

ter las piezas así trabajadas á un recocido para destruir las tensiones intermoleculares, á las cuales haya podido dar lugar el enfriamiento.

Las uniones en las construcciones de acero no presentan particularidad alguna, discutiéndose tan solo si deben los roblones ser de hierro ó de metal fundido. El trabajo en caliente tiene el inconveniente antes señalado, y como el acero es metal poco sudante, se han abandonado los roblones de acero, aunque en ciertas forjas se han llegado á fabricar barras redondas de metal fundido extradulce, que tienen la cualidad de ser soldantes y muy maleables, metal caracterizado por una resistencia á la rotura de 38 kilogramos, con alargamiento del 28 al 30 por 100 medido en una barra de 100 milímetros. El empleo de este metal ha dado buenos resultados; pero conviene observar que se obtiene un hierro especial de roblones que satisface casi á las mismas exigencias.

En este punto las opiniones están muy divididas.

En cuanto á la manera de efectuar el roblonado, es sabido que si se hace á máquina se tienen más garantías de bondad que con el roblonado á mano, y por tanto, se debe acudir á las máquinas, lo mismo en el taller que en el montaje. Además, en el caso del acero es mucho más preferible, porque siendo más rápida la operación se puede terminar á una temperatura conveniente.

Por lo que hace al montaje nada hay que añadir respecto al de una obra de hierro, sino la necesidad de que el ajuste sea más perfecto.

(Se continuará.)

LUIS CANALEJAS.

## PROYECTO DE SANEAMIENTO GENERAL DE VALLADOLID

REDACTADO EN VIRTUD DE ORDEN DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO

POR D. RECAREDO DE UHACÓN

Ingeniero primero del Cuerpo Nacional de Caminos, Canales y Puertos.

(Continuación.)

Los 4.634 metros lineales de colectores que habría que ejecutar utilizando el cauce de los Esguevas, creemos, dada la dificultad de la obra, que apenas podrían construirse por 150 pesetas metro lineal, é importarian:

4.634 metros lineales á pesetas 150. . . . .	Pesetas	695.100
añadiendo el importe de la expropiación de la fuerza de los artefactos de Silió y Alegre, valorada según luego veremos en. . . . .	Pesetas	390.200

dan para coste total de estos colectores. . . . Pesetas 1.085.300

Los sistemas D y G que reemplazan, valen:

## SISTEMA D.

421	metros lineales de	0,28 á	Pesetas 8,84	Pesetas	3.721,64
33	id. id. de	0,45 á	» 10,27	»	338,91
237	id. id. de	0,55 á	» 14,09	»	3.339,33
64	id. id. de	0,65 á	» 18,91	»	1.210,24
142	id. id. de	0,75 á	» 23,92	»	3.396,64
50	id. id. de	0,90 á	» 28,17	»	1.408,50
941,5	id. id. de	galería			
	ovoide. . . . .	á	» 55,93	»	52.661,09

## SISTEMA G.

216	metros lineales de	0,22 á	» 6,45	»	1.393,20
93	id. id. de	0,45 á	» 10,27	»	955,11
156	id. id. de	0,65 á	» 18,91	»	2.949,96
286	id. id. de	0,75 á	» 23,92	»	6.841,12
1291	id. id. de	galería			
	ovoide. . . . .	á	» 55,93	»	72.205,63
	Importe de los colectores. . . . .		Pesetas	150.421,37	
	Añadiendo el importe de la desviación. . . . .		»	769.415,21	

resulta el coste de la obra que proponemos, de. . . » 919.836,58  
es decir, más económico que el de los colectores por los Esguevas.

En esta comparación hemos prescindido del importe del movimiento de tierras; pero es claro que éste sería mucho más difícil y costoso dentro del cauce del Esgueva, y vendría á confirmar el resultado de ella.

Nos hemos extendido en probar cuán inconveniente sería el llevar los colectores por el cauce actual de los Esguevas, porque existe en Valladolid la creencia de que sirven para tal objeto, y que pueden utilizarse oxigiendo para ello sólo obras de reducida importancia.

Demostrada la conveniencia de la desviación desde todos los puntos de vista, vamos á describir y justificar las disposiciones del proyecto.

## DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRAZADO DE LA DESVIACIÓN

El terreno que ha de cruzarse presenta tan pocos accidentes, que la traza de la desviación puede llevarse indistintamente por uno ú otro paraje.

Atendida la circunstancia de no ser probable que la población actual se extienda por el Norte, se ha llevado la traza aprovechando los puntos bajos del terreno y reduciendo cuanto ha sido posible su longitud.

En el plano núm. 114 se señala el trazado en planta, que arranca del ojo

del puente del ferrocarril del Norte, sobre el brazo Sur, y sigue normal á aquél y en recta de 64,48 metros.

Continúa hacia el Norte en curva de 100 metros de radio y 121,08 metros de longitud, cortando luego la huerta de Gamboa y el cauce del brazo Norte en recta de 507,75 metros, é inclinándose hacia el Oeste por medio de una alimentación recta de 695,09 metros que una curva de 100 metros de radio y 58,32 de desarrollo une á la anterior, cruza las carreteras de Valladolid á Tórtoles, la del Cementerio y la de Valladolid á Santander.

Vuelve la traza á inclinarse hacia el Norte, llegando al Pisuega, en el punto llamado lavadero de Linares, por medio de una alineación recta de 507,19 metros, unida á la anterior con una curva de 1.000 metros de radio y 116,06 metros de desarrollo.

Se desprende de esta ligera descripción, que el trazado se ciñe al contorno de la población por esta parte.

En perfil se lleva toda la traza en lo posible en desmorte para evitar los graves inconvenientes que presentaría un cauce de tan considerable volumen de agua apoyado en terraplén.

Se adopta la rasante general de 0,0004, que además de consentir una velocidad en el líquido, suficiente al arrastre de las arcillas y demás materias que pueda traer en suspensión, permite ceñir las excavaciones al terreno natural y evita perder altura sobre el Pisuega, circunstancia muy de tener en cuenta como luego indicaremos.

Presenta el terreno al Norte del brazo del Esgueva que alimenta la fábrica de Garaizábal una depresión notable, y esta circunstancia se aprovecha para introducir en la rasante del nuevo cauce un salto de 1,00 metro, antes del encuentro con aquel brazo, con lo cual se consigue pasar la desviación del brazo Sur por bajo del del Norte, dejando éste subsistente, y evitándose así la expropiación de la fuerza completa del artefacto del señor Garaizábal, que puede seguir aprovechando las aguas del cauce Norte con una ligera modificación en sus receptores.

Las aguas de este cauce, después de servir al indicado artefacto, se unirán con el cauce de la desviación que antes describimos, para lo cual se abrirá otro nuevo.

El salto de 1,00 metro en la rasante permite también cruzar con facilidad las carreteras de Tórtoles, del Cementerio y de Santander, sin exigir desmontes considerables.

#### CÁLCULO DE LAS SECCIONES. RÉGIMEN HIDRÁULICO DE LA DESVIACIÓN

En la primera parte indicamos que el brazo Sur del Esgueva presenta crecidas que arrastran un volumen de agua de 18 metros cúbicos por se-

gundo, y claro es que á este volumen debe sujetarse la capacidad del nuevo cauce en sus primeros tramos.

Para facilidad en la ejecución de las obras adoptaremos una sección trapezoidal con taludes inclinados al 1,5 de base por 1 de altura, que responde bien á la inclinación perfectamente estable del terreno.

Fijaremos la altura de la lámina de agua en 2,00 metros, que sin ser excesiva, presenta para el mismo ancho de solera en la caja la ventaja sobre otra menor de aumentar el radio medio y disminuir el valor del coeficiente  $A$  en la fórmula de Bazin, circunstancias ambas que contribuyen al aumento de la velocidad  $V$ .

Finalmente, adoptaremos una sección revestida, tanto para disminuir rozamientos y con ello el volumen de las excavaciones y el depósito de materiales en la caja, como para impedir la vegetación en ella, que es por todos conceptos perjudicial.

Aplicando la fórmula de Bazin  $\frac{RI}{V^2} = A$ , tan exacta como la más moderna de Ganguillet y Kutter para estas circunstancias, al caso de paredes lisas, y siendo  $I = 0,0004$ , se deduce por tanteos, que basta una sección de 3,00 metros de anchura en la solera, puesto que entonces

$$\Omega = 12,00$$

$$\chi = 10,2$$

$$R = \frac{\Omega}{\chi} = 1,18. \quad A = 0,000201. \quad I = 0,0004$$

$$V^2 = \frac{RI}{A} = 2,35 \quad \text{y} \quad V = 1,53$$

y por lo tanto:

$$Q = \Omega \times V = 12,0 \times 1,53 = 18,36 \text{ metros cúbicos;}$$

volumen aproximadamente igual al de las crecidas del brazo Sur.

Adoptaremos, pues, esta sección en la primera parte del nuevo cauce, es decir, antes de su empalme con el del Norte.

Arrancando la desviación que estudiamos del eje del puente del ferrocarril del Norte sobre el brazo Sur, cuyo puente tiene tres arcos de 5 metros de luz cada uno, es indispensable adoptar una disposición conveniente para pasar de la sección de desagüe que procura el puente á la normal que hemos deducido.

Conseguiremos este resultado dando al nuevo cauce una forma abocinada, que empezando bajo el puente citado con un ancho en la lámina de agua de 17 metros (tres arcos de 5 metros y dos pilas de 1 metro), termine á los 185,56 metros de su origen, es decir, en la tangente de salida de la

curva núm. 2, en la sección normal, con 9 metros de ancho en la lámina de agua.

La ordenada de la superficie del agua en las crecidas, en el puente del ferrocarril es 693,57, y fijaremos la de la lámina de agua á la entrada de la sección normal en 693,49, suponiendo en la superficie del agua una pendiente también de 0,0004.

La solera del nuevo cauce á la entrada de la sección normal tendrá 691,49 de cota, y como la del encachado del puente es de 692,91, uniremos ambos puntos por una rasante uniforme cuya pendiente será 0,0076 metros.

El movimiento del agua en este tramo no resultará uniforme, pero sí permanente.

Veamos ahora si los supuestos de que hemos partido se realizan, es decir, si la superficie del agua en este tramo se aproxima al plano horizontal con pendiente uniforme de 0,0004.

El movimiento permanente entre la sección del puente y la normal ocasionará un pequeño remanso.

La superficie del liquido afectará entre ambas secciones una forma convexa al exterior.

Calculemos la altura de la lámina de agua en la sección media por la fórmula del movimiento permanente

$$Z = \frac{Q^2}{2g} \left( \frac{1}{\Omega^2} - \frac{1}{\Omega_0^2} \right) + A Q^2 \left( \frac{\chi}{\Omega^3} + \frac{\chi_0}{\Omega_0^3} \right) \frac{l}{2}$$

en la que  $\Omega$ ,  $\Omega_0 \cdot \chi \cdot \chi_0 \cdot A$ ,  $Q$  y  $g$  tienen la significación acostumbrada,  $l$  es la distancia entre las dos secciones  $\Omega$  y  $\Omega_0$ , y  $Z$  la diferencia de nivel de la superficie líquida entre ambas.

En la sección media, si el agua en su superficie siguiera la pendiente uniforme de 0,0004, adquiriría una altura de 1,41 metro, teniendo la sección 13 metros de anchura en la lámina de agua (media entre 17 y 9), y 8,77 de ancho en la solera (ancho de la lámina de agua disminuido en lo correspondiente á los taludes de  $1,5 \times 1$  y 1,41 de altura), y resultaría

$$\Omega = 15,34, \chi = 13,85, R = 1,11 \text{ y } A = 0,000202.$$

Poniendo en vez de  $\Omega_0$  y  $\chi_0$  los valores correspondientes á la sección normal, y siendo  $Q = 18$  y  $l = 92,78$  se deduce:

$$Z = 0,074.$$

Como hemos partido del supuesto de ser la pendiente de la superficie líquida uniforme y de 0,0004, la diferencia debería ser sólo de

$$92,78 \times 0,0004 = 0,04.$$

Hay, pues, un aumento de altura de

$$0,074 - 0,04 = 0,03$$

y la verdadera profundidad de agua en la sección media será

$$y = 1,41 + 0,03 = 1,44.$$

Para cerciorarnos de la exactitud de estos cálculos, volvamos á deducir el valor de Z con la nueva altura de agua corregida en la sección media.

Serán entonces:  $\Omega = 15,74 - \gamma = 13,95 - R = 1,14 - A = 0,000202$

$$\text{deduciéndose } Z = 0,076,$$

valor que se diferencia del anterior en sólo 2 milímetros.

Por lo tanto, la altura de agua en la sección media será de 1,44 á 1,45, produciéndose un remanso de 3 á 4 centímetros, completamente insignificante.

Pueden, pues, adoptarse sin inconveniente alguno para el régimen hidráulico de la desviación, las disposiciones indicadas para pasar de la sección bajo el puente del ferrocarril á la normal, tanto por lo que toca á la forma de la sección como á la rasante del fondo.

Desde la tangente de salida de la curva núm. 2 hasta el perfil núm. 21, continúa el nuevo cauce con la sección normal ya deducida.

En este perfil la rasante presenta un salto de 1,00 metro, y pasa, según hemos indicado, el nuevo cauce de la desviación por bajo del del Esgueva Norte por medio de un acueducto.

Pasado éste, la sección vuelve á ser la normal, con una altura de lámina de agua de 2,00 metros.

Veamos qué dimensiones deben darse al acueducto para el desagüe de los 18 metros cúbicos que las crecidas pueden aportar.

La salida de agua por el acueducto puede equipararse á la que procura una abertura con una carga de 1,00 metro, y suponiendo un coeficiente de contracción de 0,60, la sección necesaria vendrá dada por lá fórmula

$$18 = 0,60 \Omega \sqrt{2gh} \text{ de donde } \Omega = 6,77 \text{ metros cuadrados.}$$

Para evitar estrechamientos adoptaremos una sección de 4 metros de anchura, cubierta con una bóveda rebajada al  $\frac{1}{5}$  cuyo intrados quede á la altura máxima de 2,00 metros sobre la solera, con objeto de que encima de la bóveda quede suficiente espesor para contrarrestar la presión del agua.

La sección del acueducto estará así compuesta:

de un rectángulo de $4 \times 1,20 =$ . . . . .	4,80 m <sup>2</sup>
y de un segmento de 0,80 de flecha y 2,90 de radio, cuya área es. . . . .	2,73 m <sup>2</sup>

En total. . . . .	7,53 m <sup>2</sup>
-------------------	---------------------

suficiente con holgura para dar paso al agua de las crecidas.

En el perfil núm. 31, empalma con el cauce general de la desviación el que desagua al ramal del Norte, después de haberse utilizado de sus aguas el artefacto del Sr. Garaizábal.

Este ramal puede, según indicamos en la primera parte de la Memoria, traer un volumen de agua de 6,00 metros cúbicos por segundo; por lo tanto desde el perfil citado, el nuevo cauce deberá ser capaz para el volumen de los 24 metros cúbicos que en las crecidas traen los dos brazos de los Esguevas.

Por las razones antes expuestas, adoptaremos la sección trapezoidal revestida con taludes inclinados al 1,5 de base por 1 de altura, una profundidad de agua de 2,00 metros y la pendiente de 0<sup>m</sup>,0004 general de la desviación.

Aplicando la fórmula de Bazín, deduciremos por tanteos que la sección debe tener un ancho de 4,50 metros en la solera. En efecto, entonces

$$\Omega = 15,00 - \chi = 11,70 - R = 1,28 - A = 0,000200 \text{ (paredes lisas)}$$

$$\text{y } V^2 = \frac{RI}{A} = 2,56 - V = 1,60 - Q = \Omega \times V = 24,000 \text{ metros cúbicos.}$$

Esta sección continuará hasta el desagüe de la desviación en el Pisuerga.

Reasumiendo; las secciones del nuevo cauce serán:

Desde el origen hasta la tangente de salida de la curva núm. 2, variable, estrechando la solera de una manera regular desde el ancho de 17 metros que tiene el puente con sus pilas, hasta el de tres metros que presenta la sección normal de la primera parte del cauce.

Esta sección normal se empleará, desde la tangente de salida de la curva núm. 2, hasta el perfil núm. 21, y desde el perfil núm. 23 hasta el núm. 29 más 11,45 metros.

La segunda sección normal, de 4,50 metros de ancho en la solera, se ejecutará desde el perfil núm. 31 hasta el final.

Entre los perfiles núms. 21 y 23 se construirá el acueducto bajo el Esgueva Norte, y entre el núm. 29 + 11,45 y el núm. 31, la obra para empalmar el nuevo cauce de desagüe de este brazo del que vamos á ocuparnos.

(Se continuará.)