

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 30 DE SEPTIEMBRE DE 1891.

4.ª Serie.

Tomo 9.º

Número 18.

AÑO XXXIX DE LA PUBLICACIÓN.

---

---

## SUMARIO.

Pliegos de condiciones para la construcción de puentes metálicos, por D. Luis Cañalejas.—Proyecto de saneamiento general de Valladolid, redactado en virtud de orden del Excmo. Ayuntamiento por D. Recaredo de Uhagón.—Viaducto del Malleco, en Chile.—Lámina 114: *Plano general de saneamiento de Valladolid.*

SUMARIO DEL BOLETÍN.—*Materiales de construcción*, por D. Manuel Pardo.—Obras del puerto de Valencia.—Noticias.—Bibliografía.—Parte oficial.—Subastas.—Movimiento del personal de Obras públicas.

---



## PLIEGOS DE CONDICIONES

### PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES METÁLICOS

(Continuación.)

#### II.

Otro asunto que creó conveniente examinar por ser muy de actualidad y de gran transcendencia para las construcciones metálicas, es el de examinar qué propiedades tiene el acero comparándolas con las del hierro forjado, examinar qué calidad de acero es la que debe utilizarse preferentemente en las construcciones ordinarias, estudiar á qué ensayos se le debe someter al recibirse y qué procedimientos deben aceptarse para su empleo en las obras.

Desde el año 1845 en que apareció el hierro forjado bajo la forma de dobles T de una altura máxima de 30 á 35 centímetros, y especialmente desde el año 1847 en que se construyó el puente Britannia, era hasta hace poco el metal empleado de un modo exclusivo en la construcción de puentes metálicos. Es el hierro de que hablamos, el obtenido por el pudelaje de la fundición, cinglado con el martinete y perfilado en el laminador, hierro conocido con los nombres de hierro pudelado, hierro forjado y hierro soldado.

Hace una veintena de años comenzó á emplearse otro metal mucho más resistente, el acero, construyéndose en América con él casi todas las obras de importancia ejecutadas, desde el puente de San Luis hasta el reciente viaducto de Malleco.

En Holanda comenzó á usarse para formar algunos elementos de los grandes puentes construidos entre los años 1870 y 1878; en Inglaterra se ha utilizado en muchas obras, entre otras en el puente sobre el Forth, y en las demás naciones de Europa se han hecho ensayos de más ó menos importancia, según las ideas que acerca del acero predominaban.

Al principio, el metal que se empleó era verdadero acero, es decir, un metal cuya resistencia á la rotura se elevaba á veces á 80 kilogramos y más por milímetro cuadrado, por consiguiente muy duro, y su falta de maleabilidad unida al coste elevado; á no estar la metalurgia bastante adelantada para poder suministrar productos de calidad homogénea; á accidentes acaecidos en algunos puentes y á las experiencias hechas, tanto por el Gobierno holandés como por algunas fábricas, fué causa de que proscribiesen su empleo varios ingenieros y muchas Administraciones de Europa.

Hoy todas esas causas de desconfianza han desaparecido, y gracias á los enormes progresos hechos por la metalurgia se puede afirmar sin inconveniente alguno, que el hierro forjado quedará muy en breve en segundo término, siendo el acero el metal que ha de reemplazarle en todas las construcciones en que aquél se usaba.

Los conversores Bessemer, tan generalizados por Europa desde hace años, han dado al mercado una nueva clase de hierro obtenido por vía de fusión, que en parte posee las cualidades del acero, y que por ser muy dulce, esto es, poco carburado, tiene también propiedades que le aproximan mucho al hierro pudelado de buena calidad. El procedimiento Bessemer se ha hecho más perfecto hace algunos años por el método conocido con el nombre de Thomas-Chilchrist ó procedimiento básico, que permite obtener con minerales medianos un metal que en las variedades más dulces no cede en nada en sus ventajas á los productos obtenidos con los mejores minerales de España. Ofrece, sin embargo, este procedimiento menos garantías que el Martín-Siemens, el cual consiste en calentar en un horno de reverbero, por medio de una corriente de gas recalentado en el generador Siemens, un baño de fundición, en el cual se introduce en cantidades convenientes hierro para reducir la carburación á una proporción determinada; siendo la principal ventaja de este método, desde el punto de vista de la calidad de los productos, la lentitud de la operación, que permite continuarla hasta que las pruebas tomadas en el baño líquido patenten si la calidad obtenida es la buscada.

El metal obtenido por estos procedimientos, conocido con los nombres de *acero extra-dulce* y de *hierro fundido*, nombres que no deben conservarse, pues dan lugar á confusión, reúne excelentes cualidades desde todos puntos de vista, pues á una gran homogeneidad reúne la facilidad de obtenerse variedades en que la resistencia y la elasticidad varien entre límites

muy extensos según el deseo del Ingeniero, y una gran resistencia á los choques, cualidad importante, porque la causa de algunos siniestros en puentes metálicos ha sido el choque de vagones descarrilados, siendo su precio casi igual al del hierro; por ser así desde el año 1885 su empleo se ha generalizado en toda Europa.

Examinando las propiedades del acero de construcción comparadas con las del hierro pudelado, vemos que el hierro ordinario es un metal cuyas moléculas se han obtenido en el estado pastoso, soldadas después y estiradas más tarde bajo la acción combinada del calor y la presión. El acero que consideramos, cualquiera que sea su naturaleza, es un metal fundido, distinción fundamental que debe hacerse en la serie de compuestos ferrosos maleables tan varios, que existen hoy.

Por razón de su origen la textura del hierro soldado ó pudelado es laminar y fibrosa, mientras que la del acero es cristalina y de aspecto homogéneo. Se comprende que por estos diferentes modos de formación deben resultar propiedades distintas para estos metales. De un modo general puede decirse, que las condiciones de resistencia y alargamiento de los metales fundidos maleables, son superiores á las del hierro ordinario.

El hierro presenta en el sentido del laminado y en el transversal resistencias desiguales: las fibras de que se compone son susceptibles de separarse longitudinalmente. Las calidades que pueden obtenerse por el pudelaje varían del hierro ordinario al acero pudelado, pero se reproducen con notable regularidad y no se alteran fácilmente por las influencias físicas á las cuales puede estar sometido el hierro. El acero, por el contrario, presenta en todos sentidos casi las mismas condiciones de resistencia, pero por su naturaleza cristalina ofrece facilidad á la propagación de las hendiduras y á los cambios de estado de equilibrio molecular.

La carga correspondiente al límite de elasticidad es notablemente más elevada para los metales fundidos que para el hierro pudelado; como la resistencia á la rotura, aumenta con la dureza del metal.

Los coeficientes de elasticidad (valores de E) son sensiblemente los mismos para el acero y el hierro; parece ser para el acero  $20 \times 10^9$  y  $18 \times 10^9$  para el hierro ordinario.

El poder de resistencia de los metales fundidos á la influencia destructiva de los agentes atmosféricos depende de su composición. Se admite generalmente que los aceros manganesíferos y los aceros fosforosos son los que se alteran más rápidamente.

El metal fundido que más generalmente se admite, salvo construcciones de dimensiones excepcionales, es el hierro dulce fundido obtenido con sustancias básicas ó neutras, metal que es dúctil, maleable, que no admite el temple á ninguna temperatura, igual en su calidad; con resistencia á la ro-

tura de 42 á 44 kilogramos por milímetro cuadrado de la sección primitiva, con un alargamiento medido sobre una barra de 100 milímetros de 25 á 28 por 100, y teniendo un límite de elasticidad de 24 á 26 kilogramos.

Las condiciones de resistencia correspondientes del hierro pudelado, que generalmente se emplea en las construcciones, son: 32 á 34 kilogramos de resistencia, 8 á 10 por 100 de alargamiento y 16 á 18 como límite de elasticidad.

Esta multitud de compuestos ferrosos, esta variedad tan grande de productos metalúrgicos, tiene el inconveniente de que por la facilidad misma en variar la calidad de los metales se aune á las irregularidades que pueden nacer del sistema de fabricación, el peligro desde el punto de vista del empleo de estos productos en las construcciones de que no respondan al mismo, inconveniente contra el cual hay que prevenirse por precauciones especiales en su elección, y además la dificultad de tener una clasificación muy compleja. Bajo el nombre de acero se comprenden compuestos ferrosos maleables fundidos, bien distintos por su composición, por su modo de fabricación y por sus propiedades. La reducción de la cantidad de carbono ha permitido, como ya hemos dicho, obtener un metal fundido que por sus propiedades es asimilable al hierro pudelado, y que por esta razón se designa corrientemente bajo el nombre de *hierro fundido*; los métodos de fabricación recientemente en uso permiten producir todas las variedades de calidad intermedia entre este hierro fundido extremadamente maleable y los aceros más resistentes y duros. La clasificación se hace más difícil por cuestión de intereses comerciales.

En 1876, al celebrarse la Exposición de Filadelfia, el comité internacional que formaban los metalurgistas más eminentes, propuso adoptar la división de los productos ferrosos maleables en cuatro clases:

1.<sup>a</sup> Todo compuesto ferroso maleable, que tiene los elementos ordinarios de este metal y se obtiene, sea por la reunión de masas pastosas, sea por paquetes ó por todo otro procedimiento que no implique la fusión, y que por otra parte, no endurece con el temple; en suma, todo lo que se ha designado hasta hoy con el nombre de hierro dulce, se llamará *hierro soldado*.

2.<sup>a</sup> Todo compuesto análogo que por una causa cualquiera endurece por la acción del temple y forma parte de lo que se llama hoy acero natural, acero de forja, ó más particularmente acero pudelado, se denominará *acero soldado*.

3.<sup>a</sup> Todo compuesto ferroso maleable, que comprende los elementos ordinarios de este metal y que haya sido obtenido y colado en el estado fundido, pero que no endurece sensiblemente por el temple, se llamará *hierro fundido*.

4.<sup>a</sup> Todo compuesto análogo que por una causa cualquiera endurece por el temple, se denominará *acero fundido*.

Esta clasificación no es aceptada aún de un modo general ni en Francia ni en Inglaterra, y hasta ahora la clasificación en forja de los metales fundidos no tiene nada de exacto.

La Compañía de los ferrocarriles de París-Lyón-Mediterranée, después de muchos ensayos, ha establecido una primera clasificación, basada principalmente en la resistencia al alargamiento á la rotura y la acción del temple, y que está expresada en el cuadro siguiente:

DESIGNACION DE LOS METALES.	ACCION DEL TEMPLE.	TEXTURA.	Limite de elasticidad minima.	Resistencia á la rotura en kilogramos por mi- lmetro cuadrado.	Alargamiento por 100 á la rotura, medida so- bre 100 milímetros en el sentido longitudinal
			Kilogs.	Kilogs.	por 100.
Acero...	extra-duros. . .	Temple enérgico.	Grano fino.	» 80 á 100	6 á 8
	muy duros. . . .	id. id.	id. id.	» 78 á 80	8 á 12
	duros. . . . .	id. id.	id. id.	35 60 á 70	12 á 18
	dulces. . . . .	id. id.	id. bien hecho	33 50 á 60	18 á 22
Hierro fundi- do.....	muy dulces. . .	id. firme.	id. id.	30 45 á 50	22 á 24
	soldable. . . . .	No se temple.	Textura sedosa.	27 40 á 45	24 á 28
Hierro pudela- do.....	soldante. . . . .	id. id.	id. id.	29 35 á 40	28 á 32
	misé. . . . .	id. id.	nervio.	18 32 á 34	8 á 10
	para roblones..	id. id.	grano.	35 35	15

Otros metalurgistas consideran todo producto metalúrgico como hierro siempre que haya sido obtenido por procedimiento de soldadura ó de colocación en paquetes, y dan el nombre de acero á los productos obtenidos por vía de fusión. Así se habla de acero Bessemer, Martín-Siemens, etc., sin preguntarse si ciertos productos así llamados no entran más bien en la categoría del hierro, vista su incapacidad de tomar el temple. Otros metalurgistas estiman que la cualidad de tomar el temple es la única característica de los aceros, y llaman al hierro poco carburado que se aproxima más al acero *hierro fundido* (acero dulce), expresión que se presta á confusión.

La clasificación del Congreso de Filadelfia constituye un progreso en la solución de este problema.

Independientemente del procedimiento metalúrgico que sirve para fabricar un compuesto ferroso y de la cantidad de carbono que encierra, se puede, para los usos puramente mecánicos, establecer una clasificación, basada sobre las propiedades resistentes y sobre las cualidades elásticas de los hierros y aceros. Las primeras pueden siempre evaluarse por medio de la carga de rotura á la extensión ó á la flexión, según sea el empleo de la pieza, así como del límite de elasticidad. En cuanto á la definición de las cualidades elásticas, ó mejor de la tenacidad de un compuesto ferroso, es evidente que los experimentadores no están de acuerdo sobre este asunto.

(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.

---

(LÁMINA 114.)

(Continuación.)

Para expulsarlas de éste y llevarlas á la oficina general de aspiración, en donde se reúnen, basta cerrar la llave de la cañería de segundo orden que se ha vaciado y abrir luego la de la cañería de primero que comunica el fondo del depósito con la oficina general, dejando entrar en él al aire exterior para que ayude á la aspiración de las materias.

Liernur ha imaginado un conjunto de disposiciones muy ingeniosas para que la aspiración se ejerza constante y simultáneamente en los ramales de las cañerías de segundo orden.

El sistema Shone es análogo al anterior, solo que emplea el aire comprimido en vez del vacío relativo para lograr el transporte de las materias. En una oficina central se comprime el aire, que es enviado por medio de una cañería metálica á depósitos especiales llamados eyectores.

Cada uno de estos depósitos, que es de forma cilíndrica, comunica por la parte superior con la cañería de aire comprimido, y por la inferior con el