— DIRECTOR-DELEGADO —
JAIME FONT MAS
Plaza de Tetuán, 2, 4.°, 1.ª
Teléf. 1027 S. P. - BARCELONA

TÉCNICA

ÓRGANO OFICIAL
— DE LA —
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA —

Año XLVIII — Núm. 76

Abril 1925

SUMARIO

Notas de hidráulica. Estudio del diámetro económico en las tuberías forzadas de diámetro constante. — Los métodos de manipulación mecánica aplicados en las fundiciones.—Correspondencia de París: Estado actual de la cuestión de los métodos de ensayo de hierro fundido. — Crónica de la Agrupación.—Revista de Revistas.

NOTAS DE HIDRÁULICA

Estudio del diámetro económico en las tuberías forzadas de diámetro constante

Al proyectar un aprovechamiento hidráulico precisa el conocimiento de las curvas de régimen de los manantiales (ríos, lagos...), de las cuales derivan las curvas de aprovechamiento dependientes de las obras de regulación (embalses). Teniendo en cuenta los usos a que se va a destinar la energía eléctrica de la central y ayudándose de datos estadísticos (hoy día numerosos) y de los diagramas de explotación de centrales situadas en regiones industrialmente semejantes, siempre podrá el ingeniero trazar, de un modo suficientemente aproximado para el estudio que emprendemos, las curvas de alimentación de las tuberías correspondientes al aprovechamiento normal de la energía. Podrá en consecuencia obtenerse el diagrama de alimentación de la tubería correspondiente a un día cualquiera. Este diagragrama diario será en general variable de un día a otro dependiendo esta variación de las curvas de aprovechamiento y también, en la mayoría de los casos, de la clase de días considerados (festivos, laborables, estaciones diversas del año). En algunos casos concretos y especiales podrá tenerse el diagrama de alimentación diaria de la tubería descompuesto en los diagramas especiales correspondientes a los diversos usos de la energía (fuerza, luz...) y esta descomposición es conveniente, aunque no pueda lograrse más que aproximadamente, ya que la energía se paga a distinto precio según el uso a que se destine. En general sólo podrá trazarse el diagrama total, calculándose en este caso la energía a un precio medio correspondiente a las diversas cuantías aproximadas de los diversos usos.

El diagrama de alimentación diaria de una tubería y en su consecuencia el anual [teniendo en cuenta los diagramas de los diversos días], es la base de todo el proyecto de las tuberías, equipo de la central... y sirve de base a los cálculos que luego emprenderemos.

Empezaremos por estudiar una serie de problemas concretos, de los cuales se desprenderá fácilmente la finalidad de nuestro estudio.

o o o

Cálculo del capital correspondiente a la pérdida de carga en una tubería de diámetro constante.— Comenzaremos por estudiar el caso en que el diagrama total diario de alimentación esté descompuesto en los correspondientes a los diversos usos de la energía, pues aunque este caso sea muy especial en la práctica, la fórmula que se obtiene es la más general y de ella son consecuencia las correspondientes a los otros casos corrientes en la industria.

En todos los diagramas de alimentación tomaremos los gastos (ordenadas) en metros cúbicos segundo, y los tiempos (abcisas) en horas, ya que los precios de la energía serán por K. W. H.

Para una ordenada del diagrama de alimentación diario que se considere, sean q', q'',... los gastos y p', p'',... los precios en las barras de la

central correspondientes a los diversos usos de la energía, midiendo los precios en pesetas por K. W. H.

Para la pérdida de carga nos valdremos de la fórmula de H. Vallot que en las aplicaciones industriales sustituye con sobrada aproximación a la de M. Levy:

$$D = 0 \cdot 324 \left(\frac{Q}{\sqrt{J}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

de la que:

$$J = 0 \cdot 00245\, Q^2\, D^{-\frac{16}{3}}$$

y la pérdida correspondiente a la longitud L de la tubería será:

$$L\,J = 0 \cdot 00245\, L\, Q^2\, D^{-\frac{16}{3}} \quad \text{con:} \quad Q = q' + q'' + \ldots$$

Utilizando para la potencia la fórmula:

$$10\, Q\, H \text{ (caballos)}$$

la potencia perdida, a causa de la pérdida de carga, y correspondiente al gasto q' será en K. W.:

$$0 \cdot 018\, L\, q'\, Q^2\, D^{-\frac{16}{3}}$$

y su costo en el tiempo dt midiendo t en horas ya que p' es el precio del K. W. H.:

$$0 \cdot 018\, L\, p'\, q'\, Q^2\, D^{-\frac{16}{3}}\, dt$$

y para el costo total correspondiente a los diversos gastos y en el mismo tiempo dt, será:

$$0 \cdot 018\, L\, (p'\, q' + p''\, q'' + \ldots)\, Q^2\, D^{-\frac{16}{3}}\, dt$$

o sea:

$$0 \cdot 018\, L\, D^{-\frac{16}{3}}\, (\Sigma\, p\, q)\, (\Sigma\, q)^2\, .\, dt$$

y en consecuencia el costo total correspondiente al diagrama de alimentación diario considerado será:

$$0 \cdot 018\, L\, D^{-\frac{16}{3}} \int \left[(\Sigma\, p\, q)\, (\Sigma\, q)^2 \right] dt$$

esta integral se calculará fácilmente con las fórmulas de cuadratura en el caso de que las líneas del diagrama sean curvas o por descomposición en rectángulos y trapecios en el caso en que sean poligonales.

Mediante la fórmula anterior se calculará el costo correspondiente a los días del año teniendo en cuenta sus diagramas de alimentación y en consecuencia el costo anual de la pérdida de carga será:

$$a = 0 \cdot 018\, L\, D^{-\frac{16}{3}}\, \Sigma \int \left[(\Sigma\, p\, q)\, (\Sigma\, q)^2 \right] dt$$

Este costo representará un capital empleado en el movimiento del agua cuyo valor será, representando por r el tanto por uno a él correspondiente:

$$C = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) L\, D^{-\frac{16}{3}}\, \Sigma \int \left[(\Sigma\, p\, q)\, (\Sigma\, p)^2 . \right] dt \quad (1)$$

Cuando hay que operar con los diagramas totales diarios (como así ocurre corrientemente) representando por Q_1 el gasto total y por p_0 el precio medio adecuado, la anterior nos da:

$$C = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) L\, D^{-\frac{16}{3}}\, p_0\, \Sigma \int Q_1^3\, dt$$

Si ocurriera (cosa no corriente) que no se tuviera orientación suficiente para los diagramas, se operará con los gastos medios diarios Q_0 deducidos del diagrama de aprovechamiento anual y se tendrá:

$$C = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) L\, D^{-\frac{16}{3}}\, p_0\, \Sigma \left[Q_0^3 \int dt \right]$$

En el caso en que se estuviera falto de orientación, se operará con el gasto medio anual Q [obtenido dividiendo el agua aprovechada anualmente en metros cúbicos por el número de horas anuales de trabajo reducidas a segundos] resultando:

$$C = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) L\, D^{-\frac{16}{3}}\, p_0\, Q^3\, T$$

siendo p_0 el precio medio del K. W. H. y T el número de horas anuales de trabajo.

La fórmula general (1), de la cual son consecuencia las restantes, es de la forma:

$$C = A\, L\, D^{-\frac{16}{3}} \qquad (2)$$

con:

$$A = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) \Sigma \int \left[(\Sigma\, p\, q)\, (\Sigma\, q)^2 \right] dt$$

A esta expresión se le puede llamar *capital característico de pérdida de carga* y su valor coincide con el del capital correspondiente a la pérdida de carga en un metro de tubería de un metro de diámetro sujeta a los mismos diagramas de alimentación que la considerada. Este parámetro es la base de todos los cálculos relativos al diámetro económico y es el que lo caracteriza. Las expresiones de A en los casos corrientes estudiados anteriormente son:

$$A' = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) p_o \Sigma \int (\Sigma q)^3 \, dt$$

$$A'' = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) p^o \Sigma \left[Q_o^3 \int dt \right]$$

$$A''' = 0 \cdot 018 \left(\frac{1}{r}\right) p_o \, Q^3 \, T$$

° ° °

Capital empleado en una tubería de diámetro constante.—Este se calcula con las fórmulas halladas en el artículo relativo al peso aproximado de las tuberías forzadas publicado en la revista *Electricidad* en el número de Julio de 1921, y de ellas vamos a hacer un resumen.

No referiremos a la figura 1 en la que la línea poligonal A B C D E representa el perfil longitudinal de la tubería [a la misma escala que las alturas de agua]. La rectificación de la tubería se hace sobre la línea de nivel estático máximo correspondiendo los puntos A' B' C' D' E' a los A B C D E. En el punto *n'* correspondiente al punto *n* del colector que es el de ataque de la primera turbina (en el caso de haber varias), se coloca el segmento *m n'* de la altura de agua correspondiente al golpe de ariete máximo consentido después de multiplicarlo por un coeficiente de seguridad (corrientemente 1·5). El punto *m* se une con el A' y la recta obtenida representa las sobrepresiones máximas en las diversas secciones de la tubería rectificada. Llevando hacia abajo a partir de los puntos A' *b c a m* E' las alturas de carga estática correspondientes a los puntos A B C D *n* E, obtenemos la línea poligonal A'' B'' C'' D'' *n''* *e*, que es la línea de cargas totales.

El peso aproximado P de la tubería (en kgs.), viene dado por la fórmula:

$$P = 19 \cdot 7 \frac{D^2}{R} \text{ área } (A'PNC''D''n''E''E'A') + 14 \cdot 2 \, D . \overline{Mn'}$$

en la que: D es el diámetro de la tubería en metros; R la fatiga de seguridad en kgmm.² (corrientemente 8 kgmm.²); y el área A' P N C'' D'' *n''* E'' E' A' hay que estimarla en metros cuadrados, teniendo para ello en cuenta la escala del dibujo.

La situación del punto N de la línea de presiones totales se determina con la fórmula:

$$\overline{MN} = 1 \cdot 44 \, b \frac{R}{D}$$

en la que *b* representa el espesor en milímetros del primer trozo superior de la tubería (corrientemente *b* = 5 a 6 mm.).

Si el precio medio en pesetas de un kilogramo de tubería es *q*, el capital empleado en la tubería será:

$$C' = q \, P \qquad (3)$$

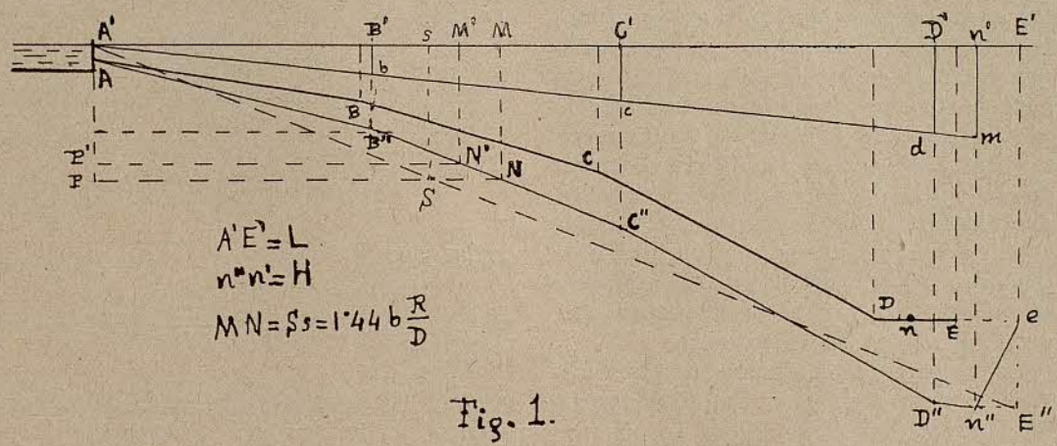

Fig. 1.

° ° °

Método gráfico para el cálculo del diámetro económico en una tubería de diámetro constante.—El diámetro económico es aquel para el cual la suma de los capitales correspondientes a la pérdida de carga y tubería es mínima. Corresponde, pues, a la ordenada mínima de la curva

$$C + C'$$

construída tomando por abcisas los diámetros y por ordenadas los capitales a las escalas convenientes.

La curva C (ecuación 2) es constantemente decreciente y la curva C' (ecuación 3) constantemente creciente, de manera que corrientemente bastarán tres puntos para determinarlas y generalmente se tomarán los diámetros correspondientes a las velocidades de 2, 4 y 5 metros, siendo

el gasto en la tubería el máximo de los diagramas de alimentación.

Obsérvese (fig. 1) que si $\overline{MN}$ corresponde a un cierto diámetro y $\overline{M'N'}$ a otro, las áreas correspondientes que intervienen en el peso de la tubería difieren en la área P' N' N M, lo que facilita el cálculo.

En el caso poco corriente en que el colector tenga fijado su diámetro por condiciones especiales, se hace el cálculo del diámetro económico prescindiendo del colector en cuanto al peso de la tubería.

o o o

Fórmula analítica para una primera aproximación.—Obsérvese que la dificultad en poder aplicar un método analítico estriba en que el cálculo del peso de la tubería depende de la situación variable de la ordenada M N en el diagrama de presiones y que aunque no sería difícil el encontrar, dado el perfil de la tubería, la situación de M N analíticamente, no vale la pena de hacerlo, ya que el cálculo numérico que nos daría el diámetro económico resultaría mucho más laborioso que el método gráfico y éste da una aproximación más que suficiente en la práctica.

Sin embargo, para un anteproyecto o un primer tanteo o siempre para tener una idea aproximada del diámetro económico (que en algunos casos podrá ser suficiente), conviene obtener una fórmula analítica que en función de datos de fácil obtención nos dé el valor aproximado de dicho diámetro.

Para el cálculo aproximado del peso podemos sustituir la línea de cargas totales de la figura 1 por la línea recta A' E'', y si al diámetro D le corresponde el segmento M N, el área que habrá que tener en cuenta en la fórmula del peso será la A' P S E'' E' A'. Designando por H la carga $n'' n' = E'' E'$ se tendrá:

$$\text{área}\,[A'\,P\,S\,E''\,E'\,A'] = \text{área}\,[A'\,E''\,E'\,A'] + \text{área}\,[A'\,P\,S\,A']$$

o sea:

$$\text{área}\,[A'\,P\,S\,E''\,E'\,A'] = \frac{1}{2}\,L\,H\left[1+\left(\frac{Ss}{H}\right)^2\right]$$

ya que el triángulo A' P S es semejante al A' E'' E' y teniendo en cuenta que:

$$Ss = M\,N = 1.44\,b\,\frac{R}{D}$$

resulta:

$$\text{área}\,[A'\,P\,S\,E''\,E'\,A'] = \frac{1}{2}\,L\,H\left[1+\left(1.44\,\frac{b\,R}{D\,H}\right)^2\right]$$

Luego el peso aproximado de la tubería será:

$$P = 9\cdot85\,\frac{D^2}{R}\,L\,H + 20\cdot4\,b^2\,R\,\frac{L}{H}$$

despreciando en la fórmula general del peso la influencia del término correctivo por ser muy poca.

Y el costo aproximado de la tubería será:

$$C' = q\,P$$

Utilizando la fórmula (1) para C, el capital total será:

$$C + C^1 = L\left[A\,D^{-\frac{16}{3}} + q\left(9\cdot85\,\frac{D^2}{R}\,H + 20\cdot4\,b^2\,\frac{R}{H}\right)\right]$$

Ya que buscamos el valor de D que hace mínimo el capital total, igualaremos la derivada respecto D a cero y tendremos.

$$-\frac{16}{3}\,A\,D^{-\frac{19}{3}} + 19\cdot7\,q\,D\,\frac{H}{R} = 0$$

de la que:

$$D = \left(0\cdot27\,\frac{R\,A}{q\,H}\right)^{\frac{3}{22}}$$

que nos dá el valor aproximado del diámetro económico en función del *capital característico de pérdida de carga* y de los parámetros R, q y H. En esta fórmula habrá que sustituir en lugar de A los valores correspondientes a los diversos casos anteriormente estudiados.

Considerando los diagramas de consumo en diversos casos industriales hemos encontrado:

$$\frac{A'}{A'''} = 1\cdot2 \div 2$$

correspondiendo el 2 al caso de diagramas de puntas que son los más irregulares y en este caso la sustitución de A por A''' introduce en el valor del diámetro un error del 8 % por defecto lo cual manifiesta que dentro la aproximación en que nos hemos colocado en el cálculo de D cabe dicha sustitución y en consecuencia aceptar la fórmula simple:

$$D = 0\cdot48\left(\frac{R\,p_0}{r\,q}\cdot\frac{Q^3}{H}\,T\right)^{\frac{3}{22}}$$

Cabe todavía encontrar una fórmula más rápida que la anterior sustituyendo R, r y q por los valores más usuales:

$R = 8$ kg. mm.^{2} $\quad q = 1\cdot5$ ptas. $\quad r = 0\cdot12$

el valor usual de r es el de 0·12, ya que hay que

capitalizar al interés que corrientemente rinde el negocio al capital en él empleado. Tendremos pues:

$$D = 0 \cdot 48 \left(\frac{8}{0 \cdot 12 \times 1 \cdot 5} p_0 \frac{Q^3 T}{H} \right)^{\frac{3}{22}}$$

Designando por B la diferencia de niveles entre el nivel máximo en la cámara de carga y el eje del colector, aceptando un 15 % para los golpes de ariete con un coeficiente de seguridad de 1·5 resulta (ya que $H = 1 \cdot 23\ B$):

$$\boxed{D = 0 \cdot 78 \left(\frac{p_0 Q^3 T}{B} \right)^{\frac{3}{22}}}$$

Al aplicar esta fórmula hay que tener muy en cuenta que p_0 es el precio medio del K. W. H. en las barras de la central y que Q se calcula como anteriormente hemos indicado.

o o o

Observaciones importantes.—Hay que tener muy presente que hoy día en las tuberías roblonadas el espesor máximo es de 26 mm. y que en las soldadas empleadas en saltos muy altos se llega a 35 mm. y quizás bien pronto a 40 mm. y por lo tanto los diámetros máximos correspondientes a la carga total H serán:

$$D = \frac{52 \varphi R}{H} \qquad D = \frac{70 \varphi R}{H}$$

fórmulas en las que φ es el módulo de costura del roblonado (triple). Tomando $\varphi = 0 \cdot 77$ y $R = 8$ kg. mm.² resultan las fórmulas aproximadas:

$$D = \frac{320}{H} \qquad D = \frac{430}{H}$$

y si para H tomamos el valor 1·23 B resulta:

$$D = \frac{260}{B} \qquad D = \frac{350}{B}$$

Está claro que el diámetro económico debe ser menor que los que acabamos de calcular, de lo contrario hay que emplear tuberías de diámetro variable o varias tuberías en lugar de una.

o o o

En saltos bajos es hoy día corriente usar tuberías de gran diámetro, las cuales hay que reforzar con aros angulares a fin de que resistan los esfuerzos debidos al peso propio y el del agua y también la presión atmosférica exterior en el caso de golpes de ariete negativos (véase TÉCNICA, Marzo 1924), y está claro que la fórmula analítica que hemos hallado anteriormente para el diámetro económico, servirá sólo para dar una primera idea del mismo y habrá, por lo tanto, de usarse el método gráfico añadiendo al peso de la tubería, calculado como ya hemos visto, el peso de los aros de refuerzo.

o o o

Diámetro correspondiente a cada virola. — No terminamos el presente artículo sin dar a conocer la fórmula que nos servirá de base para el estudio de las tuberías de diámetro variable que será objeto de otro artículo.

Sea l la longitud de la virola considerada en la tubería y a la carga total correspondiente a su extremo inferior. El peso de esta virola será: (Ver el artículo citado anteriormente).

$$14 \cdot 2 \frac{D^2}{\varphi R} l\, a \text{ y el precio: } 14 \cdot 2\, q \frac{D^2}{\varphi R} a\, l$$

siendo φ el módulo del roblonado de la misma.

El capital correspondiente a la pérdida de carga será:

$$A\, l\, D^{-\frac{16}{3}}$$

siendo A el capital característico de pérdida de carga correspondiente a la tubería.

Como que la suma de dichos capitales ha de ser mínima se tendrá igualando a cero la derivada respecto D de dicha suma:

$$-\frac{16}{3} A\, l\, D^{-\frac{19}{3}} + 28 \cdot 4\, q \frac{D}{\varphi R} a\, l = 0$$

de la que deducimos:

$$D = \left(0 \cdot 188 \frac{\varphi R A}{q\, a} \right)^{\frac{3}{22}}$$

que es la fórmula que dá el diámetro de la virola.

Conocido el diámetro el espesor se calcula mediante la fórmula:

$$e = \frac{a D}{2 \varphi R}$$

Barcelona, Marzo 1925.

JOSÉ GALÍ
Ingeniero de la E. I. B.

Los métodos de manipulación mecánica aplicados en las fundiciones

Los métodos de manipulación mecánica de materiales, en cualquier fase del proceso manufacturero, han dado siempre por resultado una rebaja en el coste así como un aumento de la producción con igual cantidad de elementos productivos. Esta regla es aplicable a todas las industrias —y por lo tanto a la de la fundición, en la que dichos métodos pueden evitar un desperdicio lamentable de mano de obra y aminorar considerablemente los gastos de explotación.

No se trata aquí de perfeccionamientos en la maquinaria elevadora, como grúas, etc., sino de la sustitución de la mano de obra por un mecanismo, y la eliminación de los períodos de inactividad de los trabajadores y del material; el objeto, en definitivo, es conseguir una *continuidad* absoluta en el proceso de fabricación, utilizando en grado máximo la potencia productora.

En una fundición, como en cualquier otro establecimiento manufacturero, el más bajo coste de explotación—y por ende el máximo de beneficio—obtiénese cuando la maquinaria productora funciona durante el 100 por ciento de las horas de trabajo, y cuando cada obrero se dedica el mayor tiempo posible a la tarea que le corresponda, es decir, aquella en la que puede rendir a la empresa el máximo de utilidad a cambio del salario que percibe... En ninguna otra industria es vulnerado ese principio de un modo más notable que en la de la fundición. El material productor sólo se utiliza durante una parte relativamente escasa de la jornada de trabajo, mientras que se emplea con frecuencia mano de obra adiestrada —por consiguiente costosa—para efectuar faenas que del mismo modo pudieran realizarse por medio de peones o de maquinaria... Para evitar tal despilfarro y conseguir más eficacia, mayor rendimiento, deben utilizarse más extensamente los medios mecánicos para el manejo de los materiales—lo cual implicará que algunos fundidores modifiquen sus conceptos respecto a las operaciones de la fundición.

Consideremos como ejemplo de qué modo se efectúan usualmente esas operaciones en un establecimiento de mediana importancia que funde piezas pequeñas o de tamaño regular. Lo mismo dá, para el caso, que los moldes estén hechos a mano o no—si bien el empleo de las máquinas de moldear constituye ya un buen paso en el sentido que indicábamos. Los moldeadores, por lo general, se pasan toda la mañana y la primera parte de la tarde confeccionando moldes, los cuales son llevados al local de «vertido» por el mismo moldeador—o algunas veces por un ayudante.—Cuando es el moldeador quien ha de recorrer la distancia que mide entre un local y otro, el tiempo así empleado resultará perdido desde el punto de vista del trabajo productivo por el cual se remunera al operario; y tratándose del moldeado a máquina la pérdida que representa es seria, pues aun cuando sea mínimo el espacio de tiempo invertido en cada molde—digamos medio minuto—

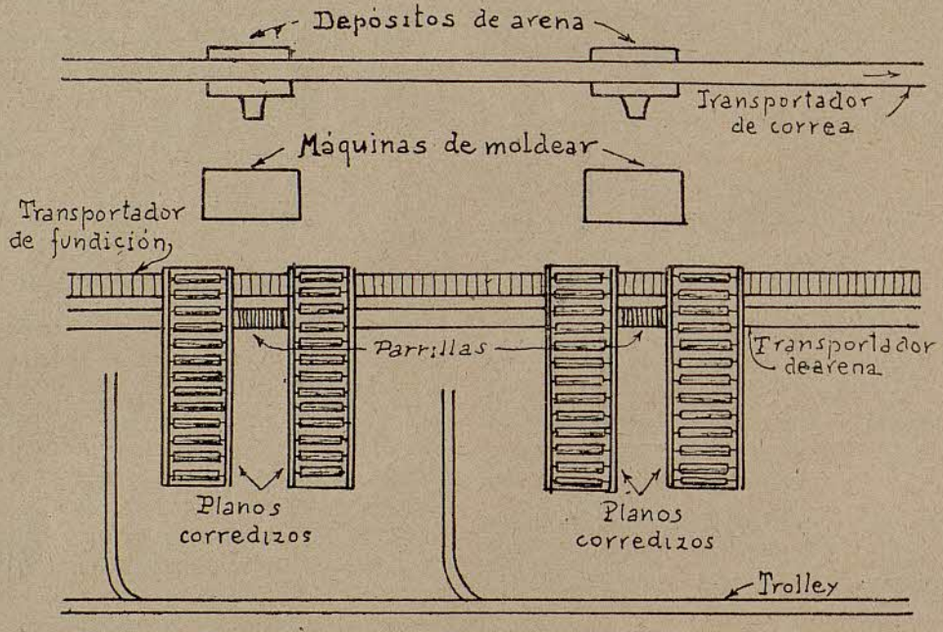

Fig. 1

el total, para una producción diaria de 100 moldes es de cerca de una hora. Este trabajo, además, que pudiera haber llevado a cabo cualquier bracero, ha sido retribuído con arreglo a la tarifa de mano de obra adiestrada.

A media tarde, poco más o menos, se vierte en los moldes el metal fundido. Los mismos moldeadores se encargan a menudo de esa operación, trasladando ese metal desde el horno de fusión al lugar en que se hallan los moldes; entretanto se ha interrumpido la fabricación de moldes, quedando sin utilizarse el utillaje de moldeado durante el resto del día... Terminadas las operaciones del «vertido», los moldeadores rompen los moldes y sacan de la arena las piezas fundidas para que se enfrien, mientras que la arena, luego de recogida, es preparada por un equipo nocturno para ser usada nuevamente al día siguiente.

Ahora bien: examinemos un dispositivo mediante el cual se pueden evitar la mayor parte de las deficiencias que hemos señalado. La figura 1 es un esquema de la instalación que permite conseguir una continuidad perfecta en las operaciones de fundido y moldeado. Un depósito al que se provee de arena mediante un «transportador» de correa suministra desde arriba la arena necesaria a las máquinas de moldear. El moldeador tiene a mano, detrás de él, dos o más planos corredizos sobre los cuales va colocando los moldes tan pronto como los acaba. Cada uno de los moldes, al ser puesto sobre el plano empuja hacia adelante al que le precede—hasta que todo está lleno. Al extremo de los planos hay un trolley aéreo mediante el cual transpórtase el metal fundido desde los hornos. Debajo de los planos, junto a la extremidad más próxima a los moldes hay dos «transportadores» movidos por correas, uno para quitar las piezas de fundición a medida que son extraídas de los moldes, y otro para transportar la arena usada a la máquina de acondicionar. Un enrejado o «parrilla» colocado sobre el transportador de arena, y entre los planos corredizos, sirve de base para el proceso de «extracción».

Ese sistema funciona del siguiente modo: el moldeador, al levantar de dentro de la máquina cada uno de los moldes, lo deja sobre el plano corredizo sin moverse de su sitio; limítase a dar media vuelta, empuja el molde hacia el plano, vuelve de nuevo a la máquina y empieza a hacer otro molde. El tiempo *efectivo* durante el cual trabaja el moldeador, así como la máquina de moldear, alcanza de ese modo poco menos del 100 por ciento de la jornada de trabajo. El horno de cúpula, por otra parte, funciona pues continuamente, hallándose el metal fundido siempre en disposición de ser vertido en los moldes. Cuando está lleno uno de los planos de rodillo, un equipo de peones «vertedores» trae hierro fundido mediante el trolley y lo vierte en los moldes. Una vez que se ha enfriado suficientemente la fundición, otro equipo de ayudantes rompe los moldes sobre la parrilla, cayendo a través de ella la arena al «transportador», correspondiente que la traslada a la máquina de acondicionar; y desde allí es distribuída por otro transportador de correa a los varios depósitos de arena que hay sobre las máquinas de moldear.

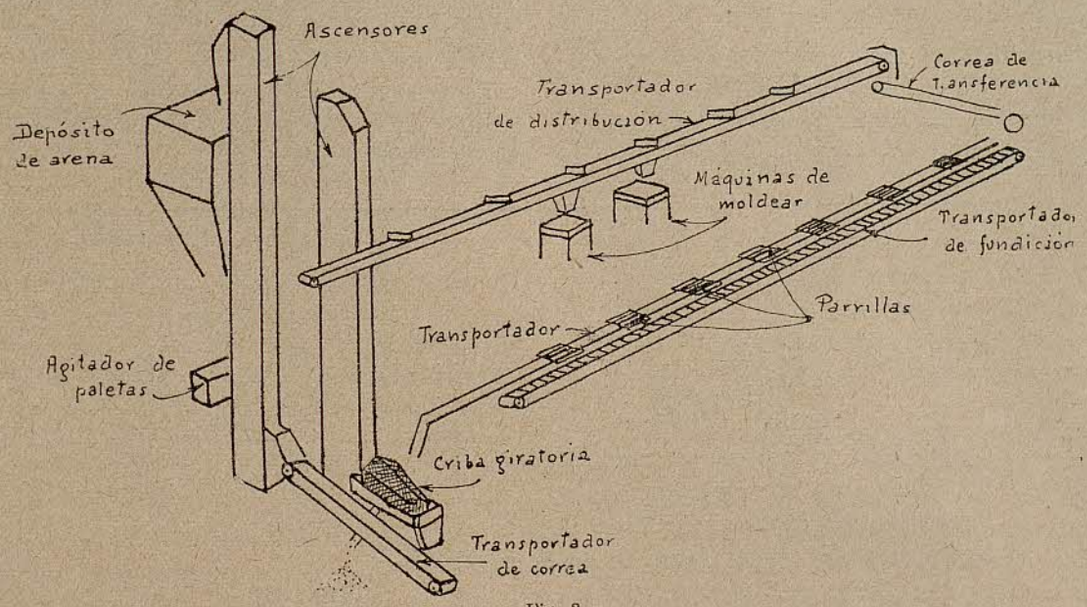

Fig. 2

Se logran de ese modo varias cosas que contribuyen a un mayor rendimiento, demostrándose la posibilidad de eliminar casi por completo los perío-

dos de inacción del personal y de la maquinaria. Con ese sistema, efectivamente, los obreros que perciben un salario alto no efectúan sino operaciones que requieren toda su pericia, mientras que el trabajo basto es realizado por braceros. Elimínase por otra parte la cantidad de capital invertido en superficie de locales destinados a la iperación de verter el metal en los moldes—superficie que permanecía sin utilizar durante la mitad del día;—y se disminuye el capital empleado en maquinaria, ya que un número menor de máquinas de moldear resulta suficiente para las necesidades de la producción, permitiendo la utilización de un material para el fundido de capacidad menor que la del que se precisaría si toda la producción diaria hubiera de «verterse» en una o dos horas...

El dispositivo que indicamos ha sido ya empleado en varias fundiciones norteamericanas; la figura 2 muestra a grandes rasgos el esquema de la instalación tal como funciona en uno de esos establecimientos. Las máquinas de moldear están situadas bajo los depósitos por sobre de los cuales pasa el «transportador de distribución» que les suministra arena. Todo el excedente de dicha arena pasa mediante la «correa de transferencia» al otro «transportador» que la devuelve al depósito de origen, situado bajo el techo. Las piezas de fundición sacadas de los moldes se colocan sobre las parrillas debajo de las cuales corre un transportador que lleva la arena a una criba giratoria en donde es despojada de los trozos de hierro que hayan podido atravesar la reja. La arena cribada pasa después al aparato de acondicionar y es elevada por un ascensor al depósito que mencionábamos; un mecanismo de alimentación la traslada luego al agitador de paletas—y, por último, otro «transportador» la lleva al ascensor, desde donde pasa al de distribución.

La economía realizada en uno de los establecimientos en que se instauró el sistema despréndese de la siguiente tabla:

	Sin el sistema de transportadores	Con el sistema de transportadores
Número de moldeadores	10	6
» » vertedores, etc.	2	4
» » fundidores (horno)	8	4
Coste diario de la mano de obra	122,40	84,00
Superficie para el moldeado	2250	390
Suplemento de capital invertido en locales	5000,00	
Suplemento de capital invertido en la instalación de moldes, etc.	4000,00	
Coste del sistema de transportadores		12000,00
Intereses, conservación, gastos, etc.		
Sobre un sistema de transportadores, al año		3000,00
Sobre suplemento de capital invertido en locales.	500,00	
Sobre suplemento de capital invertido en instalación de moldes, etc.	1200,00	
Coste suplementario de la mano de obra	11520	
Total	13220·00	3000,00
Economía líquida anual		10220,00

Como se vé caben mejoras grandes en los métodos de explotación corrientes aplicados en las fundiciones. Pocas, son tan pequeñas, que no valga la pena el instalar aparatos que reduzcan la mano de obra antes considerada como necesaria para las operaciones de fundido y moldeado de metales... La economía realizada mediante el empleo del sistema de transportadores es importante, y el capital invertido poco considerable—con tal que no se trate de piezas muy pesadas.—De todos modos quedan sobradamente compensados el interés, la depreciación, los gastos de conservación, etc., dado el ahorro efectuado en los salarios y la reducción del coste.

V. Lletget
Perito industrial.

CORRESPONDENCIA DE PARÍS

Estado actual de la cuestión de los métodos de ensayo de hierro fundido

Conferencia dada a la Asociación Técnica de Fundición Belga, por Mr. G. Masson, ingeniero A. I. Lg.

Me esforzaré en hacer un resumen tan completo y tan concreto como sea posible, de los diferentes trabajos publicados en estos últimos meses, sobre la cuestión tan interesante de los métodos de ensayos de fundición. Comenzaremos en la época del Congreso de Nancy, en Octubre de 1922, del que no poseía todavía las conclusiones escritas cuando traté la misma cuestión ante ustedes hace poco más de un año.

Después de una sesión de dicho Congreso, tuvo lugar una reunión especial consagrada exclusivamente a los métodos de ensayos, en el transcurso de la cual Mr. Albert Portevin que presidía, pronunció un discurso notable que desearía leer enteramente, pero que extracto, en razón del tiempo tan corto de que dispongo:

«Ensayar los materiales, dice Mr. Portevin, es esforzarse en definir y obtener experimentalmente uno o varios coeficientes numéricos destinados a informarnos anticipadamente de la calidad de empleo del metal de las piezas fabricadas. A primera vista, parece indicado la elección de un ensayo que diese directamente por la experiencia el valor de las características mecánicas de los materiales que intervienen en los cálculos de piezas de construcción o de máquinas, es decir, el módulo y el límite elástico. Sin embargo, bajo el punto de vista experimental, el límite elástico es un factor no solamente discutible en su concepción, no solamente convencional en su definición, sino que además es función de las condiciones y de la sensibilidad de los medios para determinarlo.

»Esta determinación exige en todo caso la medida y el registrado de deformaciones elásticas, que son extremadamente pequeñas en los materiales, de suerte que si se opera por tracción, es necesario recurrir a precauciones y dispositivos especiales y delicados que hacen salir completamente esas experiencias del dominio de las pruebas de recepción industrial.

»De otra parte es interesante el conocer los módulos de elasticidad de la «fundición» que puede variar en bastante amplias proporciones: el ensayo de tracción siendo incapaz de darnos una evaluación, hay que recurrir a otros procedimientos como los ensayos de flexión».

Mr. Portevin estima que es necesario acordar la preferencia a un ensayo que dé una de las características en cuestión: conficiente o límite elástico.

«Se cree con frecuencia, añade, que la solicitación por tracción es la que determina generalmente la ruptura o el desecho de las piezas mecánicas, pero no es exacto; las piezas se deterioran casi siempre ya sea por gastarse, ya sea por agrietarse progresivamente bajo los esfuerzos repetidos o las vibraciones; y rara vez por choque único, y excepcionalmente por tracción pura, caso realizado por los alambres de suspensión, cables, tensores, etc.

»Además, el concepto de la tracción pura igual que el modo de deformación simple, está lejos de realizarse efectivamente en los ensayos y seguirá siendo un ideal mientras no se destruyan las flexiones parásitas que acompañan siempre el ensayo de tracción».

Mr. Portevin declara no querer criticar sistemáticamente el ensayo de tracción; desea simplemente *colocarlo en el sitio que le corresponde*, es decir, en la misma categoría que los demás: «Bajo ningún punto de vista constituye el ensayo prototipo que deba servir obligatoriamente de término de comparación para juzgar el valor de los diversos métodos de ensayo. *Excelente en ciertos casos, no significa nada y no tiene ningún valor en otros.*

»Es necesario elegir el método de ensayo, el más apropiado según las propiedades de la materia ensayada, según el objeto que se propone obtener y según el uso al cual se destinan las piezas.

»Para estar significativo, eficáz, práctico y probante, un ensayo de recepción debe llenar obligatoriamente las condiciones siguientes:

»1º Dar un valor numérico y si es posible registrable gráficamente a fin de reducir al mínimum las divergencias de interpretación y las discusiones.

»2º Ser sensible.

»3º Ser exacto.

»4º Ser simple, rápido y económico a fin de que incite a la multiplicación y que no sea una traba, sino un auxiliar de la fabricación.

»Bajo este punto de vista, es de desear que el

ensayo adoptado pueda servir no solamente de prueba de recepción, sino de registro permanente de la fabricación, a fin que esta pueda dirigirse de una manera segura y reducir al mínimum los desechos de recepción que son siempre muy onerosos».

Mr. Portevin recuerda que la estructura y las propiedades del metal colado son función de la temperatura de colada y de la velocidad de enfriamiento; la influencia de estos dos factores es variable con la composición química de la fundición. Las propiedades mecánicas dependen del espesor de las piezas, de la naturaleza de las paredes del molde y en una misma pieza podrán variar entre la periferia y el centro; los resultados mecánicos variarán por consiguiente según el espesor de las piezas coladas, el emplazamiento y las dimensiones de la probeta de ensayo, de lo que resulta que las propiedades mecánicas de piezas de espesores desiguales, coladas con una misma fundición líquida, pueden ser tan diversas como las de piezas idénticas coladas con fundiciones absolutamente diferentes.

Parece por consiguiente ilógico el querer calificar el valor mecánico real de una pieza mecánica de fundición ensayando una probeta colada separadamente. El empleo del ensayo a la bola está muy indicado para la fundición y nos da un medio de salir del círculo vicioso que señalábamos.

En rigor, la identidad de dureza no prueba la identidad de materia, pero la identidad de materia indica una identidad de dureza y Mr. Portevin añade después:

«La diferencia de dureza entre la superficie y el centro de la pieza es una prueba de la sensibilidad del método.

»Poseemos por consiguiente un medio simple de hallar una condición necesaria, sino suficiente, de homogeneidad de una pieza y de comparación entre diversas piezas de forma y de dimensiones idénticas».

El Presidente somete a modo de conclusión las consideraciones siguientes a la deliberación de la Asamblea:

1º El ensayo de calificación y de recepción de la fundición se hará sobre las piezas mismas y no sobre probetas coladas separadamente.

2º El ensayo será individual, es decir, que se aplicará a las piezas fabricadas o bien se hará por elección de una pieza después de la prueba individual a la bola.

3º La probeta elegida será bastante pequeña para que pueda obtenerse de las piezas las más diversas, y en fin, el ensayo deberá hacerse sobre una porción de metal homogéneo.

4º La elección del método se hará examinando sus calidades intrínsecas (expresión numérica del resultado, sensibilidad, precisión, etc.) y su valor de empleo, y no según su comparación con una prueba admitida como tipo.

5º En las experiencias de comparación entre los diversos procedimientos de ensayo, convendrá verificar por la prueba de dureza o la bola la homogeneidad y la uniformidad de calidad del metal que sirva de término de comparación.

Después de esta notable exposición de Mr. Portevin seguida de una corta discusión, la Asamblea adopta por unanimidad las decisiones siguientes:

1º Sobresee a la decisión relativa a los ensayos de recepción sobre piezas o sobre probetas separadas; los asistentes reconocían unánimemente que los resultados mecánicos de probetas coladas separadamente no tienen ninguna significación si se quieren juzgar por ellos las propiedades mecánicas reales de las piezas coladas; que las probetas elegidas y *sobre las cuales* se harán los ensayos, serán de dimensiones tales que podrán obtenerse ya sea en las barras coladas separadamente, ya sea en las piezas mismas, y por consiguiente deberán ser de pequeñas dimensiones, lo que será además una garantía de homogeneidad.

2º Se procederá lo mismo por medio de las Asociaciones Técnicas que por medio de concursos individuales de fundidores, a ensayos comparativos de los métodos siguientes:

a). Ensayos a la bola Brinell (bola de 10 m/m. carga de 3.000 kilos).

b). Ensayos de flexión sobre probetas tipo Fremont.

c). Ensayos de cisallamiento sobre probetas redondas o prismáticas de 25 m/m. de sección.

d). Ensayos de fragilidad por choque único sobre probetas de las mismas dimensiones que las adoptadas para la flexión.

Estas decisiones han sido confirmadas, como todos sabéis, por una reciente circular de la Comisión especial que se crea en el seno de nuestra Asociación, pero esta Comisión preconiza además por iniciativa de Mr. Pomerenke, dos categorías de probetas: las que provienen de piezas que no han sido utilizadas y las que provienen de piezas que han sido utilizadas.

En el mismo Congreso de 1922, Mr. Seigle, Profesor de la Escuela de Minas de Nancy, ha presentado un trabajo interesante titulado: «Características mecánicas de las fundiciones moldeadas». En esta memoria había algunos diagramas de ensayos. La resistencia a la tracción (trazos interrumpidos) varía de 10 kilos por m/m.^{2}

para las fundiciones con granos muy gruesos, a 25-30 kilos para las fundiciones con granos finos y baja de nuevo a menos de 10 kilos para las fundiciones blancas.

El diagrama de la flexión (trazo lleno) sigue la misma marcha, con cifras de resistencia más elevadas; la inclinación más rápida de la curva de tracción proviene sin duda de rupturas prematuras debidas al efecto parásito que acompaña la tracción.

En la resistencia al choque, la curva es notablemente neta: hay una diferencia considerable entre los resultados del choque con barras de granos finos y con barras de textura gris o blanca.

Con la bola de Brinell, el diagrama de la «impresión» de la bola va disminuyendo, es decir, que el número del coeficiente Brinell va aumentando de las texturas grises a las texturas finas y blancas; las condiciones del trabajo en las máquinas herramientas varían en el mismo sentido. Debe notarse que las fundiciones que dan los mejores resultados a la tracción, a la flexión y al choque, tienen un número de Brinell que no pasa de 220; es por consiguiente peligroso comparar sin precauciones los resultados de esos diferentes ensayos con las cifras de dureza.

Mr. Seigle señala que en su opinión, el ensayo Brinell traduce demasiado, algo que es local, lo que es muy bien, dice, para darse cuenta de la diferencia entre dos lugares, entre las partes delgadas y espesas; pero en las fundiciones de las piezas fundidas, hay con frecuencia una grande diferencia de texturas entre la superficie de la pieza donde por la fuerza de las cosas se hace en general la impresión y las partes internas; lo mismo que hay entre las partes coladas en verde y las coladas en moldes estufados.

Así, una barra de 40×40 de sección a la que se habrá cepillado ligeramente la superficie, puede ser sensiblemente menos grafítica en esa superficie que en el interior; el ensayo Brinell sobre esta superficie puede por consiguiente tener una relación muy pequeña con la resistencia de las barras a la flexión o a la tracción, operaciones que interesan toda la masa del metal.

En el Congreso de París, en Septiembre de 1923, Mr. Seigle presentó un nuevo trabajo titulado: «Algunos resultados de ensayos mecánicos de fundiciones». Creo interesante leeros el párrafo consagrado a los ensayos de tracción:

«*Irregularidades de ensayos de tracción.*—Se puede decir que los ensayos de tracción sobre barras de fundición no disfrutan del favor público a pesar de estar previstos en la mayoría de los pliegos de condiciones. Eso se comprende sobre todo en los casos en los que las probetas están coladas separadamente y puedan tener una textura completamente diferente de la de la pieza, pero hasta las probetas coladas con las piezas y separadas de éstas por medio de máquinas herramientas, se les reprocha con razón que el menor defecto de rectitud de las probetas produce un esfuerzo de flexión que provoca una ruptura más o menos prematurada; además, los defectos, aunque sean pequeños, tales como sopladuras, gotas frías, arena o escoria inclusa, pueden reducir la carga de ruptura de una manera desproporcionada a su importancia.

»Para las probetas de fundición blanca, coladas brutas de pequeña sección, es muy difícil obtener una sección conveniente, perfectamente sana, que someter a la tracción y que permita precisar una cifra de resistencia real del metal a la tracción lenta; de modo que la carga de ruptura determinada por una medida industrial será más o menos inferior a lo que hubiese podido dar una probeta perfecta de la misma fundición.

»Un ejemplo de anomalía de tracción en mis ensayos recientes ha sido el siguiente: Deseoso de darme cuenta de la influencia de un agujero practicado en un barrote de tracción, tomé la probeta de 16×16 m/m. en fundición hematita gris taladrada transversalmente por un agujero de 5 m/m. de diámetro bien centrado.

»La sección de la probeta en la parte no taladrada era por consiguiente: $16 \times 16 = 256$ m/m.^{2} y la sección en el sitio del agujero simplemente $16 \times 11 = 176$ m/m.^{2}; los resultados fueron los siguientes:

»Varias probetas se rompieron por la zona del agujero bajo la carga de 3.000 a 3.200 kilos, o sea:

$$\frac{3.000 \text{ a } 3.200}{176} = 17 \text{ kilos a } 18 \text{ kilos por m/m.}^2,$$

pero dos probetas se rompieron fuera del agujero con cargas de 2.300 a 2.600 kilos, lo que con relación de la superficie de 256 m/m.^{2} representa solamente 9 a 10 kilos por m/m.^{2}; las secciones de ruptura no tenían sin embargo más que muy pequeños defectos en un ángulo.

»Las probetas normales de la misma fundición y de la misma sección pero sin agujero, daban de 16 a 17 kilos de resistencia por m/m.^{2}».

Y quisiera daros también cuenta de algunas observaciones que el autor hace a guisa de conclusiones de su interesante memoria:

«*Los ensayos mecánicos y la calidad de las piezas moldeadas.*—En resumen, para las necesidades de la práctica haciendo *a la vez* ensayos de

cisallamiento, tal como los preconiza Mr. Frémont, sobre una probeta pequeña obtenida por perforación de la pieza misma, y ensayos de Brinell, se obtendrán indicaciones útiles sobre lo que es la fundición en el sitio mismo donde se extrae la probeta.

»Referente al fósforo, conviene no perder de vista que este elemento será muy útil en muchos casos a causa de la fluidez que comunica a la fundición a pesar de que la resistencia al choque sea menos favorable que la de la fundición hematita, y con una mejor resistencia a la tracción y a la flexión para las texturas finas que se pueden fácilmente trabajar.

»Prácticamente, la importancia de la producción de los lingotes del Este de Francia, de primera o de segunda fusión con 1,50 a 2 % de fósforo, es la mejor prueba del interés práctico de esos lingotes.

»Creo interesante señalar con este motivo un artículo de la revista americana «Iron Age» del 21 de Diciembre de 1922, relativo entre otras cosas a la impresión causada en los Estados Unidos por el empleo de lingotes fosforosos del Este de Francia, importados en el momento en que el metal faltaba a consecuencia de la huelga de los mineros; que es el más notable de todos los ensayos hechos con lingotes extranjeros según dice el autor del artículo, ha sido el descubrimiento de que los lingotes fosforosos de Francia, Bélgica y Luxemburgo podían emplearse prácticamente en todas las ramas de la Fundición, no solamente sin disminuir la calidad del producto, sino con frecuencia mejorándola.

»A principio se pensó que sólo las fundiciones de tubos podrían emplear dichos lingotes, pero se advirtió y con sorpresa, que hasta para las piezas mecánicas, se podía utilizar hasta 40 % sin reducción apreciable de la resistencia a la tracción.

»Muchos fundidores han hallado que hacían piezas pequeñas más sanas, de mejor aspecto y más fáciles de trabajar...

»Si las ventajas del fósforo en las piezas de fundición moldeadas bajo el punto de vista de la obtención de piezas sanas, contracción menor, etc., puede obtenerse sin reducción de la carga de ruptura, parecería lógico examinar la producción de lingotes fosforosos en los Estados Unidos; pues la experiencia, resultado de esta importación de lingotes extranjeros, puede tener consecuencias importantes sobre la metalurgía de la fundición.

»El hecho de obtener piezas coladas sanas, debe, en efecto, constituir siempre el primer objetivo del fundidor, porque, ¿de qué servirá obtener una pieza fundida con características mecánicas notables en las partes sanas, si las regiones defectuosas, sopladas o porosas son numerosas o interesan ya sea secciones particularmente fatigadas, ya sea las superficies destinadas a los frotamientos?

»En la práctica son muy numerosos los casos en los cuales la aplicación estricta de las fórmulas de resistencia de materiales conduciría a espesores de piezas demasiado pequeños, mientras que las fórmulas empíricas establecidas por la práctica, obligan a observar siempre espesores mínimos para hacer la colada industrialmente posible».

En el mismo Congreso de París, Mr. Ledésert ha propuesto un programa de estudios de métodos de ensayos; recomienda una probeta de sección rectangular (25 × 100 m/m.), obtenida de fundición con la pieza a comprobar, contigua a la parte más maciza de dicha pieza adherente por uno de sus pequeños costados, el costado opuesto estando en contacto con una pieza de fundición de espesor determinado que servirá de enfriador o coquilla. Después de la colada, la probeta se separa de la pieza y se ensaya la fundición en tres lugares distintos: 1º En la parte inmediata a la pieza colada; 2º hacia el medio del espesor de la probeta; 3º lo más cerca posible de la parte te templada. Mr. Ledésert estima que el promedio de esos resultados dará la característica *cierta* de la calidad del metal empleado.

En fin, el Profesor Moldenké, de los Estados Unidos de América, ha dado lectura a un trabajo notable sobre el conjunto de la cuestión de los métodos de ensayo y señalo con gusto algunas reflexiones muy juiciosas:

«Existe un verdadero deseo lo mismo entre los productores como entre los consumidores de productos de fundición, de ser también informados, como sea posible, sobre el carácter y el valor de las piezas antes de ponerlas en servicio.

»Para un gran número de piezas, el comprador se contenta con la reputación del fundidor elegido como garantía de la calidad de los productos, y si todas las fundiciones fuesen capaces y deseosas de producir solamente la mejor calidad de piezas, serían apenas necesarios los pliegos de condiciones. Pero, para la protección del consumidor y para cubrir la responsabilidad del fundidor mismo, es de desear que existan métodos de ensayo simples pero sobre los cuales se pueda sin embargo contar, que permitan asegurar la buena calidad de las piezas de fundición moldeadas cuando su importancia es suficiente para justificar los cuidados y los gastos que los ensayos ocasionan.

»Probablemente el desarrollo más interesante

del método de ensayo de juzgar una pieza por medio de pequeñas probetas obtenidas directamente en la pieza misma es el de Frémont.

»Un pequeño trépano retira una probeta de metal de la parte elegida de la pieza y se someterá a un ensayo de cisallamiento.

»Toda la ingeniosidad de ese método y la exactitud relativa obtenida por la relación del ensayo de cisallamiento al ensayo de tracción para ensayos individuales, no impiden la objeción fatal, que esos noyos de metal no representan más que ellos mismos y no toda la pieza.

»Las probetas no pueden tomarse en las partes de las piezas sometidas a los esfuerzos, sino que habitualmente provienen de porciones más espesas, de donde se pueden retirar sin perjuicio. Si se considera el hecho que una probeta tomada cerca de la superficie de un tubo de 6 pulgadas puede ser tres veces más resistente que una probeta tomada en el centro, los cuidados y el precio del método parecen no estar en relación con los resultados obtenidos. Si las piezas fuesen racionalmente homogéneas, de la superficie al centro, y si no hubiese que tener en cuenta las tensiones interiores o la contracción, el método Frémont parecería casi ideal bajo el el punto de vista científico aunque más bien costoso bajo el punto de vista práctico.

»La idea fundamental que debe tenerse constantemente en la memoria es que las probetas no representan las piezas hechas ni siquiera la fundición, sino solamente la calidad de la fundición empleada para colar las piezas, de donde resulta la importancia suprema de dar a la fundición colada en las probetas toda facilidad de solidificarse de manera natural sin refuerzo artificial, ni condiciones contrarias que puedan disminuir los resultados.

»Las condiciones necesarias para obtener eso, las enumeramos después.

»Se notará que este método de ensayo comporta una confianza en la reputación del fundidor y en la calidad de su trabajo, porque cualquiera que sea la calidad del metal que se cuele en un molde, puede estropearse por un moldeado o método de colada defectuoso.

»El empleo de probetas separadas produjo pronto complicaciones entre el vendedor y el comprador porque en la fundición la naturaleza humana está dispuesta a aprovecharse de la posibilidad de substituir probetas de fundición más resistentes a las que hubieron debido ser presentadas y que el comprador está dispuesto a pensar que todas las probetas que no ha visto colar él mismo, lo han sido en fraude.

»Entonces se produjo el deseo de fijar las probetas a las piezas formando parte del mismo molde, lo que significa una probeta mucho más corta y particularmente para los trabajos del Estado y para los negocios en gran escala, este método indeseable de probetas, está todavía en uso.

»Por la fundición, los resultados son completamente diferentes según que la probeta se coloca arriba, en medio o abajo en el molde; si existen tensiones en esa parte, si la acción del recocido por las masas del metal no afectan los resultados del ensayo, y según las probabilidades que hay de mantener intacta la probeta sobre la pieza durante las diferentes operaciones de desmoldeado, de limpieza y de transporte.

»Se puede expresar la esperanza, de que el moldeado de tales probetas (que con todas las dificultades que resultan se efectúan técnicamente en malas condiciones), podrá evitarse en el porvenir».

Después, Mr. Moldenké expone de una manera detallada lo que es la probeta arbitral americana actualmente empleada y las circunstancias que han hecho adoptar ese tipo.

Y llego, señores, al acto de la reunión de la Comisión Internacional de Nuevos métodos de Ensayos de Fundición del 15 de Septiembre último sobre el buque que conducía de París a St. Germain los miembros del primer Congreso Internacional de Fundición.

Mr. Portevin que presidía asistido de Mr. Ronceray, recuerda que en su sesión del 12 de Septiembre, el Congreso Internacional de Fundición votó la resolución siguiente:

El Congreso Internacional de Fundición, reunido en París, estima que el ensayo mecánico de las fundiciones difiere según que se quiera calificar la fundición que entra en las piezas moldeadas o calificar las piezas moldeadas en ellas mismas.

Pide que se tomen disposiciones para estudiar separadamente esos dos casos, pues el primero parece susceptible de una solución más rápida que el segundo.

Queda bien entendido que el ensayo de la calidad de la fundición obtenida por probetas separadas no da, de ninguna manera, informes sobre la calidad de las pieza coladas con dicha fundición.

Decide que una Comisión mixta se nombre entre las diferentes naciones representadas para establecer todas las proposiciones útiles a fin de adelantar estos ensayos.

Se decide después por unanimidad que Mr. Ronceray, Secretario de la Comisión Internacional, centralizará las opiniones americanas e inglesas

y se encargará de comunicarlas a las otras delegaciones.

En el curso de la reunión, se propuso por los Sres. W. Wood (Estados Unidos) y W. Jolley (Inglaterra), que todas las naciones tuviesen conocimiento de los trabajos ingleses y americanos sobre las probetas separadas, reservándose la facultad de criticarlos y de proponer otros métodos; que después se tomará si es posible una decisión para proponer un método internacional para ensayar la calidad de la fundición que forma las piezas moldeadas.

En lo que concierne a la calidad de las piezas de fundición moldeadas, se admitió por unanimidad que no es posible formular inmediatamente proposiciones precisas y se invita a todas las delegaciones a presentar sus sugestiones o sus opiniones sobre este punto.

La Asociación de Fundidores ingleses ha enviado a cada una de las extranjeras una copia de su «Proyecto de especificación para las piezas en fundición gris». Dicho documento de gran interés debería leerse enteramente.

La interesante Conferencia de Mr. Masson, Presidente de la Asociación Técnica de Fundición Belga, necesita un comentario por pequeño que este sea.

Lo primero que salta a la vista es la seriedad con la que los fundidores belgas representados por su Asociación Técnica de Fundición, se preocupan de este problema tan interesante en sí, y el esfuerzo metódico que se preparan a producir para que su país esté dignamente representado en el próximo Congreso Internacional donde estos asuntos se discutirán. No dudamos que como se produjo en Nancy, en el año 1922, los belgas se presentarán en falange compacta, aguerridos y disciplinados, habiéndose repartidos los papeles, especializándose cada uno en su cosa, y presentando el espectáculo digno de alabanza y de imitación que ya ofrecieron más de una vez.

Es de esperar que el Comité español para los estudio de los métodos de ensayo pueda presentar un digno «pendant» al esfuerzo belga.

Para ello, será necesario estudiar muy seriamente los métodos de ensayo clásicos y modernos y presentar un paralelo de ambos, concluyendo sobre lo *que debe desecharse* y *lo que debe conservarse*, pues verdaderamentee hay mucho malo en los métodos clásicos, hasta el punto, de que hemos podido oir tratar la cuestión humorísticamente que es como algunas veces se suelen decir las verdades más desagradables, en la forma siguiente:

Después de haber discutido largo y tendido sobre las ventajas de los métodos de ensayo respectivos, decía el metalurgista partidario de los métodos modernos a su contrincante: Tengo un chico con tifoidea, he mandado su hermano a la clínica de un doctor muy reputado para que le ausculte y examine, y si fuese necesario, hagan los análisis bacteriológicos necesarios para determinar las complicaciones posibles de la enfermedad de su hermano.

Ante semejante declaración, el metalurgista partidario de los ensayos de fundición por tracción y choque, se sorprende y declara paladinamente que no comprende cómo se puede pretender conocer el estado de salud y los elementos patógenos que puede ofrecer un chico, auscultando y analizando los humores de un hermano menor; a lo que contestó el primero para justificarse.

Hago eso por analogía con el método que siguen ustedes, ensayando y analizando la estructura y la composición mecánica y química de una probeta que no tiene nada que ver con la pieza colada al lado, *que tiene seguramente menos relación con ella que pueda tener mi hijo menor con su hermano enfermo*.

Esta explicación humorística representa las cosas mejor que todas las explicaciones serias y las aberraciones en que suelen caer personas muy distinguidas por la fuerza del hábito y el prejuicio establecido, defectos de los que es necesario redimirse.

Fábrica Española de Automóviles "ELIZALDE"

Turismo: 6/8—15/20—18/30 HP. (4 cilindros)
20/30 y 50/60 HP. (8 cilindros)

Industria: 6/8 HP. para 500 kilogramos.
15/20 HP. para 1,000 y 1,500 kilogramos,

Talleres y Despacho: Paseo S. Juan, 149 - BARCELONA

CRÓNICA DE LA AGRUPACIÓN

Concurso anual de 1925

En la página central correspondiente a los anuncios publicamos las Bases por que ha de regirse el Concurso Anual de 1925 que en cumplimiento del artículo 81 de nuestro vigente Reglamento ha convocado la Junta Directiva en su sesión del 6 del actual mes de abril.

Sección de Enseñanza, Economía e Higiene industrial

Reunida en sesión plenaria el día 27 de febrero último, acordó proceder a fijar el criterio de la Agrupación en materia de enseñanza y una ponencia que integran los Sres. Doménech, Cirac y Mañas y que se reúne todos los viernes a las siete de la tarde, está procediendo a realizar los estudios necesarios para poder llegar al resultado que se desea.

Todos los compañeros, pertenezcan o no a la «Sección», quedan invitados a colaborar en los trabajos de dicha ponencia.

Cumpliendo otro de los acuerdos del pleno del día 27, se celebró una reunión de los inscritos que desean constituir la subsección de Economía y como resultado de la primera reunión se ha solicitado de los centros oficiales y corporaciones económicas el envío de sus publicaciones a fin de nutrir nuestra biblioteca con lo más interesante e indispensable referente a esta clase de estudios.

Revista de Revistas

Revista General de Marina (Febrero de 1925)

Las lámparas de emisión electrónica y sus aplicaciones a la Astronomía.—El general Ferrié, Inspector de Radiotelegrafía militar francesa y enviado por su gobierno al Congreso de la Unión Internacional de Geodésia y Geofísica celebrado últimamente en Madrid, expuso ante un grupo de personalidades de nuestra Armada algunas de las más modernas aplicaciones de la lámpara De Forest.

La «Revista General de Marina», en el número de Febrero último, dedica buen número de sus páginas a tan interesante tema, y después de dar una exposición sumaria de las propiedades de las lámparas de tres electrodos, y de tratar con bastante extensión de lo relacionado con las células fotoeléctricas, que, como se sabe se basan en la propiedad de que si se hace incidir un haz de luz sobre una superficie de potasio se produce una emisión de electrones, tanto más importante cuanto la luz sea más rica en las radiaciones más refrangibles del espectro visible, pasa a ocuparse de la asociación de lámparas fotoeléctricas y de lámparas de tres o de cuatro electrodos, para explicar su utilización a diversas operaciones astronómicas de la mayor importancia.

Entre estas operaciones, descuella por su enorme interés la que lleva consigo aparejada la determinación de la hora, y con el empleo de las células fotoeléctricas de potasio puede sustituirse el ojo del observador. Por este procedimiento, que se halla perfectamente explicado en el trabajo citado, ha registrado varias veces el Sr. Jouaust, del Observatorio de París, el paso de la estrella Vega por el meridiano.

Entre otras aplicaciones de las células fotoeléctricas merecen citarse la de distribución y recepción de la hora, para lo cual pueden ser empleadas en la producción de las ondas hertzianas que sirvan para la emisión de señales horarias.

Pueden, de igual modo, servir para la producción de señales radiotelegráficas de muy corta duración separadas unas de otras por intervalos rigurosamente iguales, regidos por las oscilaciones de un péndulo.

Para la recepción de señales horarias tienen las lámparas de tres electrodos una importancia capital. Gracias a ellas ha sido posible crear aparatos receptores que permiten oir o registrar señales horarias a distancias cualesquiera con una precisión tan grande como desearse pueda.

La Oficina Internacional de la hora (Observatorio de París) dispone de aparatos receptores que le permiten registrar y comparar fácilmente las señales horarias de las grandes estaciones, aun las más lejanas como Saigon, en la Indochina y Annápolis en los Estados Unidos. De otra parte las señales horarias científicas de Burdeos son utilizadas para operaciones geodésicas emprendidas en diversas partes del globo tan distantes unas de otras como lo son las que se están realizando en el Africa Central, Australia, Canadá, etc., gracias a la perfección de los aparatos receptores, constituídos por medio de lámparas de tres electrodos.

También se han realizado numerosos ensayos para utilizar las propiedades de las células fotoeléctricas con objeto de crear un nuevo método de fotometría estelar y para medidas de la intensidad de la gravedad.

En una palabra, es un trabajo que han de leer con la mayor atención e interés cuantos deseen hallarse al corriente de las cada día más grandes aplicaciones de la lámpara de De Forest.

Memorial de Ingenieros del Ejército (Marzo de 1925)

«El Salto de Dúrcal», por D. Alfredo Velasco y D. Guillermo Ortega.—En el número citado se publica una completa descripción del salto de Dúrcal, construído por la Sociedad Anónima «Fuerzas Motrices del Valle de Lecrín», salto que toma

sus aguas del río del mismo nombre, río que tiene su origen al pie de la Veleta, en Sierra Nevada. El salto citado se halla enclavado poco después de la confluencia de dicho río con el barranco del Caballo, barranco que baja casi directamente del cerro así llamado, uno de los más altos de la divisoria.

El caudal aprovechable, en estiaje máximo en invierno, es de unos 450 litros-segundo. La presa es de hormigón hidráulico en masa y está situada en la cota 1.632,16 y sus dimensiones son 15 metros de longitud y 2,20 de altura.

El canal de conducción tiene una longitud de 9.580 metros y está revestido y enlucido de cemento en toda su longitud. Cuatro kilómetros de dicho canal han debido perforarse en túnel. Su sección es de $1{,}20 \times 0{,}80$ metros en cielo abierto y $1{,}80 \times 1{,}20$ metros en túnel. Su pendiente es igual a 10 milésimas por metro.

La altura del salto es de 758,80 metros, lo que le coloca en el segundo lugar entre los saltos más altos de España y es uno de los de mayor altura de Europa. La potencia utilizable es durante todo el año de unos 4.000 caballos.

El diámetro interior de la tubería forzada es constante en toda la longitud de la misma—2.196 metros—e igual a 500 milímetros. Está formada por tubos de acero Martín-Siemens, soldados, cada uno de los cuales tiene una longitud de 12 metros. Su espesor varía de 7 milímetros, junto a la cámara de agua, a 23 en la unión con la válvula general automática de entrada en las turbinas. Los tubos construídos en Dilling (Alemania) fueron escrupulosamente probados en fábrica a una presión 50 % mayor que la presión estática que deben soportar cuando presten servicio.

Hay instaladas dos turbinas iguales que se hallan directamente acopladas a dos alternadores. Las características de las turbinas son:

Caída neta	708 metros
Gasto	258 litros por segundo
Potencia	2000 caballos
Velocidad	1000 revol^{nes}-minuto
Rendimiento a plena carga	0,82
Id. a cuarto de carga	0,65

Las características de los alternadores son:

Potencia	1.700 kilowatios
Tensión	3.000 voltios
Intensidad normal de la corriente	327 amperios por fase
Frecuencia	50 períodos
Cos φ igual a 1	94 %
Cos φ igual a 0,8	93 %

La corriente suministrada por los alternadores se eleva a 25.000 voltios para su transporte a Granada, ciudad que se halla situada a unos 30 kilómetros de la central productora, de una parte, y otra se eleva a 60.000 voltios a cuya tensión es transportada a Almería (120 kilómetros aproximadamente).

Existen pues dos líneas de transporte, una a 25.000 voltios y otra a 60.000. La primera lleva la energía a las subestaciones de Padul y Granada, de la Sociedad de Tranvías, en las que se transforma la corriente en continua a 600 voltios, y la otra línea a 60.000 voltios la conduce a la estación reductora de Santafé de Mondujar, en donde se reduce a 25.000 voltios para entrar en Almería a este último voltaje.

Todo el material eléctrico de esta importante instalación, como alternadores, cuadro, transformadores, etc., ha sido suministrado por los Talleres de Construcción *Oerlikon*.

J. F. M.

Conferencia de D. Fernando Reyes

Esperando poder informar a los lectores de «Técnica» en forma apropiada a nuestra publicación acerca de los proyectos de nuestro ilustre compañero D. Fernando Reyes, copiamos hoy de «A B C», de Madrid, las siguientes líneas:

«En la Cámara de Comercio habló anteayer el ingeniero D. Fernando Reyes sobre su proyecto «El enlace ferroviario Norte-Atocha y Estación Central como obra de vital interés para Madrid».

Después de breve discurso de presentación por el Sr. Prast comenzó el Sr. Reyes examinando el sistema ferroviario peninsular, fundado en los tres ejes o grandes líneas existentes: Port-Bou, Barcelona-Madrid-Lisboa, Irún-Madrid-Andalucía y Asturias-Madrid-Levante, y señalando cómo la truncadura o solución de continuidad existente en Madrid, obligando a la explotación racial sobre las tres estaciones de rechazo, acarrea la obstrucción de la red y el escaso rendimiento del material ferroviario y dificultad de los transportes, que aun con elevadísimas tarifas no llegan a cubrir los gastos de la explotación por tal sistema.

Expuso el proceso de formación de los atascos de material sobre Madrid y la creciente invasión de las estaciones de Atocha y Príncipe Pío por el material de viajeros paralizado, que obliga a reducir o rechazar el servicio de mercancías.

Preconizó el cambio radical de sistema y sentó los principios en que fundamenta sus proyectos:

Evitar toda construcción o ampliación de instalaciones fijas, que son la más pesada y onerosa carga en la industria de los transportes y no adquirir ni un coche ni vagón más hasta que el existente rinda lo que es debido y posible dentro de los límites de la red peninsular y aplicando nuevos métodos de explotación, lo que supone reportará el enriquecimiento de las Compañías y la rebaja de tarifas hasta la mitad de las actuales.

Describió las características de la línea y estación Central con detalles sobre la nueva forma de servicio de trenes seguidos, y otros de comodidad y moderna atracción, que estima harían de esta obra un modelo en el mundo, aportando todos los elementos infalibles para el enriquecimiento de los ferrocarriles, tales como la electrificación como negocio del núcleo central de España (unos 500 kilómetros alrededor de Madrid).

Terminó el Sr. Reyes asegurando que esta obra, de realizarse, producirá asombro por su sencillez y trascendencia hasta en los más pequeños detalles. Fué muy aplaudido.»