

de los cálculos de resistencia en las pruebas á que estas obras dan lugar.

F. L.

SUELOS DE PUENTES DE HIERRO.

PLANCHAS COMBADAS.

I.

El empleo de pisos de madera en los puentes de hierro destinados al servicio de las carreteras, ha ido proscribiéndose en estos últimos años, siendo la tendencia hoy dominante sustituir aquéllos por afirmados de piedra partida; introduciendo con este objeto modificaciones en la disposición del tablero.

Si en la generalidad de los puentes construidos con piso de madera, esta sustitución no se ha intentado todavía, ni tal vez consiga realizarse, no es de extrañar, teniendo en cuenta que una variación semejante lleva consigo un aumento considerable de la carga permanente á que ha de estar sometida la obra, y por consecuencia, un exceso de trabajo del hierro. — Esta circunstancia es de gran interés, y ántes de proponer la sustitución indicada, deberá hacerse un cálculo exacto del nuevo esfuerzo á que habrán de sujetarse las diferentes piezas, y de la resistencia que éstas presentarán, una vez modificado el tablero y hecho el cambio del piso.

Respecto al coste es indudable que, por regla general y salvo casos muy especiales, los pisos de madera son los más económicos si se atiende solamente al gasto de construcción; pero en cambio su duración es corta, su conservación costosa, y pasado cierto número de años, pequeño relativamente á la duración del puente, la economía obtenida al principio desaparece.

Las razones indicadas han producido indudablemente la marcada preferencia que hoy se da en los proyectos de puentes de hierro para carreteras, á los afirmados sobre los pisos de madera, empleando nuevas disposiciones en la construcción del tablero.

Varios son los sistemas puestos en práctica con este objeto y que han producido resultados más ó menos satisfactorios; en la imposibilidad

de dar cuenta de todos ellos, trabajo que nos separaría de nuestro propósito al escribir este ligero artículo, nos limitaremos á mencionar tan sólo el que más se ha usado generalmente. — Consiste éste en sustituir los largueros y el entablado por *palastro ondulado*, cuya forma y espesor varían con el vano que ha de salvar, apoyado directamente sobre las viguetas del suelo, y en caso de estar éstas muy separadas entre sí, sobre otras piezas de hierro que vienen á reemplazar á los largueros de madera, colocando sobre aquél el piso formado como el de la carretera.

No nos ocuparemos ahora de los detalles relativos á la manera de calcular la resistencia del palastro ondulado y el modo de colocarle en obra, puesto que una y otro deben ser conocidos de los lectores de la REVISTA, habiéndose publicado en el tomo correspondiente al año de 1860 un artículo que trata de la materia, y pasamos á describir, aunque ligeramente, la disposición adoptada con posterioridad para reemplazar el palastro ondulado por *planchas combadas*, cuyo objeto es el mismo, ofreciendo la ventaja de atenuar el inconveniente de la oxidación, tanto más temible ésta por sus efectos, cuanto mayor es la superficie que presentan las piezas y menor es el grueso de las mismas. — Acerca de este punto, que no carece de importancia á juicio nuestro, sólo diremos que el palastro ondulado, procedente de la fábrica de *Montataire*, presenta un espesor máximo de tres milímetros, y en cambio las planchas combadas, hoy generalmente usadas, tienen, según veremos más adelante, un espesor doble del citado, permitiendo cubrir vanos de mayor luz.

Las ventajas que respecto al coste y á la duración ofrezca su empleo con preferencia al del palastro ondulado, sólo pueden deducirse después de hacer una comparación detallada entre ambos sistemas de construcción; trabajo para el cual carecemos hoy de datos precisos que, una vez adquiridos, nos permitirán ocuparnos de esta cuestión en otro artículo.

II.

Las *planchas combadas* (figs. 1.^a y 2.^a) consis-

ten en chapas de hierro forjado de pequeño espesor, ligeramente encorvadas desde sus costados al centro, en el cual presentan una superficie redondeada, á fin de evitar el encuentro de las líneas a' , b' , c' y d' .—Cada plancha lleva en su contorno una faja plana ó reborde, que sirve para el asiento de la pieza y para su union con aquellas sobre que se apoya.

Su momento de rotura, segun Rankine, es aproximadamente

$$\frac{4}{15} \times R l h e (*).$$

representando: l la cuerda del arco abc , h la flecha bd del mismo, e el espesor de la plancha, y R el coeficiente de resistencia á la rotura.

De las experiencias verificadas resulta: que el valor de R correspondiente á la rotura es próximamente de 1.500 kilogramos por centímetro cuadrado.—En la práctica debe tomarse como máximo el sexto de esta cantidad, ó sea someter las piezas á un esfuerzo que no exceda de 250 kilogramos por centímetro cuadrado.

El momento máximo de los pesos cargados sobre una plancha combada de base rentangular, es

$$\frac{P l a}{8 (l^2 + a^2)}$$

siendo: P el peso total uniformemente distribuido sobre la pieza, l su longitud y a el ancho.—Cuando es de base cuadrada ó $a = l$, la fórmula anterior se reduce á

$$\frac{P l}{16}$$

Conociendo, pues, las expresiones de ambos momentos, el de rotura de la plancha y el máximo de los pesos cargados sobre ella, fácil es en cada caso, igualando ambos y partiendo de datos conocidos, determinar las dimensiones de aquélla, é inversamente comprobar su resistencia para una carga dada.

(*) Esta fórmula y las siguientes, así como también las experiencias que se citan, están tomadas de la obra inglesa de W. Humber sobre puentes de hierro.

A continuacion, y para dar una ligera idea de la resistencia de las planchas combadas, citaremos algunas experiencias hechas. Una plancha combada de base cuadrada, de hierro ordinario, de Staffordshire, cuyas dimensiones eran las siguientes: lado de la base 0^m,914 (3 piés ingleses), flecha 0^m,044 (una pulgada y $\frac{7}{8}$), espesor 0^m,006 ($\frac{1}{4}$ de pulgada), y ancho de la faja plana ó reborde 0^m,051 (2 pulgadas), apoyada en todo su contorno, necesitó 9.141 kilogramos (9 toneladas), repartidos uniformemente sobre su superficie, para producirse la rotura, y doble carga, 18.282 kilogramos, para encorvarse, estando sólidamente roblonada al apoyo por sus cuatro costados.—De los resultados anteriores se deducen los siguientes: carga uniformemente repartida por metro cuadrado de proyeccion que produjo la rotura de la plancha estando solamente apoyada en todo su contorno, 10.933 kilogramos; en caso de estar roblonada al apoyo, dicha carga es doble é igual á 21.866 kilogramos.

Una plancha combada flexible, de acero cementado, de las mismas dimensiones que la anterior y estando roblonada al apoyo, se calcula que resistiria próximamente doble carga, es decir, 36.565 kilogramos, equivalentes á 43.732 por metro cuadrado de proyeccion.

Las planchas combadas empleadas en la construccion del nuevo puente de Westminster, miden cada una: 2^m,133 de longitud, 0^m,914 de ancho, 0^m,089 de flecha y 0^m,006 de espesor; se las probó cargando en su centro un sillar de granito de 17.272 kilogramos, sin que éste produjese alteracion alguna sensible.—Admitiendo que dicha carga colocada en el centro sea mitad de la que corresponderia en caso de estar uniformemente repartida, resultan por metro cuadrado de proyeccion 17.715 kilogramos.—En la experiencia ántes citada resultaba ser la carga, en iguales condiciones, de 18.282 kilogramos, produciendo la rotura de la plancha, y en este caso, si bien es cierto que la carga es menor, debe tenerse en cuenta que con ella no se produjo alteracion alguna.—Ambos resultados están de conformidad hasta cierto punto.

La carga total uniformemente repartida sobre

una plancha combada, ó bien la correspondiente por metro cuadrado de proyeccion admisible en la práctica, dependerá del valor que resulte para R , el que, segun ántes hemos indicado, no debe exceder de 250 kilogramos, como máximo, por centímetro cuadrado.

III.

Antes de terminar esta ligera reseña, creemos conveniente dar algunos detalles de construccion citando la disposicion adoptada en un puente, cuyo proyecto nos es conocido, que en breve se empezará á montar: el de Herrera, sobre el rio Duero, situado en la carretera de Valladolid á Segovia. — Este puente fué proyectado con piso de madera, y posteriormente el ingeniero Sr. D. José Echeverría, jefe de la comision en el extranjero, propuso, y fueron aprobadas, la modificacion de parte del tablero y la del piso, empleando planchas combadas y un afirmado de piedra partida.

El ancho del puente, contado entre las caras interiores de las vigas, es de $5^m,20$; el peso del afirmado, cuyos espesores en el centro y los costados son $0^m,25$ y $0^m,15$, es aproximadamente, de 400 kilogramos por metro cuadrado, y la carga accidental, de 400 kilogramos tambien. — Las viguetas de suelo están separadas $1^m,40$ de eje á eje, su altura es $0^m,35$ y están formadas por cuatro escuadras de $\frac{70 \times 70}{8,5}$ mm. y una chapa de 7 mm. de espesor. — Las planchas combadas (figuras 1.^a, 2.^a y 3.^a) tienen $1^m,250$ de longitud por $1^m,110$ de ancho, y agregando á estas dimensiones los anchos de los rebordes correspondientes, que son de 75 y 55 mm., resultan: $1^m,400$ y $1^m,220$ para la longitud y el ancho totales; la flecha del arco es de 80 mm., y el espesor uniforme de la plancha 7 mm. — El peso de cada plancha combada es de 93,10 kilogramos.

En su colocacion queda el lado mayor paralelo al eje del puente, y las juntas que resultan en esta direccion van cubiertas por hierros de T de $\frac{100 \times 70}{9}$ mm., á los cuales se roblonan los rebordes de las planchas (fig. 3.^a). — Las juntas que corresponden á los ejes de las viguetas van

tambien cubiertas por chapas de 140×5 mm., y éstas y los rebordes están roblonados á las cabezas de las viguetas (fig. 4.^a). Las cubre-juntas de forma de T corren á lo largo del puente, y las transversales sencillas quedan interrumpidas entre cada dos de las primeras.

Calculada, por medio de las fórmulas dadas anteriormente, la resistencia de las planchas combadas, cuya disposicion acabamos de describir, se obtiene para valor de R 70 kilogramos por centímetro cuadrado próximamente, y comparando esta cifra con la propuesta de 250 kilogramos, admisible en la práctica como máximo, resulta que ofrecen un exceso de resistencia. — Esta diferencia tiene una explicacion satisfactoria, atendiendo que por su situacion las planchas combadas están expuestas á una rápida oxidacion, cuyos efectos es prudente prevenir aumentando su espesor.

Las figuras que acompañan están tomadas del proyecto del puente citado.

M. M. B.

PARTE OFICIAL.

Abril 27 (Gaceta de 13 de Mayo). Real orden concediendo á D. Patricio de Andres Moreno, las marismas de la parroquia de Saliñas, provincia de la Coruña, para su aprovechamiento con arreglo al proyecto que ha presentado.

Abril 27 (Gaceta de 14 de Mayo). Real orden otorgando á D. Patricio de Andres Moreno la concesion de unas marismas situadas en la parroquia de Corrobedo, provincia de la Coruña, para su aprovechamiento con arreglo al proyecto que ha presentado.

Mayo 1.º (Gaceta del 14). Real orden disponiendo se establezca en Madrid un *Depósito central* para el servicio de los faros de la Península; dicho Depósito central estará bajo la inmediata inspeccion de la Comision de Faros, cuyo presidente será Jefe del mismo, y segundo Jefe el vocal secretario de la citada Comision. El establecimiento del Depósito central tiene por objeto facilitar á los faros los enseres y demas útiles que no pueden adquirirse en las provincias respectivas, reunir los datos estadísticos necesarios para ejercer la vigilancia sobre el servicio y proponer las reformas que se juzgue conveniente introducir en el mismo; realizar los ensayos y experiencias que se crean adecuados, servir para la

SUELOS DE PUENTES DE HIERRO.

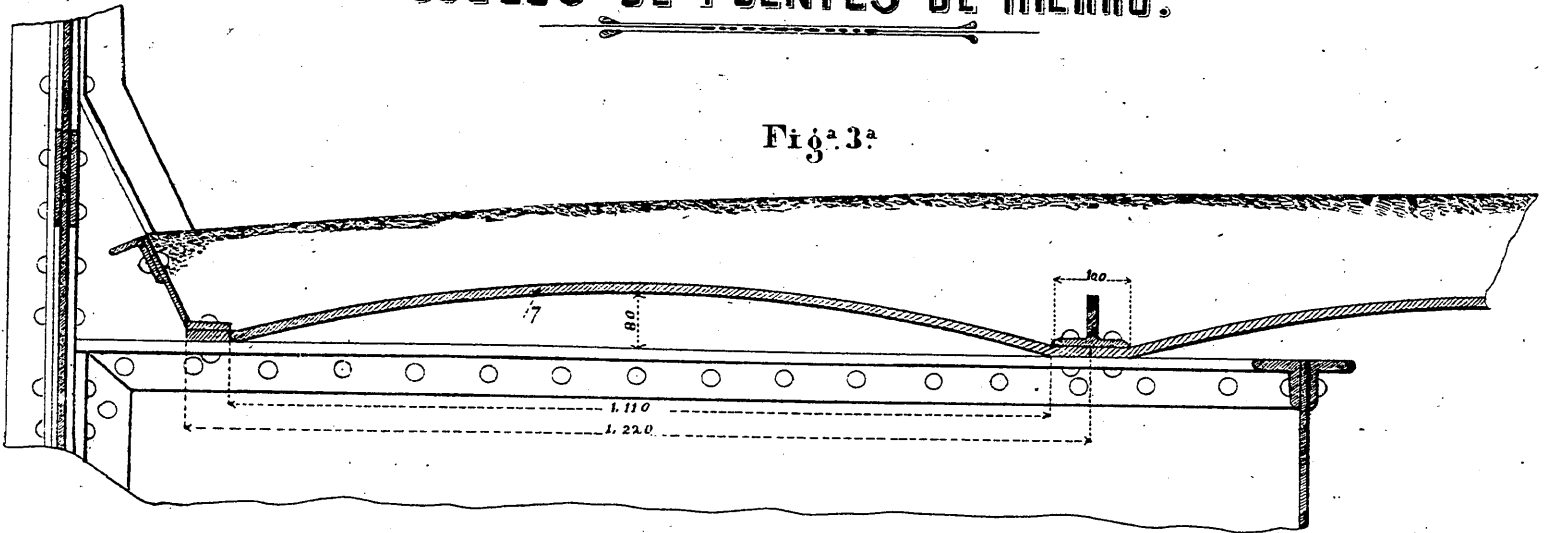


Fig. 3ª

Fig. 1ª

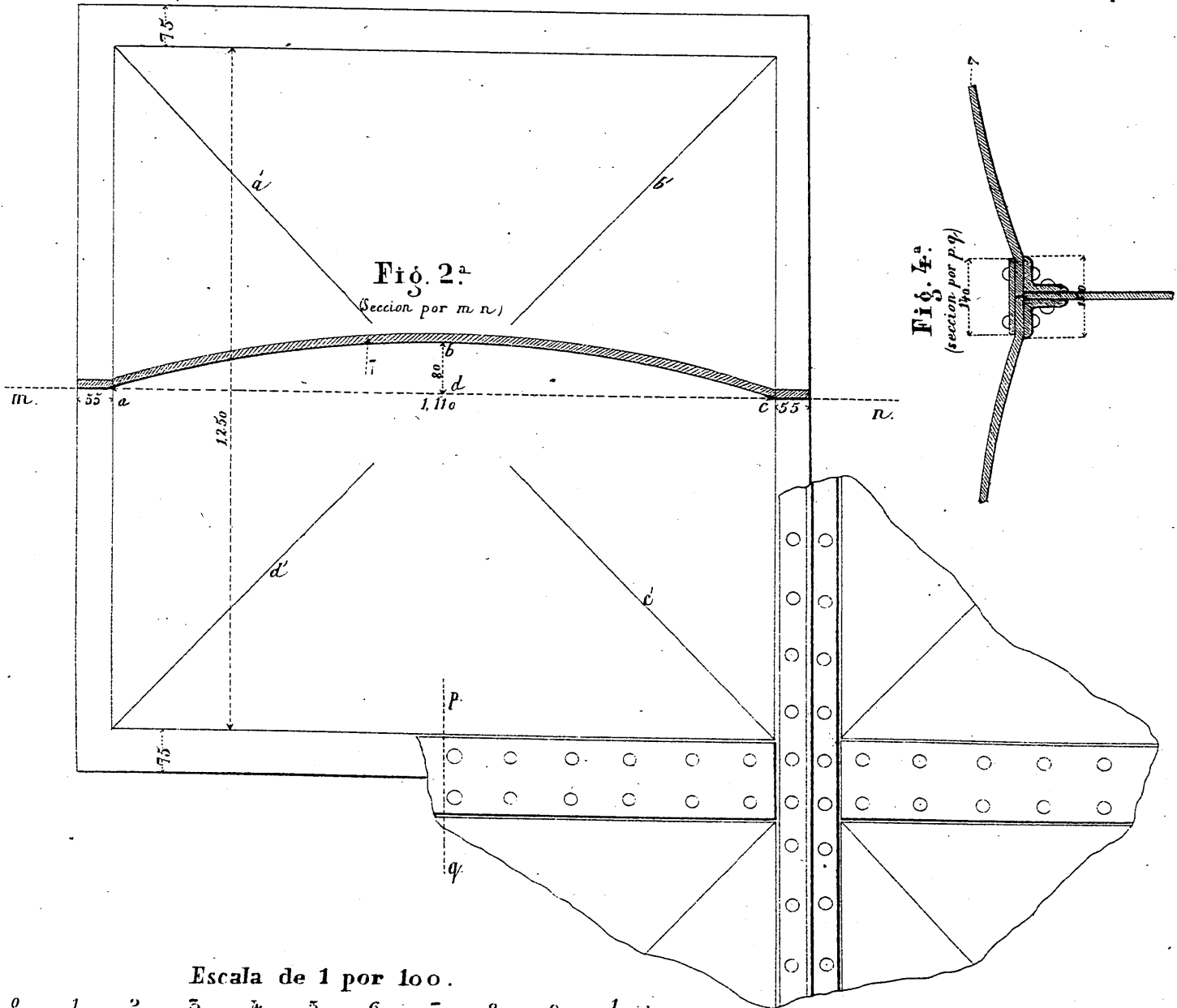


Fig. 2ª

(Seccion por m n)

Fig. 4ª

(seccion por p q)

Escala de 1 por 100.

