

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.

El puente Wilson, sobre el Ródano, en Lyon.

El 14 de Julio último se ha inaugurado este puente, á cuya descripción dedica el Ingeniero de Artes y Manufacturas, monsieur A. Dumas, un extenso artículo publicado en *Le Génie Civil*, artículo que extractamos en esta nota..

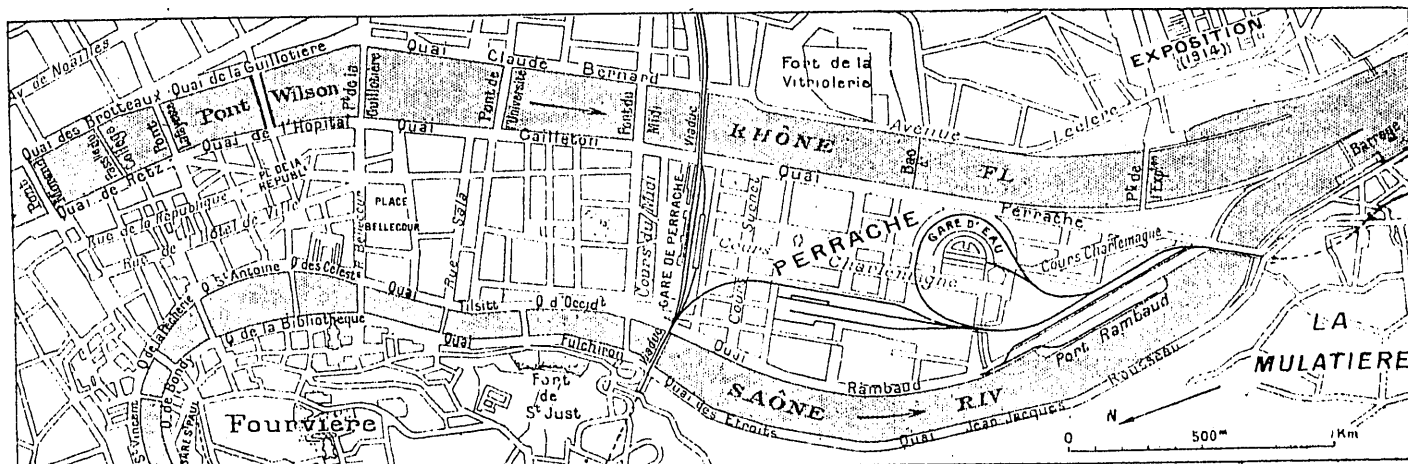
Después de una sucinta relación de los puentes que existen en la ciudad de Lyon, y cuya posición se indica en la figura 1.^a, pasa el autor á describir el puente Wilson, que es un puente del sistema ideado por M. Sejourné, que consiste en reemplazar las bóvedas en la parte central del puente, considerado en su sentido longitudinal, por una baldosa de cemento armado. En otros términos, este tipo de puente lleva, para cada arco, dos anillos ó bóvedas independientes, pero descansando sobre las mismas pilas ó estribos, soportando en su parte superior una baldosa de ce-

uno de los tramos de orilla, 69 al tramo central y 4,50 al espesor de cada una de las dos pilas (fig. 4^a).

La anchura de este puente entre barandillas era de 7,10 metros, ó sea una calzada de 4,50 metros y dos aceras de 1,30 cada una. Las pilas eran de mampostería y la suspensión estaba constituida por cuatro cables de cada lado, compuestos cada uno de 240 alambres núm. 18. Las amarraes de las orillas, de hierro forjado, estaban incrustadas en la mampostería; era, pues, imposible verificar su estado de conservación, lo que constituía un peligro para la seguridad.

Por otra parte, desde 1894, el Consejo Municipal, reconociendo que este puente no podía bastar para servir á la circulación que aumentaba cada día á causa de la rápida extensión de la población sobre la orilla izquierda del Ródano, se propuso la construcción de un nuevo puente, aprobándose en 1910, después de varios trámites, el proyecto definitivo presentado por M. Chaulumeau.

Sin embargo, debiéndose construir el nuevo puente exacta-

Fig. 1.^a

mento armado que los une y constituye la parte del tablero comprendido entre los dos anillos (figuras 2.^a y 3.^a).

Este sistema, creado para los puentes de mucha anchura, proporciona una gran economía, al mismo tiempo que considerables facilidades en su construcción.

El puente Wilson se ha construido en el sitio que ocupaba el antiguo puente suspendido del Hôtel-Dieu, que unía la calle Childebert, en la orilla derecha, con la calle Servient, en la izquierda, puente que tenía tres tramos, siendo su longitud entre estribos de 208 metros, de los cuales 63 correspondían á cada

mente en el mismo sitio que ocupaba de antiguo, se decidió, á causa de la importancia de la circulación en este punto, que la construcción del nuevo puente no se emprendiese antes de que se hubiese construído un puente provisional ó pasadera que uniese las dos orillas del Ródano á la proximidad de este sitio .

El Consejo Municipal adoptó una solución que consistió en la construcción de un puente provisional de madera que permitiese el paso de carruajes y peatones. Este puente, representado en las figuras 5.ª, 6.ª y 7.ª, se puso en servicio el 1.º de Abril de 1912, y su costo ha sido de 141.782,50 francos.

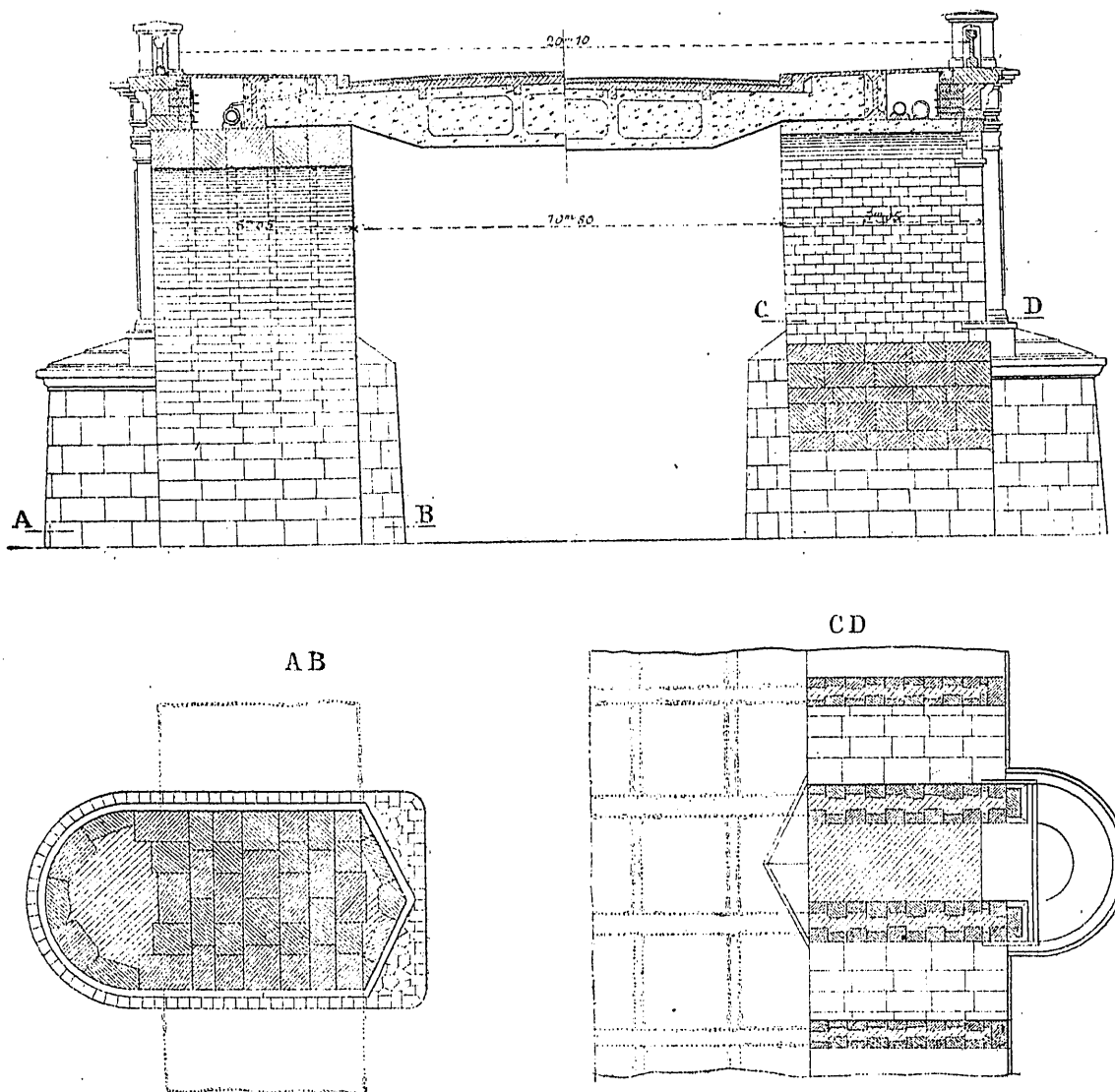
Emprendióse en seguida, 15 de Abril, la demolición del antiguo puente y concurrentemente con ella (que no se terminó hasta el 15 de Agosto de 1915) se empezaron el 16 de Octubre de 1912 las fundaciones por aire comprimido del nuevo puente, que se concluyeron el 24 de Junio de 1914.

El puente Wilson que, como se ve en el plano (fig. 1.^a), se encuentra entre el puente Lafayette y el de la Guillotière (figu-

comprimido y se han descendido á profundidades variables de 10 á 12 metros bajo el estiaje, según la naturaleza del suelo encontrado.

Como en las fundaciones de los otros puentes sobre el Ródano, los terrenos encontrados ha sido grava, después arena y luego capas de grava cada vez de mayor grosor.

Estas fundaciones no han presentado dificultades especiales y



Figs. 2.^a y 3.^a

ras 8.^a y 9.^a) tiene cuatro arcos en elipse de 42, 45, 49 y 45 metros de anchura, con dos bóvedas de descarga en elipse, una de 7,50 metros (orilla derecha) y otra de 11 metros (orilla izquierda).

La longitud del puente entre los extremos de los parapetos es

la experiencia que han proporcionado los otros puentes da la seguridad de que la profundidad á la cual se han descendido es completamente suficiente para ponerlas al abrigo de derrumbamientos.

La presión máxima sobre el suelo es de 12,39 kilogramos por

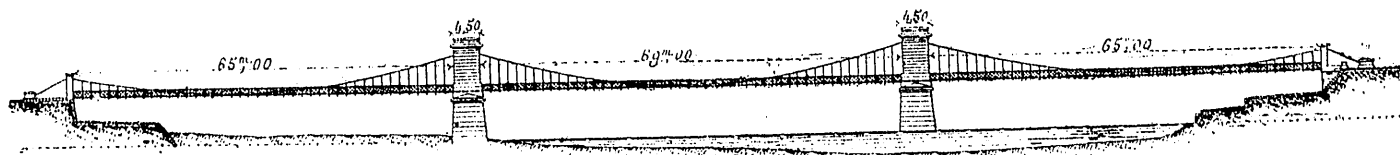


Fig. 4.^a

de 227,50 metros; la anchura entre parapetos es de 20,10 metros, comprendiendo una calzada de 11 metros y dos aceras de 4,55 cada una.

La anchura de los anillos en curva es de 5,05 metros y la del vacío entre ellos de 10,80 metros (figuras 2.^a y 3.^a).

Fundaciones. —Las fundaciones se han ejecutado por el aire

centímetro cuadrado, análoga á la admitida para el puente Lafayette.

Bóvedas. —El cuadro siguiente da las características de las grandes bóvedas, consideradas yendo de la orilla derecha á la izquierda, es decir, en el mismo sentido adoptado para la marcha de las obras.

	1	2	3	4
<i>Arcos:</i>				
Intradós: longitud, metros....	42	45	49	45
Idem: elevación, ídem.....	7,77	9,04	9,54	9,04
Rebajamiento, ídem.....	0,185	0,200	0,195	0,200
Radio de curvatura en la clave, ídem.	45	45	48	45
Idem de íd. en los arranques, ídem...	3,50	4,06	4	4
Espesor de las bóvedas en la clave, ídem	1,25	1,25	1,25	1,25
Idem en medio de la subida de la bóveda, ídem.....	1,475	1,475	1,62	1,475

Espesor de las bóvedas en cabeza:

En la clave, metros.....	1	1	1	1
En los riñones, ídem.....	1,475	1,475	1,62	1,475

Presión por centímetro cuadrado:

En la clave, kilogramos.....	39,9	32,3	33	32,3
En los riñones, ídem.....	39,6	40,9	40	40,9

Se notará que, al contrario de lo que se verifica generalmente, las dimensiones de los arcos no son simétricas con relación al eje mismo del puente; las dimensiones adoptadas han sido, en cierto modo, impuestas por consecuencia del canal del Ródano.



Fig. 5.ª

La corriente, en efecto, principalmente en tiempo de altas aguas, se encuentra dirigida al lado de la orilla izquierda, y las necesidades de la navegación son las que han impuesto la construcción del arco marino de 49 metros en el emplazamiento mismo de este canal.

Vistos los niveles de los muelles de la orilla derecha y de la orilla izquierda, no era posible, para respetar las necesidades de la navegación, establecer un puente de mampostería de tres arcos, ni un puente de cinco. Las diferencias de nivel de los dos muelles añadían todavía una dificultad á la construcción del puente. Esto ha conducido, para obviar estas dificultades; á tener el punto alto del puente sobre el eje mismo de la bóveda de 49 metros, estableciéndose en seguida la simetría con relación á este eje con la construcción de las dos bóvedas de 45 metros; el enlace con la orilla derecha se hace por medio del arco de 42 metros, de donde resulta la asimetría señalada. Casi no hace falta observar que esta asimetría no se advierte á la simple vista, á causa del conjunto de las disposiciones tomadas.

Los cálculos de las bóvedas se han hecho aplicando el método Résal y suponiendo una sobrecarga de 60 kilogramos por metro cuadrado.

Las bóvedas se han construído sucesivamente yendo de la orilla derecha á la izquierda. El programa del proyecto preveía la construcción en primer lugar del anillo de agua arriba y después el de agua abajo, volviendo á emplear las cimbras que habían servido agua arriba. En rigor, tres cimbras hubieran sido suficientes siguiendo exactamente el programa. A petición de la Empresa constructora, y para ganar tiempo, la Administración municipal aceptó el construir al mismo tiempo los dos anillos y, por consecuencia, emplear casi tantas cimbras como anillos comprendía la obra.

Por diversas razones se llegó á preferir el uso de cimbras metálicas al de cimbras de madera. El peso total del hierro empleado para las cimbras ha sido de 372.000 kilogramos.

Cada una de las grandes bóvedas comprende cinco rodillos, tres de ellos en los arranques; el aparejo se ha hecho en «dientes

de engranajes», en el sentido transversal y en el longitudinal á la vez.

El primer rodillo se ha descompuesto en ocho trozos, sostenidos por cuñas: estos trozos se dispusieron de modo que las cimbras metálicas no sufriesen ninguna deformación.

La ejecución de los ajustes se ha efectuado llenando las juntas de mortero de cemento pulverulento, introducido hasta no haber más por medio de pisones de hierro de calibres diferentes para adaptarse á estas juntas y sobre las cuales se golpeaba directamente. Los ajustes se han hecho partiendo de la clave y con intervalos de tiempo relativamente importantes: la parte superior constituía así un casquete monolítico, terminándose el ajuste en las juntas á 25°.

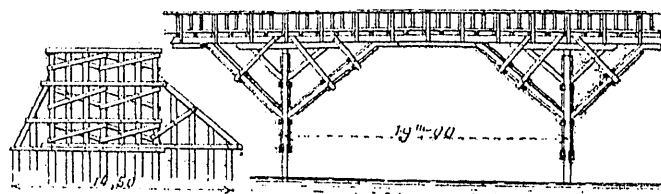
Las cimbras se colocaban sobre cajas de arena, que se había tomado la precaución de introducir en cubas de madera llenas de parafina; esta precaución era absolutamente necesaria para evitar un descimbramiento prematuro en caso de crecida del Ródano, porque, en varias ocasiones, estas cajas de arena se han encontrado anegadas á consecuencia de crecidas importantes; aquella, por otra parte, ha dado un resultado completamente satisfactorio.

El descimbramiento se ha efectuado, por término medio, treinta y cinco días después del último ajuste y no se han observado más que grietas sin importancia; el asiento de las armaduras metálicas se había previsto de 15 á 25 milímetros; los asientos al descimbramiento han sido los siguientes:

Bóveda 1.....	Agua arriba, 10 mm.	Agua abajo, 6 mm.
— 2.....	— 13,2 —	— 8 —
— 3..	— 2,4 —	— 2 —
— 4.....	— 1,4 —	— 0,2 —

cifras inferiores á las que se habían previsto para estos arcos, que obran, por consiguiente, como arcos elásticos.

Se ha tratado de reducir lo más posible los empujes y las pre-



Figs. 6.ª y 7.ª

siones, de aquí el empleo sobre estas bóvedas, en los tímpanos, de bovedillas rebajadas que han permitido prolongar los adelgazamientos transversales, muy cerca del vértice de las grandes bóvedas; estas bovedillas, en arco de círculo, se apoyan sobre unos pilares de 70 centímetros, espaciados 2 metros, que descansan sobre los riñones de la bóveda.

Refiriéndose á las fechas de ejecución, se observa que sólo la bóveda 1 había podido terminarse antes de la declaración de guerra, así como el primer rodillo de la bóveda 2; puede juzgarse, según esto, el esfuerzo que se ha tenido que hacer, desde el 2 de Agosto de 1914, para concluir este puente, á pesar de las dificultades de aprovisionamiento, transporte y mano de obra.

Las bóvedas se han podido descimbrar en las fechas siguientes:

Arco 1.....	Bóveda agua arriba.	19 de Febrero de 1915.
—	—	abajo. 17 de Febrero de 1915.
Arco 2.....	—	arriba. 17 de Marzo de 1915.
—	—	abajo. 27 de Abril de 1915.
Arco 3.....	—	arriba. 14 de Mayo de 1915.
—	—	abajo. 28 de Mayo de 1915.
Arco 4.....	—	arriba. 19 de Junio de 1915.
—	—	abajo. 12 de Julio de 1915.

Baldosa de hormigón armado.—Esta baldosa ha sido objeto de un concurso entre varias casas especialistas en trabajos de hormigón armado.

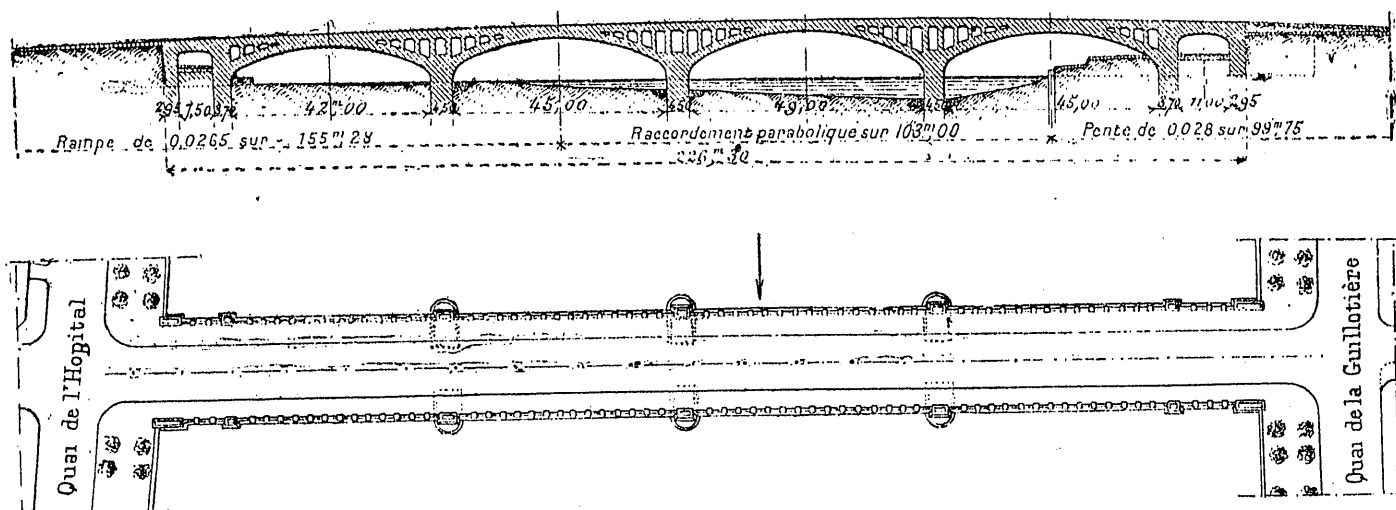
El sistema Hennebique ha sido el finalmente aceptado. Las obras de la baldosa se han realizado directamente por la ciudad

de anchura por 70 de longitud, y estos apoyos están unidos por una solera de 50 centímetros de anchura.

El forjado bajo la calzada tiene 16 centímetros de espesor y está dividido en cinco cuadros por cuatro largueros de 20×25 centímetros, distantes 2,40 metros de eje á eje, unidos con las piezas de puente.

La acera está formada por un forjado de 8 centímetros de espesor, soportado por el larguero de borde y por un murete sobre solera que une los apoyos de las viguetas.

Una doble fila de carriles de tranvía se ha colocado sobre esta calzada durante la construcción y se han tomado disposiciones especiales tanto para su fijación como para evitar la influencia del retorno de la corriente sobre el hormigón armado.



Figs. 8.^a y 9.^a

de Lyon; comenzadas el 9 de Octubre de 1916, se han terminado el 30 de Octubre de 1917.

Esta baldosa, cuya superficie total es de 3.620 metros cuadrados (222 metros de longitud por 16,30 de anchura) y el volumen de más de 1.200 metros cúbicos, constituye una obra muy notable cuya construcción ha absorbido 270 toneladas de hierro ó acero y 425 toneladas de cemento portland.

La calzada y las aceras están soportadas por unas piezas de

El piso de la calzada está constituido por baldosas de madera creosotadas, colocadas en brea; las aceras están cubiertas de asfalto.

Bajo la acera se ha establecido un espacio rectangular de $1,40 \times 1,25$ metros para la instalación de las cañerías de agua, gas, electricidad, teléfono; unas aberturas dispuestas sobre las aceras permiten bajar á él con facilidad (figuras 2.^a y 3.^a).

Ensayos.—A consecuencia de la movilización de M. Chalu-

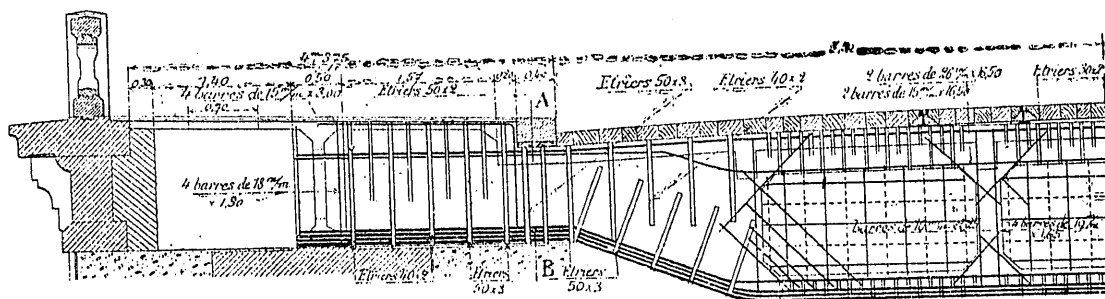


Fig. 10.

puente trapezoidales de 1,70 metros de altura en su parte media y de 95 centímetros en los extremos, para las que descansan directamente sobre los arcos (fig. 10).

Estas piezas de puente están formadas de vigas de 33×40 centímetros en la parte superior y de 35×25 centímetros en la inferior, con pilarejos de 25×35 centímetros; el espacio comprendido entre los pilarejos está ocupado por un tabique que forma ánima, de un espesor de 10 centímetros. Con esta estructura se persigue el reducir lo más posible el peso muerto inútil.

Los dos extremos de las piezas de puente descansan sobre el eje de los arcos ó de los pilares por un apoyo de 50 centímetros

meau, Ingeniero Jefe de la ciudad de Lyon, no han podido hacerse los ensayos antes de la inauguración del puente; se harán pronto y por medio de cargas móviles con arreglo á todas las condiciones reglamentarias.

Después de todo, como dice el autor, dados los cuidados que se han tomado para la construcción de la obra, no cabe duda que las pruebas de que se trata no constituyen más que una simple formalidad. Por otra parte, en el curso de las obras el puente ha sido sometido á cargas más importantes que las que tendrá que soportar en el momento de los ensayos.

Alumbrado.—El alumbrado del puente se compone de diez

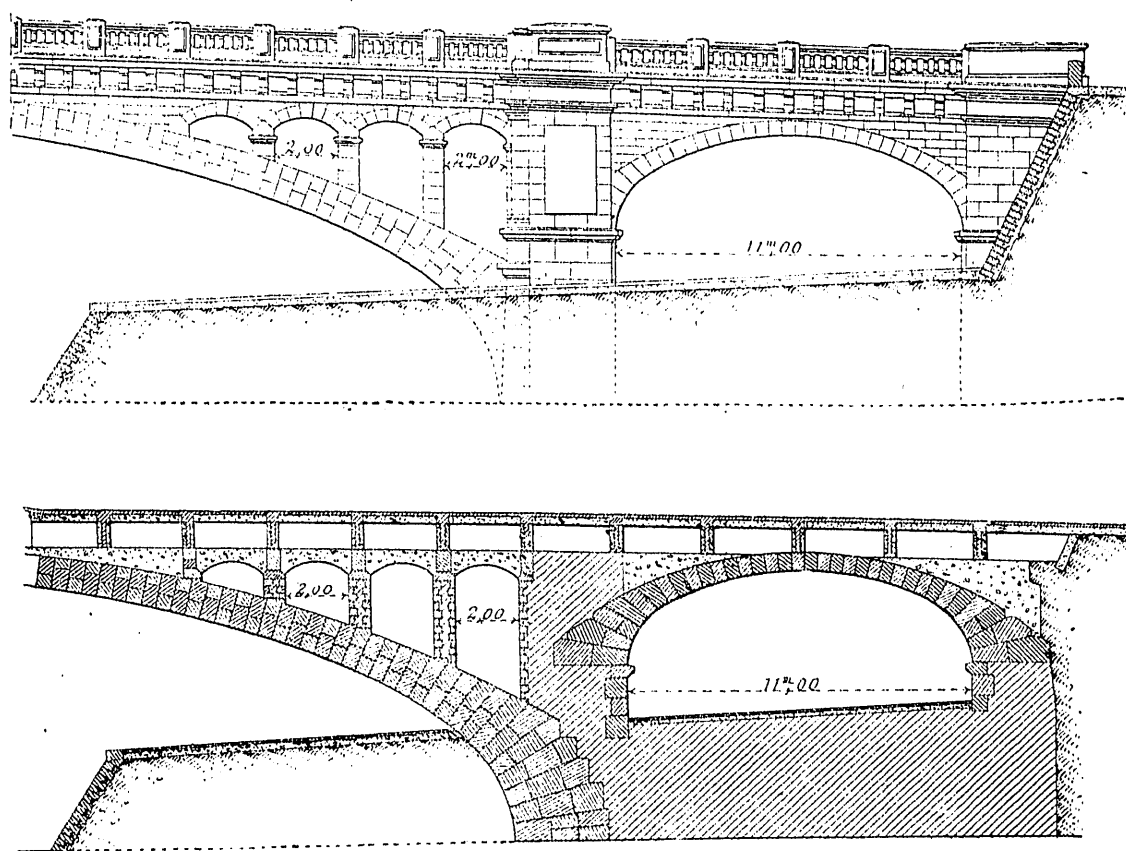
grupos de lámparas gemelas sobre postes (postes que sirven para sostener los hilos del trole) y veinte lámparas sobre candelabros. Los aparatos de alumbrado están así colocados a distancias relativamente pequeñas las unas de las otras, de modo que se ha podido desear el empleo de grandes lámparas intensivas y adoptar las lámparas eléctricas incandescentes llamadas «de medio vatio». Estos focos de intensidad media están constituidos por lámparas de 600 bujías sobre los candelabros y de 400 bujías para las lámparas gemelas soportadas por postes.

A causa de los globos opalinos colocados para suavizar el brillo resplandeciente de los filamentos, los primeros darán una intensidad efectiva de 500 bujías por foco simple, y las segundas una intensidad efectiva de 680 bujías, próximamente, por foco doble.

El cálculo de la luz recibida sobre el eje de la obra por esta distribución muestra que el alumbrado medio es de 10,3 bujías: el mínimo (en medio de cada tramo) puede evaluarse en 8 bujías y el máximo (en la línea de las pilas) de 14 bujías. La relación

Es un precio sensiblemente inferior á los obtenidos para los recientes puentes metálicos de Lyon, resultado que aparece tanto más notable si se considera el mayor costo que han adquirido todas las cosas con motivo de la guerra.

Con sus cuatro arcos de piedra de talla, el puente Wilson tiene verdaderamente un aspecto muy monumental entre el puente Lafayette, con sus tres arcos metálicos muy rebajados y el viejo puente de la Guillotière con sus siete arcos en plena cimbra. Constituye el primero, en cierto modo, un tipo intermedio entre estas dos obras tan diferentes y muestra de una manera satisfactoria los progresos realizados en la construcción de los puentes de mampostería. Estos progresos no consisten solamente en el aumento de la luz de los arcos de 42 á 49 metros en lugar de 22 á 24, sino en su rebajamiento y en el poco espesor de las pilas relativamente á esta luz. En lugar de las pilas macizas, cuyo espesor llega á más de un cuarto de la luz de las bóvedas adyacentes, como sucede en el puente de la Guillotière, el puente Wilson está soportado por pilas que no tienen casi más que el



Figs. 11 y 12.

del alumbrado mínimo al medio es, pues, de 0,75, cantidad muy satisfactoria.

La potencia eléctrica total absorbida por este alumbrado es de 100 hectovatios.

Los candelabros adoptados, las ménsulas y la disposición de los postes del tranvía, todo de estilo de Luis XVI, constituyen una ornamentación sobria y elegante que se armoniza con la arquitectura de la obra. Además, á estos postes se les ha provisto de cestas de flores que añaden todavía un elemento de decoración apreciable á esta obra tan notable desde tantos puntos de vista.

El gasto total se ha evaluado en 2.150 000 francos, próximamente, lo que para una longitud de 227 metros corresponde un precio de 9.500 francos, en números redondos, por metro lineal, y para 20 metros de anchura útil un poco menos de 500 francos por metro cuadrado.

décimo de la luz de las bóvedas correspondientes. El adelgazamiento de los tímpanos, que no existe en las del puente de la Guillotière, contribuye también á dar al puente Wilson un aspecto de ligereza. No solamente el efecto obtenido por estas disposiciones es mucho más gracioso, sino que disminuyen la masa de las mamposterías y aumentan considerablemente la desemboadura ofrecida á las aguas, ventaja particularmente apreciable en un río sujeto á crecidas tan considerables como las que se producen en el Ródano.

Las figuras 11 y 12 representan la elevación y corte longitudinal por el eje de un anillo y por el estribo de la orilla izquierda.

