

PUERTO DE BARCELONA

PRUEBAS PRACTICADAS CON LOS CARRILES Y CONTRACARRILES
DESTINADOS AL MONTAJE DE SUS VÍAS FÉRREAS.

(Conclusión)

Estábamos sin embargo decididos á emplear este último medio, y aun comenzamos á detallar su estudio, cuando tuvimos noticia de que en la Escuela de Ingenieros industriales de esta capital existía un aparato hidráulico, con el cual se habían verificado pruebas de carriles análogas á las que intentábamos practicar.—El Director de la Escuela, Sr. Manjarrés, á quien acudimos, puso el aparato incondicionalmente á nuestra disposición; y gracias á tan galante complacencia, pudimos llevar á cabo nuestros ensayos, después de recorrido el mecanismo, que hacía ya mucho tiempo que no funcionaba, é instalado un manómetro Bourdón bien comprobado para medir las presiones en atmósferas, cuyas indicaciones daba con poca garantía de exactitud el de columna de mercurio propio del aparato.

El émbolo hidráulico en éste funciona de un modo análogo, aunque necesariamente en sentido inverso del que hemos descrito para las pruebas de tracción. Como su movimiento es asimismo horizontal, hay necesidad de colocar las barras de costado, apoyando su base sobre dos soportes biselados con sus aristas perfectamente verticales, y presentando la cabeza á la acción del émbolo impulsor, terminado igualmente en un bisel, á fin de que la presión actúe precisamente en la sección media. Ya hemos dicho los inconvenientes que ofrece esta disposición por la facilidad con que se producen cortes y entalladuras en las barras, con perjuicio de su resistencia.

Dichos *soportes* son de corredera, pudiendo variar *algunos* centímetros á uno y otro lado, con objeto de aumentar ó disminuir las longitudes de las barras de prueba.

Las flechas obtenidas, ya sean ó no permanentes, pueden medirse con toda precisión por medio de un sencillo cuanto ingenioso mecanismo, consistente en una varilla metálica, que apoyándose por un extremo sobre la base de la barra ensayada, termina por el opuesto en una cremallera, que obra sobre una pequeña rueda dentada central en un disco graduado y fijo, sobre el cual, y por medio de una aguja, se va marcando el giro angular.

El disco tiene 200 divisiones, y cada una de ellas corresponde exactamente á un milímetro de avance de la varilla, ó sea á un milímetro de flecha, y al comenzar la maniobra marca la aguja el *cero* de la graduación.

No es tan perfecto ni con mucho el mecanismo destinado á producir la

presión del agua, por cuanto en vez de una sencilla bomba, fácil de manejar con dos operarios, como las de las prensas hidráulicas, se logra aquélla por medio de otro cilindro compresor de mayor diámetro, en el que se mueve un émbolo vertical roscado á un gran tornillo fijo, que se hace girar á mano por medio de un volante horizontal de *cuatro* brazos. Y como quiera que el esfuerzo motor necesario depende en primer término de la relación entre el diámetro de ambos émbolos, y ésta no puede ser muy grande, para no rebasar el límite racional de las dimensiones del aparato, de aquí que sea forzoso desarrollar una gran fuerza muscular, á lo que se presta bien poco la posición elevada del volante; sin contar con que al menor escape de una llave ó tubo, hay que subir de nuevo el émbolo compresor, llenar otra vez el depósito sobre que actúa, y repetir la operación. Esto es causa de que pudiendo soportar todos los órganos de transmisión del aparato una presión en el líquido de 600 atmósferas, sea imposible en la mayor parte de los casos, rebasar de las cuatro quintas partes de aquel límite, aun á costa de improbos esfuerzos.

Siendo el diámetro del émbolo que trasmite la presión á la barra de 111,8 milímetros, claro es que por cada atmósfera indicada en el manómetro, el esfuerzo de presión desarrollado será, prescindiendo de los rozamientos, de

$$\frac{\pi d^2}{4} \times 1^k,0336 = \frac{3,1416 \times 11,18^2}{4} \times 1,0336 = 101^k,4674.$$

Para deducir dichos rozamientos, tendremos, aplicando la ya citada fórmula de Reuleaux:

$$F = 1,5 \frac{\pi d}{4} \times p = 1,5 \frac{3,1416 \times 111,8}{4} \times 0,010336 = 1^k,3614;$$

luego la presión efectiva será por atmósfera indicada, de

$$101,4674 - 1,3614 = 100^k,106;$$

ó sean *cien* kilos, teniendo en cuenta el pequeño rozamiento en las tuberías.

El número de las barras ensayadas ha sido menor que en las pruebas anteriores, por ser nuestro principal objeto, más que comprobar nuevamente una resistencia indudable, determinar la influencia ejercida en la elasticidad del acero por la prolongación de las presiones. Así pues, solo se han ensayado *cuatro* carriles y *dos* contracarriles, pertenecientes á distintas series.

Todas las barras, como puede verse en el adjunto cuadro, se han sometido en primer término, á las presiones reglamentarias del proyecto, forzándolas con posterioridad, hasta donde nos ha sido posible con las condiciones del aparato.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS POR FLEXIÓN

Orden numérico de las pruebas.	Longitud de la barra.	Presión obtenida en kilogramos	FLECHAS.		OBSERVACIONES.
			Adquirida en la prueba.	Permanente.	
CARRILES					
1. ^a	4m,20	46.000	0m,005	0m,000	Fué imposible for- zar la presión á más de 465 atmós- feras.
		36.000	0,017	0,0095	
		40.000	0,027	No se midió	
		42.500	0,030	Idem.	
		43.000	0,0345	0,0183	
		45.000	0,0380	No se midió	
		45.500	0,0420	Idem.	
		46.500	0,0450	0,035	
2. ^a	5m,20	46.000	0m,0053	0m,00025	La presión límite fué de 462 atmós- feras. Esta barra tenía una flecha inicial de $\frac{1}{4}$ de milímetro.
		36.000	0,0175	0,0098	
		40.000	0,029	No se midió	
		45.000	0,0393	Idem.	
		46.200	0,0445	0,0345	
3. ^a	6m,46	46.000	0m,0049	0m,000	Presión límite: 465 atmósferas.
		36.000	0,0165	0,009	
		38.000	0,0235	No se midió	
		40.000	0,025	Idem.	
		42.000	0,028	0,0167	
		44.000	0,0358	No se midió	
		46.500	0,0432	0,0345	
4. ^a	6m,20	46.000	0m,0057	0m,000	La presión pudo for- zarse hasta 468 at- mósferas.
		36.000	0,0183	0,0102	
		40.000	0,0340	0,0170	
		46.800	0,0470	0,038	
CONTRACARRILES					
5. ^a	4m,20	6.400	0m,00525	0m,000	No se excedió en es- ta prueba de las presiones regla- mentarias.
		44.400	0,021	0,0075	
6. ^a	5m,20	6.400	0m,0054	0m,000	No pudo prolongar- se este experi- mento por haber- se torcido la barra á consecuencia de las entabladuras producidas por los biseles de los pun- tos de apoyo.
		44.400	0,0205	0,0073	
		45.000	0,023	0,0095	
		45.500	0,0257	0,012	
		46.000	0,028	0,0175	
		46.500 (*)	0,0312	0,023	
		47.000	0,035	0,0295	
		47.300	0,058	0,042	

(*) A partir de la presión de 165 atmósferas, los resultados de esta última prueba no merecen una confianza absoluta, por cuanto el contracarril comenzó á sufrir, según se indica en las observaciones, un verdadero efecto de torsión que contribuyó al rápido aumento de la flecha indicada.

Según presumíamos, los defectos del mecanismo para la inyección nos impidieron obtener la presión límite de que es susceptible el aparato, y con la cual quizás se hubiera logrado romper alguna de las barras. Tampoco nos fué posible evitar el alaveo ó torcedura de los contracarriles, á lo que contribuyeron, no sólo el sistema de los apoyos, sino la falta de simetría en la sección transversal de aquéllos. De aquí que tampoco se pudiera forzar la presión, pues á partir de cierto límite, la flecha aumentaba con el mismo esfuerzo, por efecto de la torsión sufrida. Estas contrariedades no impidieron, sin embargo, el concluyente y satisfactorio resultado de las pruebas.

Comparando los datos numéricos del cuadro anterior con los de las pruebas de *choque*, puede deducirse de un modo aproximado la influencia ejercida en detrimento de la elasticidad del metal por la permanencia en las presiones. Para ello nos ha bastado comparar entre sí aquellos experimentos de uno y otro género, que han producido sobre barras análogas idénticas deformaciones, y calcular para los de choque, del modo ya indicado, las presiones momentáneas equivalentes.

Estas resultan, término medio, de un *dos* á un *tres* por ciento superior á las primeras. Es decir, que si un esfuerzo permanente de presión, igual á 10 toneladas, por ejemplo, produce en una barra de acero una flecha de 9 milímetros, la presión instantánea que sobre la misma barra hubiera producido una flecha idéntica, estaría comprendida entre 10.200 y 10.300 kilogramos.

CONCLUSIÓN.

Como resumen de todo lo expuesto, se deducen *dos* consecuencias importantes: 1.ª Los carriles elaborados en los *Altos hornos* de Bilbao que se han ensayado, son de calidad muy superior á los fabricados en Ruhrort, no obstante su especialidad en el género. 2.ª Para las piezas y barras laminadas, cuyos espesores sean menores que los de los carriles y contracarriles ensayados, es decir, para la mayoría de las usadas en las construcciones, aun suponiendo igual la calidad del acero empleado, los coeficientes de resistencia resultarán más elevados que los deducidos en nuestras pruebas.

Ahora bien, en el ya citado informe de Mr. Flamant, asegura éste que en el estado actual de la metalurgia en Francia, un acero que dé más del 20 por 100 de alargamiento proporcional, no podría ofrecer entre espesores de 8 á 20 milímetros, una resistencia á la rotura superior á 50 ó 55 kilogramos; añadiendo que esta última cifra, obtenida solamente en algunas fábricas, no puede aceptarse como corriente; y que sería más prudente ad-

mitir, que para un alargamiento del 20 al 22 por 100, la resistencia á la rotura es tan solo de 40 á 45 kilogramos.

Comparados estos datos con los nuestros, creemos justificadísimo que si hoy día se someten las piezas de hierro á trabajos permanentes, ó límites prácticos de resistencia, de 7 y aun 8 kilogramos por milímetro cuadrado, y las de acero á 10 y 11 kilogramos, con materiales como los de Bilbao aquí ensayados, puede aumentarse el último coeficiente hasta 15 ó 16 kilogramos, sin peligro alguno para la estabilidad.

De aquí, que como indicamos al principio de este artículo, veamos iniciarse una profunda y radical transformación en la forma, entidad y coste de las construcciones metálicas, que podrán hacerse más atrevidas y grandiosas, hasta límites hoy difíciles de concebir, así como más resistentes, ligeras y económicas que las actuales. Dicha transformación será completa cuando pueda obtenerse el acero *colado*, al bajo precio á que hoy se fabrica la fundición del hierro, con las ventajas de su enorme resistencia á la tracción y al choque, casi comparables á la del acero laminado, del que solo difiere por su menor alargamiento proporcional, que varía, según la mayor ó menor dureza, del uno al nueve por ciento.

El primer paso está ya dado, y por ello felicitamos cordialmente á la sociedad constructora, que tan alto ha sabido elevar el nombre de nuestra industria metalúrgica.

Barcelona 18 de Junio de 1887.

JULIO VALDÉS,
Ingeniero de caminos.

ADVERTENCIA

Al publicar en el número anterior de la REVISTA las conclusiones adoptadas por la Comisión encargada de estudiar la crisis agrícola y pecuaria en la parte referente á las Obras públicas, se ha cometido el error material de mantener el encabezamiento del original, destinado para los Sres. Vocales de aquella Comisión. Nuestros lectores habrán subsanado con su buen sentido la contradicción que de este modo resultaba con la publicación de dichas conclusiones, y que no existe desde el momento en que elevadas al Gobierno se hallan fuera de la reserva en que naturalmente debieron permanecer antes de su aprobación.

MADRID: 1888.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.
Calle de Pizarro, número 15, bajo.