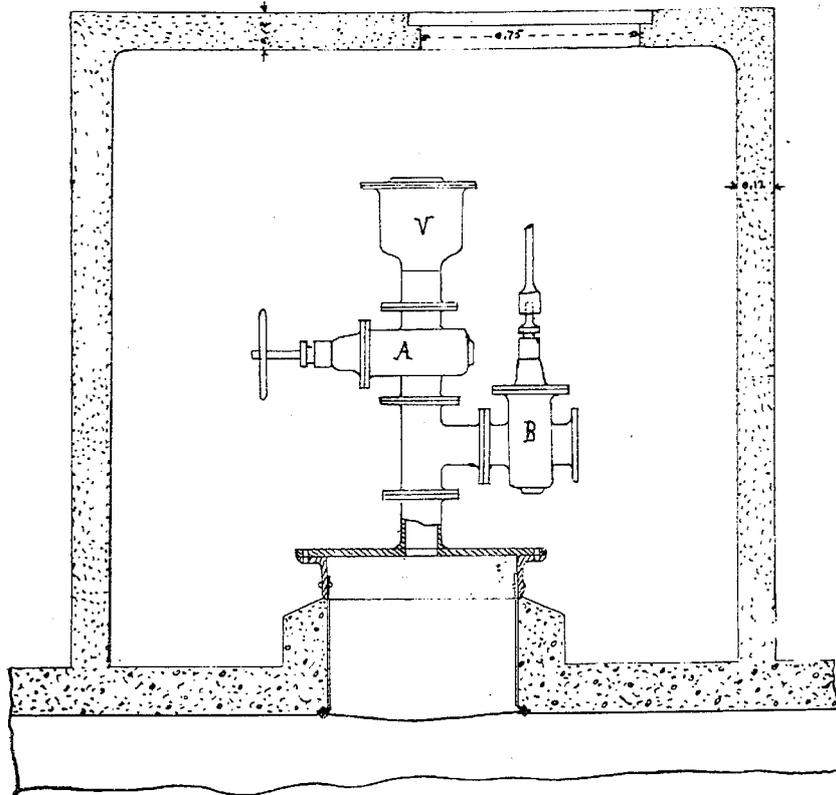


Fig. 69.

sometida la tubería; la capa de mortero no tiene otro objeto que preservarla de la oxidación, y la armadura exterior sirve para contener el mortero, dando un suplemento de resistencia para suplir el desgaste que la camisa de palastro pueda sufrir por

Para empalmar las llaves de maniobra á las tuberías, llevan éstas unas bridas análogas á las de las llaves; estas bridas se roblonan á la camisa de palastro y se hace el empalme con arandelas de plomo, como de ordinario.

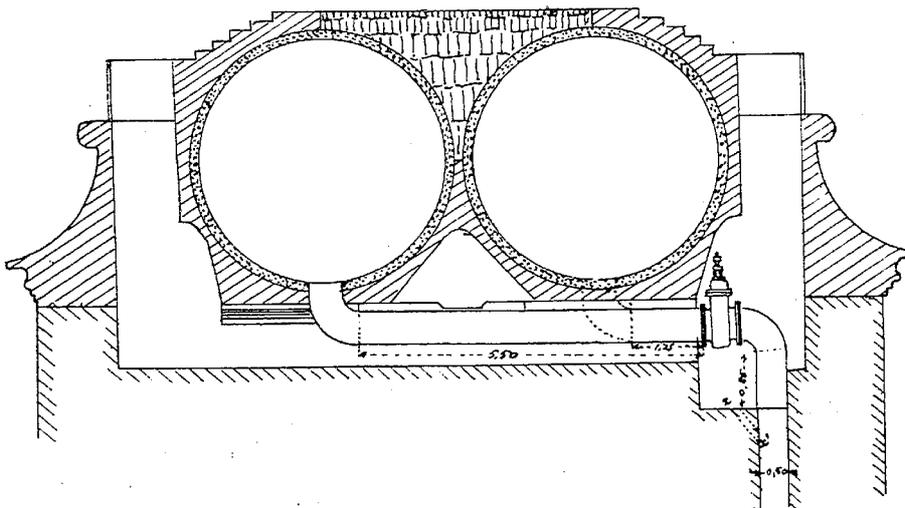


Fig. 70.

oxidación al estar en contacto con el agua, pues esta tubería no lleva camisa interior de mortero.

El primer trozo de esta tubería es vertical y tiene 0m,25 de altura; en su parte superior lleva un reborde que permite coser

La cámara de desagüe de la rama del Ribabona está bajo una de las bóvedas que se hicieron para enlazar la rasante de la explanación con la del pontón, evitando el terraplén que correspondía en aquel sitio. La figura 71 representa la sección por la

clave de la bóveda y en ella se indica la disposición de las tuberías de desagüe.

La tubería de desagüe correspondiente al tubo I se compone de un trozo vertical de 2<sup>m</sup>,15 de altura, cuya camisa de palastro

da de 6<sup>m</sup>,60 de anchura que resguarda los tubos de las influencias directas de los agentes atmosféricos.

Para sanear la parte central de este terraplén impidiendo que se empape con las aguas de lluvia ó con las de filtración de los

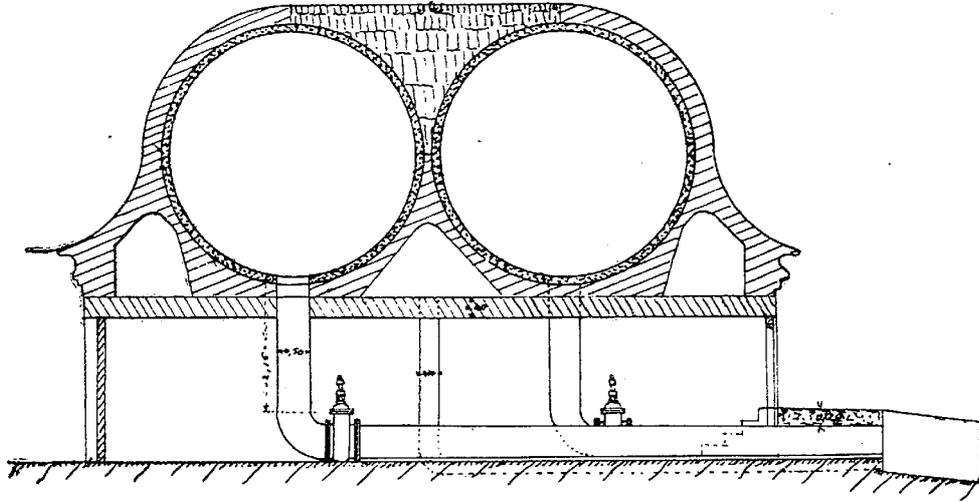


Fig. 71.

se roblona á la camisa de palastro del tubo 130; de un codo; de una llave de guillotina igual á la de los desagües del Sosa, pues aunque aquí el espacio permitía adaptar el tipo de cámara esférica, se ha preferido el tipo aplastado para que todas las llaves fuesen iguales; por último, un trozo recto horizontal de 8<sup>m</sup>,45 conduce el agua á la parte exterior de la cámara, vertiéndola libremente en un cauce artificial, revestido de hormigón, que la conduce al arroyuelo de Ribabona.

El desagüe correspondiente al tubo II no difiere de éste sino en su parte horizontal que sólo tiene 4<sup>m</sup>,50 de longitud. Estos tubos, en la parte exterior á la cámara de desagüe, quedan 0<sup>m</sup>,20 por debajo del suelo.

La rasante de la cámara de desagüe está bastante por debajo del terreno y para bajar á dicha cámara, una vez pasado el umbral de la puerta, hay cuatro escalones. En dicha cámara hay otro tubo vertical de 0<sup>m</sup>,30 de diámetro correspondiendo á la ga-

tubos, se han dispuesto de trecho en trecho agujeros que conducen á la galería triangular que hay entre las camas todas las aguas del seno superior que forman los tubos; estos agujeros tienen 10 centímetros de diámetro y se indican con las letras o o' en la figura.

Todas las aguas que bajan á la galería triangular en la rama del Ribabona llegan por los dos lados, conducidas por dicha galería, al punto más bajo del trazado, que es el desagüe, y salen por el tubo de 0<sup>m</sup>,30 de diámetro al cauce del Ribabona. Las que corresponden á la galería triangular de la rama del Sosa llegan también por dos lados al desagüe y allí corren libremente hasta el empalme de los tubos de desagüe con los agujeros de los estribos, y pasan á ellos por medio de agujeros inclinados  $\alpha \alpha'$  indicados en la figura 70.

*Cabezas de entrada y salida del sifón.*—Estas cabezas no forman parte de la contrata y han sido construidas por administración, habiéndolas proyectado y ejecutado el Sr. Sandino. Doy aquí una ligera noticia de ellas por considerar que de otra suerte quedaría incompleta la descripción del sifón, del cual son dichas obras parte muy importante.

La cabeza de entrada es un depósito excavado en la roca, en el cual el agua tiene una velocidad insensible; el líquido está contenido lateralmente por los muros de revestimiento de la excavación, y normalmente al eje del canal, por un sólido muro con perfil análogo á los muros de presa, apoyado sobre los tubos 1 y 1' del sifón, los cuales parecen arrancar del fondo de dicho muro.

El depósito así formado está dividido en dos partes independientes por un muro divisorio, que está sometido á una carga de agua de más de 8 metros en la parte más baja. Este muro divisorio trabaja á flexión en sentido vertical, y está por la parte inferior empotrado en el suelo, y por la superior perfectamente apoyado por un piso que sirve de cubierta parcial al depósito de referencia, y por una pasarela que sirve para maniobrar las entradas de agua.

El agua penetra en el depósito por cuatro espacios que resultan de dividir en dos cada uno de los dos espacios en que el muro divisorio divide la anchura del canal; esta subdivisión se hace con pilas de perfil análogo al de las presas. En lugar de compuertas para cerrar ó abrir estos pasos de agua, se emplean cierres de viguetas metálicas que tienen sobre aquéllas la ventaja de impedir maniobras bruscas por parte de los operarios, y

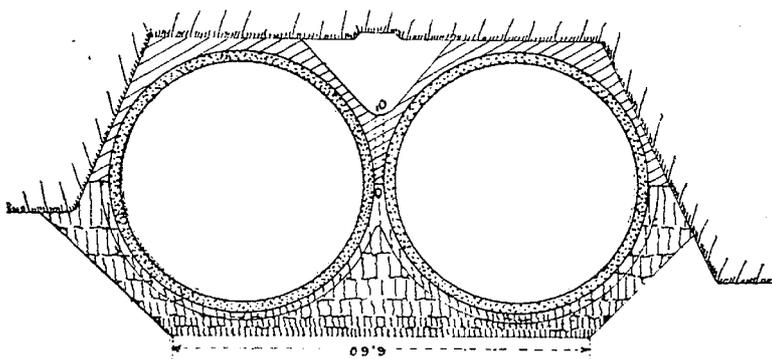


Fig. 72.

lería que forman las camas entre sí, que sirve de desagüe á esta galería; las aguas de este tubo van á una cuneta cubierta con losas que hay bajo la rasante de la cámara, y esta cuneta las vierte también en el cauce artificial citado.

*Terrapién.*—Ya se ha visto que sobre las obras de fábrica se recubre con terrapién la parte central superior de los tubos y que los costados se tapan con hormigón moldeado. En el resto del sifón se recubren los tubos por completo con terrapién como indica la figura 72, formando así á lo largo de aquél una calza-

la de poder regular á voluntad la entrada de agua en el sifón.

La cabeza de salida es análoga á la de entrada, y nada cabe añadir á lo dicho para dar idea de ella.

Con esto queda terminada la descripción del sifón del Sosa. En el artículo siguiente daré cuenta de las pruebas á que ha sido sometida la obra, de los resultados obtenidos con ella, y de las consideraciones que en vista de todo pueden servir de guía para proyectar en lo sucesivo conductos forzados de hormigón armado.

MARIANO LUIÑA.

Julio 1906.

## CONSTRUCCION SOBRE EL TERRENO

### DE LAS CANALIZACIONES DE CEMENTO

El *Engineering Record* del 30 de Marzo describe un procedimiento de construcción sobre el terreno en que han de establecerse, de los tubos de cemento, muy empleado en América y que ha imaginado M. E. Ransonce.

Este procedimiento tiene la ventaja de reducir notablemente los gastos de fabricación de estos tubos y permite hacer conductos de gran longitud, de varios kilómetros muchas veces, de una sola pieza sin junta alguna.

El aparato empleado para construir estos tubos se compone de un molde hueco de palastro de acero, cilíndrico por detrás y terminado en forma de cuero por delante, que sirve para dar al tubo su forma exterior, y de un núcleo igualmente de palastro, cerrado por delante, que se aloja en el interior del molde, que deja entre ambos un espacio libre del mismo espesor que las paredes del tubo que se desea fabricar.

En el interior de la parte delantera del molde exterior se encuentra el eje horizontal del pequeño tambor de un torno accionado por un trinquete, la palanca está enlazada por una biela articulada á un punto convenientemente escogido de esta palanca y al núcleo lleno antes citado.

Para servirse del aparato, se hace pasar sobre el tambor del torno la extremidad de un cable, cuya otra extremidad va sujeta á un piquete hincado en la tierra, y se introduce al mortero de cemento entre el núcleo y el molde exterior; ambos han de estar perfectamente alisados, interiormente el uno y exteriormente el otro, y el agua para amasar el mortero ha de estar en la cantidad justa y suficiente para obtener una materia, que, aunque plástica, sea bastante consistente para que el tubo no se deforme cuando las dos partes del molde sean retiradas.

Tan luego como el espacio libre entre el molde y su núcleo se rellena de mortero, se hace maniobrar la palanca de trinquete de atrás á adelante, lo que hace que salga fuera del molde el núcleo, dejando la parte exterior en el sitio en que se encuentra; después se hace avanzar esta parte sola, en el mismo sentido en que marchó el núcleo, moviendo la palanca de adelante á atrás. El tambor del pequeño torno, se encuentra, en efecto, arrastrado por el trinquete y arrolla una cierta longitud del cable de tracción; un eje se mueve entonces arrastrando el molde exterior; pero como este movimiento tiene al mismo tiempo por efecto llevar el núcleo hacia atrás, introduciéndole en el interior del molde, resulta, en realidad, de este doble movimiento de la palanca, que el núcleo permanece inmóvil en el interior del tubo de cemento, en tanto que éste se fabrica.

Cuando el doble movimiento de la palanca ha terminado, el intervalo entre el molde y el núcleo se encuentra de nuevo en parte libre, se le rellena de mortero, el cual viene á soldarse á la parte ya terminada del tubo y le continúa. Las mismas operaciones se realizan á continuación.

Cuando el tubo sale del molde, se encuentra aún sin gran resistencia, porque el fraguado necesita más tiempo, pero presen-

ta, sin embargo, la suficiente para no deformarse por su propio peso.

Para facilitar un ulterior endurecimiento y protegerle en tanto que el cemento no haya fraguado por completo, se le recubre con un poco de tierra tan pronto como se quite el aparato.

Este permite construir partes en curva de grandes radios.

La operación exige la presencia de seis obreros y un capataz. Uno de estos obreros se encarga de la maniobra lenta de la palanca, el segundo de rellenar de mortero el molde por medio de un pequeño espetón, en tanto que el tercero va echando la tierra sobre la parte concluida. Los tres obreros restantes preparan el mortero y lo llevan á los que trabajan en el fondo del desmante.

En ciertas condiciones, particularmente favorables, estos seis obreros pueden confeccionar en una jornada de diez horas hasta 180 metros de tubo; por término medio no debe contarse con una producción diaria mayor de 90 metros.

En las numerosas aplicaciones prácticas que se han hecho de este procedimiento, no parece haberse obtenido desperfectos; á la salida del molde, los tubos tienen suficiente resistencia para no romperse por su propio peso; esto sólo puede ocurrir cuando caigan sobre ellos cuerpos pesados, piedras, útiles, etc.

Por otra parte, los empalmes con ramificaciones laterales son igualmente fáciles de realizar: se corta á este efecto en la pared del tubo todavía fresca, y antes que salga del molde, un disco de las dimensiones convenientes, donde se introduce la extremidad del ramal, y se hace entre los dos tubos y con mortero, una junta perfectamente impermeable, que resulta después del fraguado de una gran solidez.—O.

### MANERA DE EVITAR LAS EFLORESCENCIAS EN LOS ENLUCIDOS DE CEMENTO

Un estudio sobre esta cuestión ha publicado M. Mario Bassetti en *Il Cemento*, de Enero y Febrero.

El autor estudia las causas de la eflorescencia, que son: la presencia de productos solubles en el cemento después del fraguado, el exceso de agua en el momento del amasado, que favorece la formación de pequeñas cavidades, y, por consecuencia, las atracciones capilares, las variaciones bruscas de temperatura á las cuales el cemento está sometido en los primeros tiempos que siguen al fraguado, y, finalmente, la negligencia en el trabajo de ejecución, que puede dar un enlucido poco uniforme.

El autor cita las experiencias de M. Johnston, y manifiesta que las eflorescencias están compuestas en su mayor parte de sales alcalinas, sobre todo carbonatos, y de sulfato de cal.

Un buen procedimiento para evitar casi completamente estas eflorescencias, consiste en lavar el cemento antes de su empleo; se eliminan así la mayor parte de los productos solubles y de los productos ligeros, que forman una especie de espuma sobre la superficie; esta espuma que representa solamente 1 por 100 del peso empleado, encierra sobre todo partes sin cocer y sulfato de cal.

Este método da un amasado muy claro, lo que se traduce por una disminución de la resistencia del cemento, después del fraguado; la disminución es menos sensible si el cemento está mezclado con arena  $\frac{1}{4}$  próximamente después de siete días para el mortero normal, pero va siendo menor con el tiempo.

El autor recomienda en todos los casos el lavado de la arena para el mortero, así como el del enlucido, y repetidas veces, á gran volumen de agua.

Para quitar una eflorescencia ya producida, se hace un barrido rápido con una disolución compuesta de tres partes de agua y una de ácido clorhídrico comercial, seguido de un riego abundante.

Cuando se trata de productos moldeados bajo fuerte presión y con muy poco agua, el fraguado debe de hacerse muy lenta-