

— DIRECTOR-DELEGADO —

JAIME FONT MAS

Plaza de Tetuán, 2, 4.º, 1.º

Teléf. 1027 S. P. - BARCELONA



ÓRGANO OFICIAL
DE LA

ASOCIACIÓN DE
INGENIEROS IN-
DUSTRIALES DE
BARCELONA

Año XLVI — Núm. 51

Marzo 1923

Los modernos pistones en los motores de explosión

En pocos años la construcción de los motores de explosión ha progresado mucho, por ser cada día mayores sus aplicaciones, el crecimiento de éstas ha hecho que fueran en gran número las casas constructoras de aquéllos, lo que ha dado lugar a un gran progreso en la técnica, pues para poder aquéllas subsistir se han visto precisadas a estudiar los más pequeños detalles a fin de poder rivalizar con las fábricas competidoras, ya en el precio de coste, ya en la buena calidad del motor. En el presente artículo trataremos sólo de uno de esos pequeños detalles: la forma que deben tener los pistones de los motores de explosión y el material con que deben construirse si tienen que cumplir las funciones que les están encomendadas, y por poco que analicemos éstas veremos que los pistones de hierro colado de la forma representada en la figura 1, como los encontramos todavía hoy en la inmensa mayoría de motores contruidos, no son muy adecuados para el trabajo que tienen que realizar.

¿Qué papel desempeñan los pistones en los motores de explosión? En estos, aquéllos deben cerrar lo más herméticamente posible la cámara de trabajo para que el gas combustible que penetra en la admisión se aproveche por completo no habiendo escapes ni en la compresión ni en la expansión; además, el movimiento rectilíneo alternativo de los pistones debe convertirse en circular mediante el mecanismo de cigüeñal y biela debiéndose procurar que esta transformación cinemática tenga lugar con el mayor rendimiento posible aprovechando la mayor cantidad que se pueda de la energía disponible en el momento de la explosión, para el trabajo útil del motor.

No detallaremos aquí cómo se logra el cierre de la cámara de trabajo, pues es de sobras conocida la disposición de los segmentos elásticos colocados en las ranuras de los pistones, ni el estudio cinemático de la transformación del movimiento rectilíneo alternativo del pistón en el circular del cigüeñal que sabemos se logra uniendo éste a aquél mediante una biela fijada al pistón por medio de un pasador; pero sí estudiaremos las causas que contribuyen a que aquélla tenga lu-

gar en buenas condiciones y los medios adecuados para que pueda mejorarse bastante el rendimiento de dicha transformación cinemática. Del análisis mecánico del mecanismo se desprende que para obtener lo apuntado debe disminuirse: el rozamiento del pistón, al deslizar al interior del cilindro, y además la fuerza de inercia, cosa conveniente en todo movimiento alternativo, ¿cómo lograremos nuestros propósitos? Estudiando los factores de que dependen dichas fuerzas perjudiciales empezando por el estudio de la fuerza de la inercia, ésta en cada instante es igual al producto de la masa por la aceleración viniendo representado el valor de dicha aceleración en el instante definido por el ángulo φ , que forma la manivela del cigüeñal con el eje del cilindro, por la fórmula:

$$a = rw^2 (\cos \varphi + \frac{r}{l^2} \cos 2 \varphi)$$

en la que a representa la aceleración, r la longitud de la manivela del cigüeñal, l la de la biela, y w la velocidad angular del motor. Del examen de la fórmula se desprende que la forma y material del pistón en nada influyen en el valor de la aceleración, uno de los factores de la fuerza de inercia, pero no sucede lo mismo respecto el otro factor, la masa, pues ésta sí depende en gran manera tanto de la forma adoptada como del material de que está contruido el pistón. Si queremos disminuir la fuerza de inercia, tendremos, pues, que procurar que la masa tenga un valor lo más pequeño posible, especialmente en los motores a gran velocidad por ser en éstos el otro factor, la aceleración, muy grande. ¿Cómo disminuirémos el valor de la masa?; de dos maneras puede hacerse, o empleando materiales de poca densidad o muy resistentes para poder disminuir el espesor de las paredes, y por lo tanto el peso, ejemplos del primer procedimiento son las aleaciones de aluminio y del segundo el acero moldeado; en cualquiera de los dos procedimientos debe además procurarse no colocar material inútil estudiando bien el reparto de fuerzas en los pistones.

Empecemos por estudiar los inconvenientes que presentan los pistones, generalmente empleados, de la forma representada en la fig. 1 contruidos en

hierro colado para reseñar luego los distintos tipos que se han propuesto y usado para disminuir el peso; desde luego en cuanto a material el hierro colado no es el más adecuado, pues además de tener una densidad elevada no es tampoco de una gran resistencia, pero aunque se construyera el pistón de

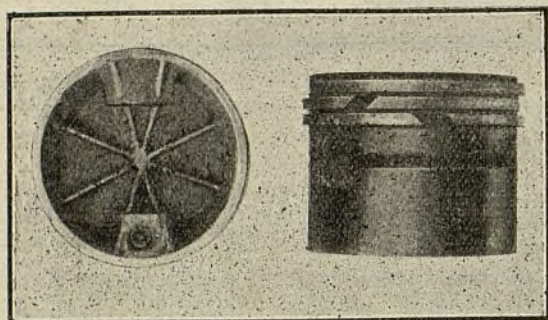


Fig. 1

la fig. 1 de una aleación de aluminio, si bien contribuiría a disminuir grandemente su masa todavía sería susceptible de mayor disminución cambiando la forma; en efecto, la presión de los gases se transmite a la biela no de una manera directa sino por medio de las paredes del pistón, teniendo que construirlas, por lo tanto, de bastante espesor para poder soportar los esfuerzos a que están sometidas, espesor que debe todavía ser mayor con el fin de permitir que en ellas se alojen los segmentos sin debilitarlas, esta disposición, además del aumento de masa que representa, da lugar a que los pasadores de las bielas tengan que ser de bastante longitud y por lo tanto de diámetro suficientemente grande para poder resistir el momento flector a que están sometidos y al mismo tiempo tener la conveniente rigidez; lo mismo acontece con el fondo por trabajar como una placa uniformemente cargada sujeta sólo por la periferia; si para disminuir su grueso se construye con nervios interiores, éstos darán lugar a que el calor se distribuya desigualmente siendo causa de agrietamientos, que al fin son filtraciones, cosa que sucede muy a menudo.

Ahora bien ¿no existe alguna forma más racional para transmitir directamente el esfuerzo del fondo del pistón al pasador de la biela? Evidentemente sí y se han construido diferentes tipos de pistones que satisfacen esta condición: uno de ellos es el pistón que la casa Benz coloca en sus motores de aviación (fig. 3), no obstante es un ensayo tímido por lo poco que se aparta de lo clásico, pues continúa empleando la forma completamente cilíndrica construída en hierro colado, sólo que para que el esfuerzo de la presión de los gases se transmita de una manera directa al pasador de la biela en el fondo del pistón atornilla, una pieza de acero, de forma cónica y agujereada para disminuir su peso, que apoya sobre el pasador de la biela estando el pie de ésta partido (fig. 2) para poder abrazar dicha

pieza cónica, este tipo de pistón permite disminuir el grueso de sus paredes y el diámetro del pasador como se desprende de las razones dadas anteriormente.

El motor Sunbeam lleva un pistón de forma análoga al Benz, pero es de acero moldeado y la pieza que transmite directamente el esfuerzo a la biela forma un solo cuerpo con el pistón.

La figura 4 representa un tipo de pistón que ya se aparta más de la forma clásica, es el pistón Zephyr, se construye en acero y consta de un cuerpo cilíndrico que lleva las ranuras para alojar los aros pero que no recibe el esfuerzo de la presión de los gases pues ésta es transmitida a la biela por otro cuerpo también cilíndrico pero de menor diámetro que presenta dos botones en los que van fijados el pasador de biela, en la porción terminal el pistón vuelve a ensancharse para ajustarse a las paredes del cilindro y servir de guía; con el tipo Zephyr se logra mayor disminución de peso que con el Benz puesto que además de estar construído en acero, material mucho más resistente que el hierro colado y por lo tanto poder disminuir los espesores, presenta la ventaja de transmitir la presión de los gases de una manera directa a la biela permitiendo reducir aún más el espesor de

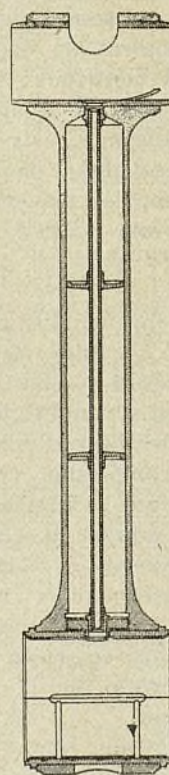


Fig. 2

las paredes y corona y hacer los pasadores más cortos y de menor diámetro, condición esta última que no presenta el pistón Benz, no obstante el Zephyr presenta, desde otros puntos de vista, algunas desventajas, como se expondrá más adelante; el motor americano Frontenac lleva un pistón del tipo que

estamos estudiando, pero construído en una aleación de aluminio lo que le hace más ligero y al mismo tiempo lleva una serie de taladros que lo hacen más ventajoso que el Zephyr desde el punto de vista del rozamiento, como veremos en este mismo artículo.

Hasta aquí sólo hemos estudiado pistones que se apartan poco de la forma clásica, pero quien

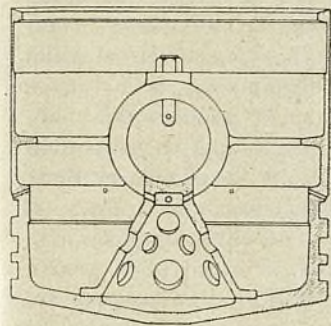


Fig. 3

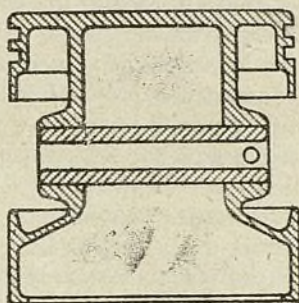


Fig. 4

ha transformado la forma de los pistones, grandemente, ha sido el ingeniero inglés Harry R. Ricardo que después de largos estudios y pruebas experimentales construyó los pistones dibujados en las figuras 5 y 6; el primero es más ligero que el segundo y se va extendiendo su empleo a muchos motores, entre otros el de carreras Vauxhall; veamos cómo en él se ha reducido el peso para disminuir el valor de la fuerza de inercia, en su parte superior presenta la forma de un cilindro para poder alojar los segmentos en sus ranuras correspondientes, pero el resto del pistón no sigue completamente cilíndrico sino que sólo presenta dos superficies para guiarlo en el interior del cilindro, como puede comprenderse claramente examinando la fig. 5, estudiando el oficio que desempeña esta parte del pistón se comprende que no hay necesidad de tener un cilindro completo, debido a que la presión que ejerce la biela se efectúa en el sentido perpendicular al eje longitudinal del motor, y por lo tanto, no hay presión en el plano del mismo no siendo necesarias las superficies de guía pues sólo servirían para aumentar el peso, es por esto que Mr. Ricardo las suprime disminuyendo a la vez el rozamiento; además las superficies de guía van agujereadas para disminuir el peso aunque no es este el principal objeto de los taladros *a*, como veremos al estudiar las ventajas que presentan estos pistones por su poco rozamiento; en algunos tipos fundándose en que al principio de la carrera de trabajo las presiones son más elevadas que en la compresión y que precisamente se ejercen en paredes opuestas, el mismo ingeniero Ricardo hace que las dos superficies de guía no sean igualmente anchas sino proporcionadas a la presión que tienen que ejercer, pero esto sólo lo hemos visto en algunos pistones Ricardo, en la mayoría son iguales, pues las presiones en las dos carreras no son tan distintas como pudiera parecer a primera vista en los mo-

tores rápidos que se emplean hoy, si se tiene en cuenta la fuerza de inercia de los pistones. El pistón que estamos estudiando, que desde luego se construye en una aleación de aluminio, transmite directamente por medio de nervios la presión de los gases al pasador de la biela presentando desde este punto de vista las ventajas que ya se han indicado más arriba al tratar del pistón Zephyr, pero además el esfuerzo de la biela se transmite también directamente por medio de nervios a las superficies de guía, todo lo que, reunido, permite disminuir el espesor de las paredes, resultando unos pistones sumamente ligeros.

El mismo ingeniero Harry R. Ricardo ha estudiado otro tipo de pistón representado en la figura 6, que aplicó a varios motores para tanques durante la guerra europea, es algo más pesado que el modelo del mismo autor que acabamos de estudiar, pero presenta numerosas ventajas por lo mucho que disminuye las pérdidas por rozamiento que tanta importancia tienen en los motores según veremos dentro de poco; consta este pistón, como podrá verse examinando la figura, de un cilindro, en el que se alojan los segmentos, fundido, formando un solo cuerpo con otro *c* de menor diámetro, pero que a su vez se ensancha en su parte inferior para que se le pueda ajustar y fijar con tornillos

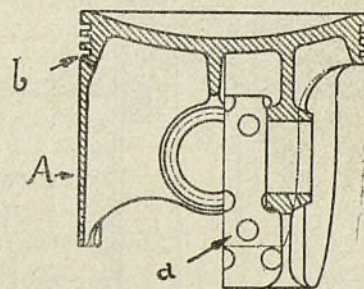


Fig. 5a

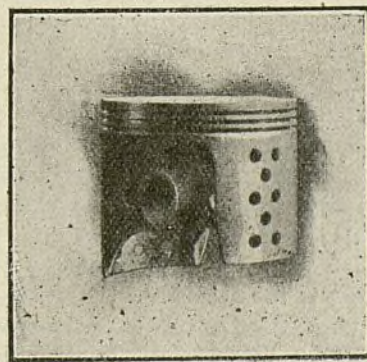


Fig. 5b

en el fondo, una camisa *a* de acero o de hierro colado que desliza interiormente de una guía que lleva aletas en la parte exterior para facilitar su enfriamiento mediante una corriente de aire y en su parte interior va recubierta de metal antifricción generalmente; el mismo tubo *c* lleva los botones *e* para el pasador de la biela de modo que ésta recibe directamente el esfuerzo de la presión de los

gases; el pistón se construye de una aleación de aluminio.

Vista la influencia que la forma y masa del pistón ejercen en la fuerza de inercia, veamos de investigar si aquellas, convenientemente dispuestas, pueden disminuir el rozamiento del pistón al deslizarse en el interior del cilindro del motor. De los ensayos llevados a cabo por el ya varias veces citado ingeniero Ricardo y el profesor Hopkinson, de la Universidad de Cambridge, se deduce que una de las causas que más contribuyen a disminuir el rendimiento mecánico de un motor es el rozamiento del pistón, aunque parezca raro a primera vista,

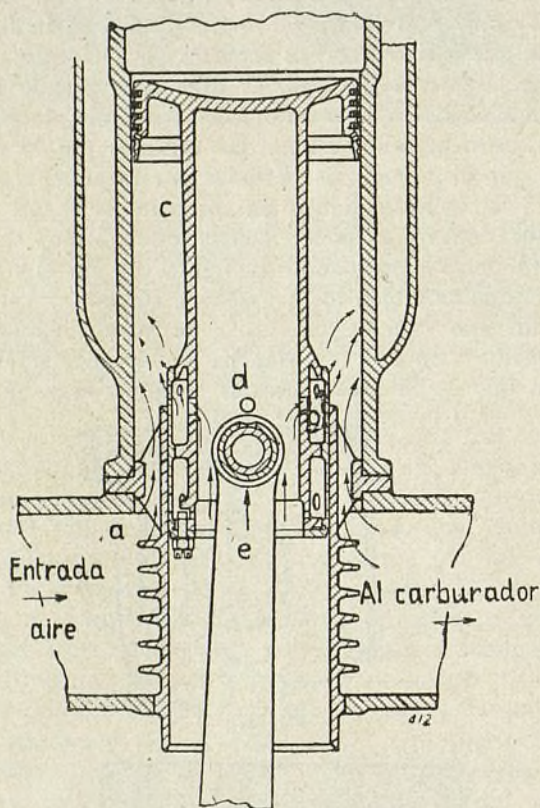


Fig. 6

por haber otros órganos, tales como el de las bielas en los cigüeñales, en los que parece que aquel debería ser mayor por serlo las presiones a que están sometidos, pero hay que tener presente que aquel no sólo depende del valor de estas sino que además tiene en él suma importancia el estado y calidad del lubricante; se dirá con razón que éste es el mismo, pues lubrica igualmente los pistones que los cigüeñales pero no es igual el estado en que se encuentra; en efecto, por bien que ajusten los segmentos siempre escapan gases calientes que ensucian y carbonizan el lubricante interpuesto entre las paredes del cilindro y los pistones, aumentando considerablemente la fuerza de rozamiento a pesar de tener en su favor la mayor temperatura a que están aquellas, que como sabemos disminuye la viscosidad del lubricante y por lo tanto el rozamiento; de lo dicho parece podría mejorarse

algo el rendimiento empleando lubricantes de poca viscosidad, pero esto no es posible, no sólo por su bajo punto de ebullición sino también por las grandes presiones a que está sometido en los cuellos del cigüeñal que a no ser un poco viscoso sería escupido fuera dejando las superficies rozantes en seco.

Repasemos ahora los tipos de pistones estudiados al tratar de la fuerza de inercia y analicemos si por su forma contribuyen a aminorar el rozamiento; desde luego todas las que bajen el valor de la fuerza de inercia disminuirán a la vez su componente perpendicular a las paredes del cilindro y por lo tanto el rozamiento que es proporcional a aquella. El primer pistón estudiado, el Benz, ninguna disposición presenta para evitar que el lubricante se carbonice y contamine los gases producto de la explosión y por lo tanto poco contribuirá, por su forma, a evitar que el rozamiento sea distinto del de los motores con pistón clásico, lo mismo diremos del Sunbeam, fuera de presentar menos masa por estar construido de una aleación de aluminio. El pistón Zephyr tampoco presenta ninguna ventaja sobre los corrientes, presentando el inconveniente que debido a estar colocado el pasador de la biela en su sección media la presión del pistón sobre las paredes del cilindro se reparte por un igual entre la porción que lleva los segmentos y la que sirve únicamente de guía estando por lo tanto el lubricante en aquella en íntimo contacto con los gases quemados que escapan de la cámara de trabajo, y ya se ha dicho los inconvenientes que esto lleva aparejados; el pistón Frontenac, que según ya se ha indicado era parecido al Zephyr con la única diferencia que en la porción cilíndrica inferior lleva una serie de taladros que no sólo tienen por objeto disminuir el peso y por tanto la fuerza de inercia, sino que juegan también un importante papel en la disminución del rozamiento por permitir que el lubricante escape por dichos agujeros evitando que se produzcan contrapresiones que dificultan el avance del pistón disminuyendo el rendimiento mecánico del motor como tiene lugar en los motores con pistones del tipo clásico.

Así como desde el punto de vista de disminución de peso, el pistón Ricardo representado en la figura 5 es el mejor estudiado, puede decirse lo propio en cuanto a corregir los defectos que tienen casi todos los pistones que dan como resultado que el rozamiento sea mayor de lo que conviene; se han explicado ya las causas que contribuyen a aumentarlo, vamos a ver los medios de que se vale Harry R. Ricardo para aminorar los efectos perniciosos de aquellas; en primer lugar, y esto se ha visto que es lo más perjudicial, debe evitarse el contacto de los gases quemados con el lubricante, lo que en el pistón que estamos estudiando se logra con una serie de pequeños agujeros *b* colocados inmediatamente después del último aro por los que escapan los gases quemados que forzosamente por bien

que ajusten los segmentos escapan aunque sea en pequeña cantidad pero suficiente para contaminar el lubricante; evitando el contacto de aquellos con el lubricante interpuesto entre el cilindro y las guías A del pistón que son las que reciben la presión de la biela directamente, otra de las ventajas ya citadas en la primera parte, se logra disminuir grandemente el rozamiento y por lo tanto aumentar el rendimiento del motor; unos taladros semejantes a los *b* los coloca también la Hispano Suiza en sus motores de aviación; el pistón Ricardo lleva también una serie de taladros *a* en sus guías que desempeñan el mismo papel que los que hemos indicado existían en el pistón Frontenac.

Veamos por último las ventajas que representa el pistón representado en la figura 6, debido también, según ya se ha dicho, al mismo ingeniero Harry R. Ricardo, este pistón si bien es más pesado que el otro tipo del mismo autor está todavía mejor estudiado en sus detalles para disminuir el rozamiento, la causa principal de la pérdida de rendimiento mecánico en los motores de explosión; al mismo tiempo ofrece la ventaja de enfriar rápidamente el pistón mediante una circulación de aire que tiene lugar por la aspiración que produce el pistón en su carrera de ascenso, aire que es empujado luego en la carrera de descenso al carburador evitando así la condensación de partículas de líquido combustible en los tubos de admisión; examinando la figura puede verse claramente la circulación de aire explicada.

De las dos partes de que consta el pistón, la superior que lleva los segmentos y la inferior que sirve de guía, se comprende que la primera con poco engrase tendrá suficiente, pues la presión sobre las paredes tiene poco valor, sólo la que hagan los aros; en cambio la segunda necesitará estar abundantemente engrasada pues la presión de la biela se comunica íntegra a esta parte del pistón por estar fija en *e*, dada la construcción ya explicada más arriba es evidente que esta parte estará muy bien engrasada pues comunica directamente con el carter del motor engrasándose abundantemente por barbotaje, además las aletas que lleven las guías exteriormente impedirán que el lubricante se caliente excesivamente y pueda llegar a descomponerse, el contacto de los gases quemados tampoco existirá en esta región de modo que por todos conceptos tendremos una buena lubricación y por tanto poco rozamiento. En cuanto a la parte que lleva los segmentos veamos como tiene lugar la lubricación; ya se ha dicho que en aquella no es necesario un engrase abundante por ser poca relativamente la presión que ejercen los aros sobre las paredes del cilindro, por otra parte no es conveniente haya mucho lubricante por estar forzosamente en contacto con los gases quemados producto de la combustión que siempre escapan al través de los segmentos, para lograrlo Ricardo se vale del siguiente dispositivo (véase figura 6): El cuerpo *c* del pistón en su parte inferior está taladrado para que en su

movimiento, aire mezclado con neblina de aceite sea aspirado, por los taladros *d*, del carter, a la cámara que forman las paredes del pistón con la camisa *a*, esta lleva otra serie de taladros *b* por los cuales sale el aire junto con la neblina de lubricante en la carrera de ascenso del pistón al quedar aquellos descubiertos por sobresalir de la guía; como se comprende la cantidad de lubricante que pasa al través de los taladros *b* es insignificante pero suficiente para que depositándose en las paredes del cilindro sirvan para dulcificar el movimiento de la porción porta-segmentos sin los inconvenientes que trae aparejados el exceso de lubricante según se ha explicado. Podremos resumir las principales ventajas de este pistón en las siguientes: 1ª La lubricación es independiente de la mayor o menor aspiración en el cilindro; 2ª es abundante allí donde se necesita siendo escasa, la juntamente necesaria, en la parte en que el lubricante podría contaminarse con los gases quemados; 3ª la poca cantidad de aceite empleado en el engrase de los segmentos evita el peligro de engrasar las bujías, defecto tan común y molesto con el empleo de otros tipos de pistones; 4ª el desgaste de las guías es reducido a un mínimo por estar copiosamente engrasadas con lubricante limpio; 5ª el desgaste de las paredes de los cilindros es menor que en los motores corrientes pues sólo sufren la presión de los segmentos; 6ª el calor del fondo del pistón es empleado en calentar el aire del carburador no comunicándose por lo tanto al carter y manteniendo las guías y pistones en la porción de guía a la temperatura casi normal; 7ª el motor es muy silencioso, debido a la misma causa, por no tener que dejar el juego que siempre se deja entre el cilindro y el pistón, juego mucho mayor según se sabe en el caso de pistones de aluminio por ser diferente la conductibilidad de este material; en algunos coches americanos para disminuir el ruido colocan el pasador del pistón descentrado de su plano diametral pero parece no dar un gran resultado este dispositivo que hace no se haya extendido.

Con lo expuesto creo se ha demostrado que no hay ninguna razón que abone el uso de los pistones de hierro colado de la forma clásica, y si todavía los vemos tan empleados no hay duda alguna es debido al miedo que siempre despiertan las innovaciones pero no porque presenten alguna ventaja.

El pistón de la fig. 5 se ha ensayado a velocidades superiores a 3600 vueltas por minuto y en motores de fuerte compresión no habiéndose observado ninguna grieta ni rotura; con su empleo el consumo de combustible disminuye en un 4% así como el de lubricante, en cambio la potencia del motor aumenta aproximadamente un 4%; este pistón puede aplicarse a cualquier motor no necesitando ninguna construcción especial como sucede con el pistón de la figura 6, cuyas ventajas ya se han estudiado.

ANTIDIO LAYRET.

Funcionamiento de una Francis en salto variable y número de vueltas constante

Es muy corriente en los saltos bajos el que tengan que funcionar las turbinas en salto variable por efecto de la variación del nivel inferior en aguas altas, así como también ocurre lo mismo en el caso de haber embalse por efecto de la variación del nivel superior.

Para resolver esta cuestión seguiremos el siguiente procedimiento que bajo el punto de vista industrial es suficientemente aproximado.

Consideremos una Francis calculada para el salto útil H_a y el gasto normal Q_a con el número de vueltas n_a . Conservando constante el salto útil y haciendo variar el número de vueltas el diagrama correspondiente es el de la figura 1 en el que: las abscisas son los cocientes entre el número de vueltas n considerado y el normal n_a y las curvas en él dibujadas corresponden a los valores de ρ (rendimiento hidráulico); φ (redimiento total); $\frac{Q}{Q_a}$ (relación entre el gasto y el gasto normal); $\frac{N}{N_a}$ (relación entre la potencia y la potencia normal); $\frac{M}{M_a}$ (relación entre el momento y el momento normal).

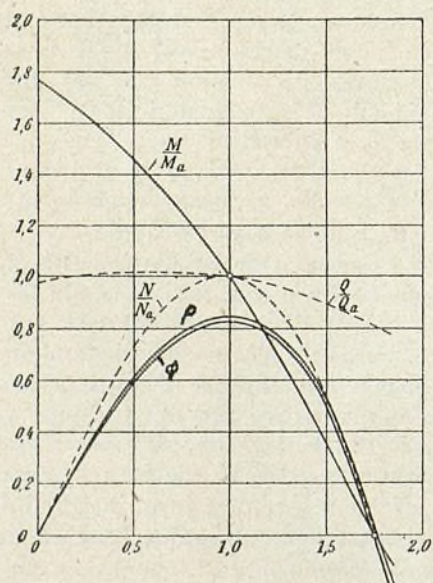


Fig. 1

Observemos que en dicho diagrama aparecen sólo números abstractos y que por lo tanto puede ser aplicado a una Francis cualquiera, ya que las pequeñas variaciones que pudiera haber provenientes del tipo de turbina son despreciables en el terreno en que nos hemos colocado.

Consideremos un número determinado de vueltas que designaremos por (n) y hallando el cociente $\frac{(n)}{n_a}$ designemos por (φ) y por $\left(\frac{Q}{Q_a}\right)$ los va-

lores correspondientes a la abscisa $\frac{n}{n_a}$ en las curvas representativas de φ y $\frac{Q}{Q_a}$ en el gráfico anterior.

Si a partir del número de vueltas (n) y la altura H_a aumentamos o disminuimos el número de vueltas hasta el valor n_a y al mismo tiempo aumentamos o disminuimos la altura útil H de modo que se cumpla la relación:

$$\frac{(n)}{n_a} = \sqrt{\frac{H_a}{H}} \quad (1)$$

el valor de (φ) permanecerá el mismo ya que la distribución vectorial de las velocidades será semejante y los tantos por ciento correspondientes a las pérdidas serán los mismos, ya que por ser

$\sqrt{\frac{H_a}{H}}$ la razón de semejanza de la distribución vectorial antedicha y ser dichas pérdidas proporcionales al cuadrado de la velocidad, variarán en la proporción $\frac{H}{H_a}$ y como que el nuevo salto es H el tanto por ciento permanece el mismo.

Lo que acabamos de exponer nos proporciona la manera de hallar el valor del rendimiento φ cuando H varía conservándose constante el número de vueltas e igual a n_a , ya que conforme la anterior

relación (1) basta hallar el cociente $\sqrt{\frac{H_a}{H}}$ y con-

siderándolo como abscisa en el gráfico anterior hallar el valor de φ que le corresponde en la curva φ y este será el valor del rendimiento total cuando sin variar el número de vueltas pasamos del salto

normal H_a al salto H . A dicha abscisa $\sqrt{\frac{H_a}{H}}$

le corresponde un valor $\left(\frac{Q}{Q_a}\right)$ en la curva $\frac{Q}{Q_a}$

y como que los gastos varían como la raíz cuadrada del salto y el rendimiento permanece, el gasto Q correspondiente a la nueva altura H y número de vueltas n_a será:

$$Q = Q_a \left(\frac{Q}{Q_a}\right) \sqrt{\frac{H}{H_a}} \quad (2)$$

En cuanto a la potencia N correspondiente al nuevo salto H conservándose constante el número de vueltas n_a es fácil ver que vale:

$$N = N_a \frac{\varphi}{\varphi_a} \left(\frac{Q}{Q_a} \right) \sqrt{\left(\frac{H}{H_a} \right)^3} \quad , \quad (3)$$

ya que:

$$N = 1000 \frac{QH\varphi}{75} \quad , \quad N_a = 1000 \frac{Q_a H_a \varphi_a}{75}$$

y teniendo en cuenta la (2) se obtiene la (3).

Las fórmulas (2) y (3) nos dan la variación de Q y N cuando varía el salto y se conserva constante el número de vueltas que es lo que nos proponíamos resolver.

Mediante las fórmulas anteriores y lo dicho respecto el valor de φ , podemos construir el gráfico de la figura 2 en el que: las abscisas son los valores abstractos de $\frac{H}{H_a}$ y las curvas dibujadas corresponden a los cocientes abstractos $\frac{N}{N_a}$; $\frac{Q}{Q_a}$ y a

los diversos valores del rendimiento total. Es pues este el gráfico del funcionamiento de una Francis en salto variable y número de vueltas constante.

Es interesante observar que la forma de la curva del rendimiento total hace ver que cuando una turbina funciona variando el salto no se debe calcular para uno de los valores límites del salto ni para su media aritmética, sino para un salto tal que los rendimientos para los valores límites del salto sean aproximadamente iguales.

El caso de una Pelton se trataría análogamente, y aproximadamente podría servir el mismo gráfico

aunque este caso no presenta un gran interés práctico, ya que siendo el salto alto, la variación

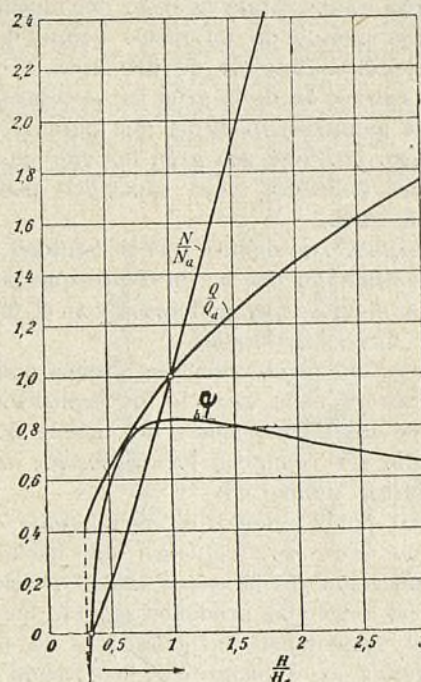


Fig. 2

relativa del nivel superior en el caso en que la haya (embalses) es siempre muy pequeña.

JOSÉ GALÍ

Profesor de hidráulica de la Escuela de Ingenieros Industriales e I. C. de la P. F. M.

Procedimiento elemental para hacer explotar dinamita debajo del agua por medio de la corriente eléctrica

Al atardecer del día 16 de Enero del año actual se desencadenó en la bahía de Vigo una galerna que ocasionó muchos siniestros marítimos. Entre ellos el derrumbamiento de parte de los muelles de hierro apoyados sobre pilotes de rosca Mitchel, uno de estos propiedad de la Compañía de los Ferrocarriles de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo.

El muelle tenía una longitud de 43 metros con una grúa emplazada en el extremo del mismo que pesaba treinta toneladas y capaz para levantar quince toneladas dentro de las condiciones reglamentarias de seguridad.

Uno de los vapores fondeados en la bahía era el «Kari Skogland», destinado al servicio de pasajeros entre Noruega y América.

Aunque parezca extraño, el viento arrastró al garette el citado vapor sin que la tripulación consiguiera impedirlo, yéndose sobre el extremo del muelle contra el cual ejerció tanta presión que desplazó dicho extremo de su sitio y lo tumbó juntamente con la grúa. No es de extrañar que el muelle cedie-

ra con relativa facilidad puesto que esta clase de construcciones son apropiadas para resistir grandes cargas cuya línea de acción sea vertical, pero no cuando esta es horizontal según ocurrió en nuestro caso.

Derribado el muelle recibí orden de la Compañía de proceder con la mayor rapidez posible al salvamento de éste y de la grúa.

El problema que me preocupó más fué el romper los hierros de debajo del agua, reduciéndolos a trozos de reducidas dimensiones para ser extraídos con los aparatos de que disponía.

La cantidad total de materiales que se extrajeron fué:

Grúa	30.000 kgs.
Viguería y columnas de pilotes	44.000 »
Total:	74.000 kgs.

A la cantidad anterior hay que añadir treinta y siete metros cúbicos de madera.

La mayor masa indivisible de la grúa pesaba quince toneladas.

Esta grúa estaba unida al resto del muelle caído por dieciseis pernos de un metro veinte de largo y unos sesenta milímetros de diámetro.

Para la extracción de la grúa fué necesario alquilar algunas gabarras, mientras que para la extracción del resto proyecté una grúa flotante capaz para levantar tres toneladas, cuya capacidad podía elevarse hasta cinco.

Por lo expuesto se deduce que la cantidad de materiales a extraer no era la suficiente que permitiera construir medios muy poderosos con el único fin de extraer dichos materiales.

Para la rotura de los dieciseis pernos podía emplear dos sistemas: la sierra o los explosivos. Para la rotura de las demás piezas del muelle no había más remedio que emplear los explosivos o el soplete oxhídrico submarino.

La mitad por lo menos de los pernos estaban aprisionados entre dos viguetas que hacía imposible la aplicación de la sierra para cortarlos. Por otro lado no resultaba prudente separar las viguetas porque sustentaban la grúa y si se rompían para separarlos seguramente que la posición de ella hubiera empeorado. Además los buzos se fatigaban mucho con el movimiento de brazos que exige el empleo de la sierra.

Todas estas causas hicieron que se emplearan con preferencia los explosivos.

El único explosivo que tenía a mano era la dinamita. Empleé este explosivo y la mecha impermeable apropiada para hacer explotar dinamita debajo del agua.

Dos son los procedimientos que se suelen seguir en este caso.

La preparación del cartucho cebo es exactamente igual en ambos sistemas que cuando se trata de los casos corrientes de romper roca en seco, sólo se diferencia en la calidad de la mecha. Se introduce uno de los extremos de la mecha dentro del pistón de fulminante, se abre el cartucho por uno de sus extremos, se quita un poco de dinamita para proporcionar el hueco donde se ha de alojar el pistón, se coloca éste con la mecha y por fin se ata alrededor de la mecha.

En el primer procedimiento que fué el que seguí, el cartucho cebo se coloca con los demás cartuchos atándolos todos formando un manojo. La mecha tiene la suficiente longitud para que una vez colocada la carga en su sitio su extremo libre sobresalga cosa de un metro de la superficie libre del agua.

Preparada la carga el buzo la coge y desciende a colocarla al sitio que se ha convenido, sujetándola con bramante para que permanezca fija en dicho sitio. Una vez terminada la colocación emerge el buzo y coge el extremo de la mecha que sobresale del agua y le pega fuego, la suelta una vez encendida y se aleja con la embarcación, que lleva la máquina que le suministra el aire, a la sufi-

ciente distancia, que suele ser pequeña, para que los efectos de la explosión no se hagan sensibles en la embarcación.

Como algunas veces falla la explosión, o mejor dicho, pasa el tiempo que necesita la mecha para arder en toda su longitud y la explosión no se produce, asalta la duda de si se habrá detenido la combustión en la mecha o si se habrá apagado o si lo que ha fallado ha sido el pistón de fulminante.

Ante esta duda lo prudente es dejar transcurrir una o dos horas antes de que el buzo se acerque al sitio donde se depositó la carga explosiva.

Para evitar esta pérdida de tiempo se ataba un bramante en la parte de la mecha contigua al extremo de la envoltura de papel del cartucho. El otro extremo del bramante se ataba a un pequeño flotador de corcho. Cuando se creía fallada la explosión se acercaba el buzo con su embarcación al flotador, cogía el extremo del bramante y tiraba de él hasta conseguir arrastrar y quitar del cartucho o del pistón el extremo de la mecha. Conseguido esto ya no existía peligro alguno en que el buzo se acercara donde se hallaba la carga, que no había explotado, para colocarle otro cartucho cebo.

Cuando el objeto que se desea romper se halla a unos cinco o seis metros por debajo del plano de bajamar equinocial y la carrera de marea es de unos tres a cuatro metros, la mecha que se emplee en los momentos de pleamar tendrá que tener una longitud de diez a once metros. La velocidad con que arde esta mecha viene a ser a razón de un metro por minuto y en el caso que he citado era necesario que transcurrieran de diez a once minutos desde que se pegaba fuego a la mecha hasta que se produjera la explosión.

El otro sistema tiene por objeto evitar que sea tanta la pérdida de tiempo.

Se forma como antes el manojo de cartuchos, absteniéndose de colocar en los mismos el cartucho cebo. Se sujeta dicho manojo como en el sistema anterior en la parte de la pieza que se quiere romper; se ata luego un bramante al manojo de cartuchos así colocado cuyo extremo sobresale de la superficie libre del agua. El cartucho cebo se prepara como se ha descrito en el sistema anterior, con la sola diferencia que la longitud de la mecha es muy reducida, de un metro a metro y medio a lo sumo. Se dota al cartucho-cebo de una guía que puede ser un canuto de caña; se hace pasar el extremo del bramante que sobresale del agua por el interior de dicho canuto-guía; se pega fuego a la mecha y se deja descender el cartucho por el bramante hasta que llega a ponerse en contacto con el manojo de cartuchos que antes se sujetó en el sitio donde debía producirse la rotura. La mecha sigue ardiendo debajo del agua hasta que al alcanzar el fuego al pistón del cartucho-cebo se produce la explosión.

En el trabajo a que me vengo refiriendo sólo se empleó el primer sistema, pues el segundo no quise emplearlo por reputarlo bastante peligroso.

Las primeras cargas de dinamita que se emplearon no explotaron por apagarse la mecha impermeable antes de arder por completo.

En vista de tal fracaso y teniendo en cuenta el elevado jornal que percibía el buzo que descendía a colocar la dinamita, comprendí que si no se hallaba en el acto otro procedimiento más eficaz, la labor que se me había encomendado resultaría a un precio elevadísimo y se tardaría muchísimo tiempo en terminarla.

En Vigo no disponía de los aparatos especiales como el explosor Siemens ni de los demás elementos como cebos adecuados que se suelen emplear en las explosiones submarinas. Tampoco disponía de otro explosivo más apropiado que la dinamita, pues si bien comprendo que me hubiera dado mejor resultado el empleo de la trilita no disponía de ella.

Con los elementos que en el acto podía disponer me propuso sustituir la mecha por la corriente eléctrica. En concebir el sistema y en hacer pruebas hasta resolver el problema invertí día y medio.

Elegí la corriente a baja tensión derivándola de la línea destinada al alumbrado público. La corriente inflama un alambre colocado entre los polos extremos de la línea. La elevación de temperatura que se produce al inflamarse el alambre provoca la inflamación de una pequeña cantidad de pólvora que rodea el pistón que es el cebo que produce la explosión del cartucho de dinamita.

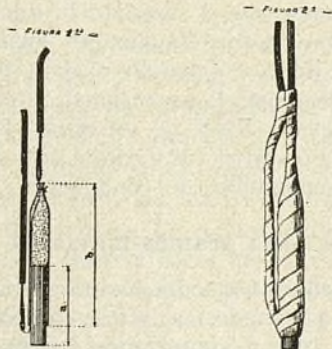
La corriente eléctrica y la pólvora venía a sustituir a la mucha empleada antes.

La pólvora mojada no se inflama y por tanto la parte de difícil solución fué evitar que una vez colocado el cartucho debajo del agua no se mojara la pólvora.

En la figura 1ª aparecen los extremos de la línea formada de hilo de cobre de unas ocho décimas de milímetro de diámetro aislado con pequeña capa de goma recubierta por una capa de tela embreada.

El diámetro exterior del revestimiento era de unos cuatro milímetros.

Los extremos de la línea estaban unidos por un

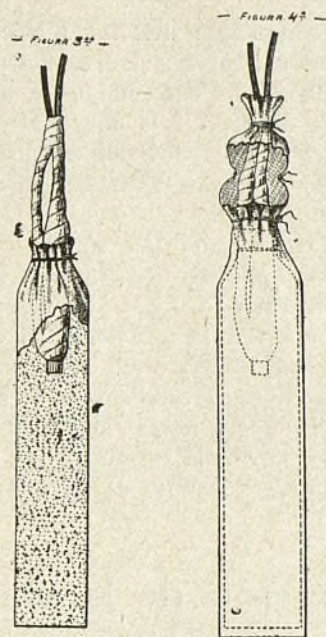


hilo delgado de los llamados calentón. Al hacer circular la corriente por dicha línea se inflamaba el hilo calentándose.

El rectángulo *a* es el pistón que se acostumbra usar para hacer estallar la dinamita. La parte *b* es un tubito de goma de los que se venden en las dro-

guerías para usos corrientes. Se procura que el diámetro interior del tubo de goma sea inferior al exterior del pistón con objeto de que ejerza un poco de presión y sea un obstáculo para que no penetre el agua.

Se introduce el calentón en el tubo de goma, luego se introduce el pistón, llenando de pólvora la parte correspondiente entre *b* y *a*. Se ata la parte



superior del tubo por medio de un hilo bien fino y luego se empalman a los dos extremos del hilo calentón unos trozos de alambre revestido de unos veinticinco centímetros de longitud y de la misma clase y calidad que el alambre de la línea general. La figura primera presenta el cebo preparado.

La figura 2ª representa la 1ª completamente envuelta con cinta aisladora de la que usan los electricistas.

La figura 3ª representa el cebo colocado en el interior del cartucho de dinamita.

Con objeto de obtener el máximo de seguridad de que la pólvora no se mojaría durante el tiempo que estuviera sumergida debajo del agua, se colocaba el cartucho y cebo preparados según se representa en la figura 3ª, dentro de una bolsa impermeable conforme aparece en la figura 4ª.

Esta bolsa estaba formada por tela impermeable acharolada por una de sus caras. Los bordes se pegaron con una cola llamada al agua fría que resiste perfectamente la acción del agua. El primer elemento que empleé para pegar los bordes de la tela fué materia empleada para poner parches a los neumáticos, pero no dió resultado.

Una vez confeccionada la bolsa se colocaba en su interior el cartucho preparado con el cebo, tal como aparece en la figura 3ª. Luego se efectuaba la atadura de la parte inferior del cuello de la bolsa, llenándose de mástic la pequeña bolsa que quedaba en la parte superior de dicha atadura. Llena ya de

mástic esta pequeña bolsa se practicaba la atadura que aparece en la parte superior. Por último se practicaba la atadura central con la cual se conseguía empujar el mástic hacia la parte inferior y superior llenando todos los intersticios. Estas tres ataduras se efectuaban fuertemente, empleando bramante fino. Con esta última atadura quedaba preparado el cartucho-cebo para explotar debajo del agua.

La línea conductora del fluido eléctrico llevaba en uno de sus extremos una disposición de enchufe con dos polos de los corrientemente usados en los contactos por enchufe. Los dos polos del extremo opuesto se unen a los dos del cartucho-cebo, después de haber quitado la materia aislante de los extremos.

La unión se efectúa por simple contacto, torciendo unos sobre otros los extremos de un mismo nombre y recubriendo luego la unión con cinta aisladora para evitar la formación de cortos circuitos entre un empalme y otro.

Preparado en estas condiciones se ataba al cartucho-cebo el número necesario de cartuchos según el efecto que se quería producir con la explosión. El buzo recogía el manojo unido a un extremo de

la línea y bajaba a colocarlo al sitio que se había indicado. Subía el buzo y una vez apartado con la embarcación un individuo cogía el otro extremo de la línea que llevaba un enchufe macho y lo ponía en contacto con un enchufe hembra que recibía la corriente de la canalización del alumbrado. Al ponerse en contacto ambos elementos de enchufe se producía la explosión.

Empleando este sistema se redujo a una quinta parte el tiempo que se necesitaba por explosión empleando el sistema primitivo.

Para evitar el que por distracción o por interpretar mal una orden se provocara la explosión cuando el buzo estuviera colocando la carga, el enchufe hembra unido a la canalización general que conduce la corriente estaba encerrado en una cajita cuya llave posee el guía del buzo.

La idea que me ha movido a publicar estas líneas ha sido poder ser útil a mis compañeros si alguna vez se hallaran en circunstancias parecidas a las mías.

MARCELINO FÁBREGAS.
Ingeniero Industrial.

Vigo, 17 de Septiembre de 1922.

La evolución de la construcción de ferrocarriles y de puentes de ferrocarril en Norteamérica

Conferencia dada por el Dr. J. A. L. Waddell, Ingeniero Consultor, en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, bajo los auspicios de la Asociación de Ingenieros Industriales, el día 21 de Abril de 1922.

(Continuación)

Tramos movibles.

Hace cuarenta años el único tipo de puente movable de uso general era el giratorio. De tiempo en tiempo se ensayaba algún tipo extravagante, como el corredizo o el «jack-knife»⁽¹⁾ (navaja); pero uno o dos ensayos bastaban para mostrar su poca utilidad. Hace unos treinta años se ensayó el tipo basculante, resultando satisfactorio; y hacia la misma época proyecté y construí el primer puente ascensional («vertical-lift») de importancia para salvar una luz considerable⁽²⁾; los puentes ascensionales anteriormente construidos habían consistido en tramos sin importancia accionados a brazo, tendidos sobre canales, y con carrera ascensional de tres a cuatro metros.

(1) Puente levadizo en el cual los brazos se doblan sobre sí mismos por la mitad cuando están levantados (N. del T.).

(2) El Doctor Waddell se refiere a su notable puente ascensional de la Halsted Street sobre el río Chicago en Chicago. La longitud del tramo es de 36'52 m. y la carrera de elevación de 43'43 m. Las pilas laterales que guían al tramo en su movimiento tienen 54'13 m. de altura. El tramo pesa 290 ton., los cables y cadenas 20 ton. y los contrapesos lo mismo que el tramo; de modo que la masa total en movimiento alcanza a 600 ton. La velocidad ascensional es de 1'20 m. por segundo. (N. del T.).

Mis últimas investigaciones económicas demuestran que el puente giratorio no tiene ya razón de ser, y que en la mayoría de los casos el puente ascensional es superior y menos costoso que el basculante. Solamente en el caso de la anormal coincidencia de condiciones de una luz pequeña con una gran altura libre, es cuando el tipo basculante es más económico que el ascensional. Algunos diagramas del Capítulo XXX de mi obra «Economics of Bridgework» resuelven al instante esta cuestión para cualquier combinación de condiciones.

Maquinaria para tramos movibles.

Hace muchos años todos los tramos movibles eran lentamente accionados a brazo; posteriormente, a medida que fueron aumentando las masas que debían de moverse, se recurrió al empleo del vapor. Esto resultaba sumamente dispendioso pues, generalmente, se debía mantener constantemente la presión, alimentar con carbón el hogar, retirar las cenizas y transportarlas fuera, debiendo, además, hallarse constantemente el maquinista al cuidado de la maniobra.

Cuando empezó a ser posible el empleo de la electricidad, fué adoptada rápidamente para accionar los tramos movibles, aunque durante algún tiempo la, por aquel entonces, poca seguridad del suministro del fluido eléctrico se oponía a su empleo. Esto no obstante, pronto reemplazó al vapor para esta aplicación, y la aparición del motor de gasolina lo desterró por completo. Actualmente, cuando no es posible emplear la electricidad, se recurre al motor de gasolina; y también es éste empleado a veces como motor supletorio para el accionamiento lento, cuando la maquinaria eléctrica no puede funcionar por cualquier motivo.

Hasta el presente, una objeción atendible contra el empleo del motor de gasolina ha sido su gran peso y dificultad de manejo; pero actualmente es posible emplear motores ligeros de automóvil, por lo cual es probable que esta clase de motores se adopten para este servicio en el futuro, con mayor preferencia que en el pasado.

Pliegos de condiciones para puentes.

En los primeros tiempos de la construcción de puentes, las condiciones presentadas a los concurrentes o licitadores para el proyecto y para la construcción eran breves y toscas, siendo su finalidad ilustrar a los competidores en líneas generales sobre la clase de estructura que se deseaba, dejando a su ingenio y experiencia el desarrollo del plano general y de los detalles. Por aquel tiempo los ingenieros parecían enorgullecerse de la concisión de sus condiciones para puentes; pero en la actualidad se sostiene el criterio contrario, pues hemos aprendido que cuanto mayor es la información suministrada y más detalladas las instrucciones, tanto mejor resultan para las personas interesadas. Yo fuí uno de los primeros ingenieros que insistió en que se redactaran condiciones tan detalladas y completas como fuera posible, y al hacerlo así algunas veces me expuse a las censuras de mis principales.

Un caso notable de estos, que acaso ofrezca interés para ustedes, fué el que voy a relatar. Me hallaba contratado como ingeniero consultor de puentes por una compañía norteamericana en México, que tenía una concesión para la construcción de una larga línea de ferrocarril; en mi condición de ingeniero consultor, preparé las condiciones para celebrar un contrato con arreglo a un cuadro de precios unitarios para las infra-estructuras de todos los puentes de la línea. De acuerdo con mi costumbre establecida, llevé a cabo una detenida investigación de todas las condiciones existentes y consigné los resultados con gran amplitud en el pliego, a fin de proporcionar a los licitadores toda la ayuda informativa que pude en la preparación de sus ofertas, presentando una sencilla exposición de los hechos y no intentando aminorar ninguna de las dificultades previstas. El ingeniero jefe del ferrocarril, en presencia del presidente, criticó severamente mi pliego de condiciones, diciendo que pro-

porcionaba a los licitadores una información excesiva. Mi respuesta a esta crítica fué «eso es imposible». Entonces alegó que cada licitador debía hallar por sí mismo los diversos antecedentes que yo había expuesto. Mi contestación fué que, si tal plan se adoptase, cada licitador aumentaría considerablemente los precios unitarios del cuadro para precaverse contra posibles contingencias, y que si cualquiera tuviese la desgracia de no calcular sobre las condiciones adversas que pudieran presentarse en las obras, y se le adjudicase la contrata a precios inferiores a los debidos, sobrevendrían disgustos y las obras se retrasarían, todo ello en perjuicio de la compañía del ferrocarril. El ingeniero jefe dijo entonces: «Suponga usted que parte de los detalles que usted ha dado resultan inexactos y, en consecuencia, la obra cuesta más de lo calculado, ¿quién sufrirá la pérdida?» Mi contestación fué: «Su compañía debe soportarla, y con toda justicia, pues la falta habrá estado en ustedes al no escoger mejor ingeniero consultor». Con el tiempo prevaleció mi criterio, pero a pesar de todos los informes proporcionados, los precios ofrecidos fueron sumamente elevados, a causa de las condiciones poco tranquilas de la vida en México, por lo cual tuvo que celebrarse el contrato a base del coste material resultante más un tanto por ciento.

Las primeras condiciones para puentes en América, fueron las preparadas por las compañías de ferrocarriles; pero en algunas naciones las empresas licitadoras ofrecían condiciones redactadas por ellas mismas, describiendo las clases de estructuras que estaban preparadas a suministrar, y las reglas generales y condiciones referentes a su fabricación y construcción. Algunas veces éstas eran aceptadas; pero tal línea de conducta era mala, ya que las condiciones estaban redactadas teniendo principalmente en cuenta los intereses del licitador.

Una parte importante del trabajo realizado personalmente por mí en la construcción de puentes, es la preparación y publicación de pliegos de condiciones. Poco antes del año 1890 redacté las condiciones para el cálculo y construcción de puentes de ferrocarril, y aparte otras para puentes de carretera, presentándolas como memorias para su publicación y discusión por sociedades técnicas. Estos trabajos respondieron bien a su objeto, resultando de ellos muchos pequeños perfeccionamientos, tanto en el cálculo como en la construcción. Poco antes de 1900, al escribir mi obra «De Pontibus», preparé dos pliegos completos para aquellos tiempos y los incorporé al libro como capítulos separados, uno de ellos destinado al cálculo solamente, y el otro a la fabricación y construcción.

Hacia el año 1900, estas condiciones fueron extractadas de la obra «De Pontibus» y publicadas en forma de pequeño libro que se vendía a precio nominal para beneficio de cualquier proyectista de puente que deseara emplearlas; y casi durante veinte años fueron extensamente empleadas por los ingenieros jóvenes en los Estados Unidos y en el

Canadá; en ocasiones íntegramente, pero más a menudo copiándolas al pie de la letra en gran parte o reformando la redacción y conservando las ideas.

Hacia el año 1907 escribí y publiqué un pequeño tratado, con el título «Condiciones y Contratos», en el cual se discutía la fundamental teoría de la redacción de condiciones y contratos, presentando numerosos ejemplos resueltos para ilustrar esta teoría, y otros destinados a ser resueltos por el estudiante.

En 1916 apareció mi *magnanum opus* «Bridge Engineering», la cual contiene dos largos y elaborados capítulos sobre condiciones; uno de ellos, como anteriormente, destinado al cálculo y el otro a la fabricación y construcción. El último presenta una característica no intentada hasta entonces, o acaso tan siquiera ideada; ésta consiste en disponer en orden lógico la información referente a la redacción de las condiciones a someter a los licitadores, bien sea tratándose de planos preliminares especiales o bien con dibujos completos de detalle, siendo estas condiciones tan completas que cubren cualquier punto, no sólo en la construcción de los puentes mismos, sino también en todas las construcciones suplementarias o anexas incluídas alguna vez en contratos de puentes. El objeto de este capítulo es permitir a cualquier ingeniero de puentes joven, que no haya tenido gran experiencia pero que esté dotado de buen juicio y sentido común, preparar condiciones completas en orden lógico para cualquier puente que se proponga y que haya proyectado, para presentarlo a los licitadores en competencia, sin omisión de cláusula o consecuencia alguna. Se presentan tres tipos generales de cláusulas, a saber: las variables, las incompletas y las permanentes, yendo cada cláusula señalada al principio, con tipo grueso, por una de las letras V, I o P respectivamente. Para cada cláusula variable se da un razonamiento sobre la manera de redactarla, seguido de un ejemplo tomado de mi práctica profesional. Cada condición incompleta se presenta redactada con uno o más espacios en blanco que deben llenarse. Por último, cada condición permanente, cuando sea aplicable al caso en estudio, se presenta redactada para ser copiada textualmente. Casi no hace falta hacer constar que en la preparación de un pliego determinado resultarán inaplicables o innecesarias muchas condiciones de las allí presentadas, por lo cual deberán omitirse.

Sorprende la rapidez con que puede prepararse el pliego de condiciones de un proyecto de puente utilizando este capítulo en la forma indicada. Cuando se imprimen las diversas tiradas de este libro, acostumbro obtener varias copias suplementarias de este capítulo para uso de mi oficina. Deben sacrificarse dos ejemplares para cada pliego, el cual se prepara con tijeras y goma de pegar; pero el papel es barato y el tiempo costoso.

Las últimas condiciones para puentes son las de la Sociedad Americana de Ingenieros de Ferrocarriles. No son completas, y acaso nunca lo sean, pues de tiempo en tiempo sufren modificaciones y adi-

ciones para mantenerlas al día. Representan el asenso de las opiniones de los más calificados ingenieros de ferrocarriles de los Estados Unidos y del Canadá sobre las cuestiones de puentes. He tenido el honor de figurar durante muchos años en el Comité encargado de su redacción y compilación; por consiguiente, puedo con toda conciencia recomendarlas a los ingenieros de ferrocarriles de España.

Evolución de las bases de contrata.

La forma más antigua de contrata para puentes fué la del tanto alzado. Generalmente este tipo de contrata resulta más favorable para el propietario que para el contratista, puesto que echa sobre éste la carga de terminar la obra a despecho de toda omisión en el pliego de condiciones, y porque le obliga a ejecutar a su costa cualquier trabajo suplementario que resulte ser necesario. Cuando la injusticia envuelta en un contrato de esta clase resulta demasiado grande, o se avienen las partes a firmar un compromiso, o bien el contratista promueve un pleito contra el propietario.

El tipo de contrata a base de precios unitarios, que siguió al del tanto alzado, constituye un gran adelanto sobre éste, pues el contratista cobra el trabajo que ejecuta y en su totalidad. Sin embargo, el contratista no queda protegido contra la eventualidad de tener que pagar por los materiales y la mano de obra más de lo que calculó al hacer su presupuesto.

El tipo de contrata a base del coste más un tanto, que durante la guerra se generalizó de un modo inevitable, aunque anteriormente había sido empleado alguna vez ante circunstancias o condiciones excepcionales, resulta totalmente a favor del contratista y en contra del propietario. La razón de ello es que con un contrato de esta clase ni el contratista ni sus empleados tienen incentivo alguno para esforzarse en llevar adelante el trabajo; y aunque el contratista pueda ser escrupuloso en el cumplimiento de su cometido, sus empleados con seguridad no lo son. Entre ellos se dicen: «¿Qué ganamos con ir de prisa?; cuanto más la obra cueste, más ganará nuestro amo»; y se conducen de acuerdo con ello. Ciertamente es que el «tanto más» de estas contratas no es a veces un tanto por ciento sino un beneficio fijo. Esto, sin embargo, corrige sólo una parte del mal. Soy tan opuesto a la base del coste más un tanto, que nunca recomendaré a ninguno de mis clientes que lo acepte, de no verse forzado a aceptarlo por circunstancias inevitables.

Existe un tipo de contrato razonable y justo para todas las partes interesadas, que conduce al máximo de esfuerzo de todas las personas que tienen relación con la obra, incluyendo al propietario y su personal, al par que al contratista y sus empleados. Este tipo de contrato fué desarrollado por mí después de un detenido estudio que duró varios meses. Fué presentado a la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles como discusión mía de otra memoria, y fué publicado en los «Proceedings»; posteriormente fué incorporado en forma de capí-

tulo en mi obra «Economía de Puentes», bajo el título «Economía de los contratos». Aunque el método es bastante sencillo y sólo se aplica una vez al hacer la liquidación, la explicación del *modus operandi* es demasiado larga para ser expuesta aquí; así, pues, para detalles sobre este particular pueden ustedes consultar las publicaciones mencionadas.

Evolución de la inspección de puentes.

La inspección de la fabricación y construcción de estructuras metálicas en los talleres de laminación y de construcción, fué inaugurada hacia la época en que terminé mis estudios, por lo cual he presenciado su desenvolvimiento desde su tosco principio hasta su estado actual, el cual, dicho sea de paso se halla todavía muy distante de la perfección. Con demasiada frecuencia en mi práctica profesional se ha presentado la ocasión de quejarse de que «la inspección no inspecciona». La razón fundamental de esto reside en que los clientes rara vez convienen en pagar un precio adecuado para una inspección realmente eficaz, y como consecuencia de esto los inspectores y sus ayudantes cumplen su misión a la ligera. Esta costumbre pronto se hace crónica, y entonces, por grande que la remuneración sea, la inspección distará mucho de ser ideal.

La inspección de los materiales metálicos se paga unas veces por día de trabajo y otras por tonelada de metal inspeccionado, variando el precio de acuerdo con la importancia de la contrata y la complejidad o facilidad de la fabricación. Esta inspección es a veces practicada por particulares, pero generalmente lo es por oficinas, presentando cada método sus ventajas y desventajas.

Si se trata de la inspección para un puente muy grande, lo mejor será encargar de ésta a una persona de reconocida competencia con un buen sueldo, dejando que seleccione y fije el salario del personal auxiliar. Generalmente es acertado en semejante caso confiar la inspección en el taller de laminación a una de las oficinas inspectoras, pues existe una combinación de éstas para tal inspección, que se traduce en una acertada economía de sueldos.

Si la inspección se paga por tonelada, resulta económico acordar un buen precio para este trabajo, pues el valor que para el propietario de la obra representa la diferencia entre una inspección buena y una mala (o indiferente), es mucho mayor que la economía que pudiera obtenerse reduciendo los derechos del inspector.

Desarrollo de la pintura y de su aplicación.

Hace cuarenta años se prestaba poca atención a la calidad de la pintura empleada en los puentes y al método de su aplicación, siendo el principal objeto del contratista acabar de pintar la obra y quitársela de encima con la mayor rapidez y economía posible. El resultado de esto era que la du-

ración de la pintura de puentes estaba limitada a unos tres años.

Como la pintura ha resultado siempre más cara en América que su aplicación, se apreció pronto que la mejora en la calidad de los colores empleados se traduciría en una verdadera economía, por lo cual los propietarios de puentes empezaron a ser algo escrupulosos con respecto a las pinturas empleadas por los contratistas en la construcción o con las aplicadas en estructuras existentes por sus propios empleados. Esto excitó la competencia entre los fabricantes de pinturas para mejorar la calidad de sus productos, y con el tiempo algunos de ellos llegaron, bajo penalidad, a garantizar cierto plazo de duración. Al principio la garantía fué por cinco años—duración que entonces se consideraba como larga—pero a medida que la pintura se fué perfeccionando el plazo fué alargándose, hasta ser hoy posible obtener una garantía durante diez años.

Durante treinta años practiqué experimentos con pinturas para puentes, buscando en vano una protección ideal para las estructuras metálicas, y últimamente ha sido cuando llegué a encontrarla. Corriendo el riesgo de exponerme a injustas acusaciones, voy a decir a ustedes cuál ha sido mi hallazgo, con la esperanza de que la duración de las estructuras metálicas de su país pueda alargarse con este motivo. Para la capa de taller la pintura de minio de Dutch Boy ya preparada para su aplicación (y no entregada en forma de polvo o pasta), es la mejor pintura que se ha fabricado. La substancia colorante es un noventa y ocho por ciento de minio puro y, aunque su coste sea elevado, esta pintura resulta ideal por su duración. Para la primera capa en el campo, mi indicación es emplear una mezcla de partes iguales de esta pintura y de otra al carbono de primera calidad, la «Carbonizing Coating» de Goheen, el «Nobrac», o uno de los mejores productos de la «Detroit Graphite Company». Una de las mayores autoridades en pinturas, el doctor Sabin, recomienda el minio de Dutch Boy para las dos capas de campo, pero la mayoría de las autoridades prefieren que la elasticidad de las tres capas vaya en aumento desde la superficie metálica hacia fuera. Esta cuestión de las pinturas para puentes y su aplicación se halla tratada expresamente en mi obra «Economics of Bridgework» bajo el epígrafe «Economics of Metal Protection» (Economía de la protección del metal), y a esta obra les remito para más pormenores.

Conclusión.

Esto lleva a término mi ya demasiado larga disertación. En conclusión, permítanme expresar la esperanza de que a pesar de ser mi tema de carácter histórico, he podido hacer a ustedes algunas indicaciones sobre ferrocarriles y puentes que les serán de utilidad en su práctica profesional.

Por la traducción,
S. O. R.

CRÓNICA DE LA AGRUPACIÓN

Einstein en Barcelona

El ilustre físico alemán Dr. Alberto Einstein ha dado en nuestra ciudad en la última quincena del pasado mes de Febrero tres interesantes conferencias sobre su famosa Teoría de la Relatividad.

Inútil decir que fueron oyentes del sabio conferenciante todas cuantas personas forman nuestro mundo científico, que escucharon al Sr. Einstein con la mayor atención, aplaudiéndole fervorosamente al final de cada conferencia.

No nos extendemos en detallar lo tratado por el Sr. Einstein por cuanto nuestros compañeros pudieron en el número de *TÉCNICA* de Diciembre, documentarse de manera completa sobre la Teoría de la Relatividad por el magnífico trabajo de nuestro compañero D. Fernando Tallada, premiado con el primer premio en el Concurso de *TÉCNICA* de Octubre último.

Edificio Social

3.ª lista de cobro de cantidades suscritas al empréstito para la construcción de nuestro edificio social

D. Enrique Baixeras (1ª imposición)	500'00 Pts.
» Luis Bosch-Labrús (2ª id.)	12,500'00 »
» Lorenzo Mateu (contratista) 20 % importe obras	5,207'20 »
Importan estas tres imposiciones	18,207'20 Pts.
Importe total 2ª lista Empréstito	166,108'35 »
En junto cobrado Empréstito	184,315'55 Pts.

Cuenta de Ingresos y Gastos con cargo al Empréstito a partir resumen publicado en *TÉCNICA* núm. 49 (Enero 1923).

Ingresos

Cobrado por suscripción Empréstito	18.207'20 Pts.
Cobrado a cuenta liquidación cuota provisional de 2'50 y tanto por ciento Fondo Reserva	2.729'90 »
Líquido cuenta Vallas durante los meses de Nobre, y Dcbre. 1922 y Enero y Febrero 1923	1.143'05 »
Cobro de 40 cupones Bonos Reforma Fondo de Reserva	205'75 »
Por reintegro consumo de agua del 30 Septiembre al 31 de Octubre 1922	16'60 »
En junto los ingresos	22,302'50 Pts.
Disponible estado anterior	116,249'15 »
Total	138,551'65 Pts.

Gastos

Por varios	71'65 Pts.
Por reintegro del Sr. Mateu importe factura delineante Sr. Alonso, del 28 Octubre 1922 que él le adelantó	50'00 »
Factura obras hormigón del señor Mateu	26,036'00 »
En junto los gastos	26,157'65 Pts.
Restan disponibles	112,394'00 Pts.

Comprobación

Saldo cuenta corriente B. U. C.	110,430'05 Pts.
Existencia en Caja	820'90 »
Existencia Caja anuncios valla	1,143'05 »
Total	112,394'00 Pts.

Revista de Revistas

Elektrotechnische Zeitschrift (23 Noviembre 1922)

«Desarrollo, estado actual y cuestiones a resolver, en la iluminación eléctrica».—Por el Ingeniero Dr. H. Lux.—En la primera parte de su trabajo, hace una exposición histórica del desarrollo de los focos luminosos eléctricos, desde la lámpara de arco de Davy hasta la de efecto de llama y de vapores, describe después las de incandescencia, desde la de filamento de carbón hasta las de filamento metálico y gases, describiendo de paso las demás lámparas más importantes. En su funcionamiento se estudian especialmente los fenómenos físicos que tienen lugar, para formarse un concepto claro de las dificultades que hay que vencer y ver los progresos que pueden hacerse en los caminos hasta hoy cerrados. En la segunda parte trata de las investigaciones que se fundan en las leyes de las radiaciones respecto a la temperatura, de lo cual se deduce

que bajo el punto de vista económico, es equivocado el camino seguido en la producción de luz por la elevación de la temperatura, con lo cual teóricamente se obtiene solamente un efecto visual útil de 14,5 %, pero al cual con los medios técnicos actuales aún no se ha llegado. Apoyándose, luego, en las nuevas ideas sobre la constitución de los átomos y la producción de luz por el movimiento de los electrones, indica que puede llegarse así a la producción realmente económica de la luz con la transformación completa de la energía empleada en luz, fijando el límite que es 650 ± 33 Lm/W. Este máximo no puede sobrepasarse, porque está subordinado a la naturaleza fisiológica de nuestro órgano visual. Finalmente se expone que aún están mucho más lejos de su realización práctica los problemas relativamente sencillos de la utilización de los focos existentes, que los mucho más difíciles problemas a resolver de la producción racional de la luz, por-

que es tanto o más importante una buena iluminación, factor importantísimo en el proceso de la producción, como la propia invención de un foco luminoso racional.

«La central hidroeléctrica del Estado Noruego en Glomfjond».—Por G. v. Troeltsch.—(Conclusión).

«Determinación del potencial de la tierra en las instalaciones trifásicas. Medición del aislamiento en las instalaciones de alta tensión durante el funcionamiento».—Por E. Marx.

«Una nueva ley inglesa sobre electricidad».—Por Liegel.

«Repartición adecuada de las líneas de conducción en las instalaciones industriales».—Por Kurt Perlewitz.

Número del 7 Diciembre 1922:

«Nuevas instalaciones hidráulicas de pequeña potencia».—Por el Ingeniero C. Reindl.—Se describe un nuevo sistema, imaginado por el autor, para pequeñas instalaciones hidráulicas para corriente continua hasta unos 25 kw. de potencia, que se caracterizan por no tener ningún aparato de regulación para el número de revoluciones, las cuales se mantienen fijas cualquiera que sea la carga, consiguiéndose también una tensión constante por la construcción especial de la dinamo. Con esta disposición se obtiene una economía del precio de coste de un 50 % y que la vigilancia sea supérflua. Muy apropiado para instalaciones de alumbrado de pueblos, hoteles, fincas, etc.

«Desarrollo, estado actual y cuestiones a resolver en la iluminación eléctrica».—Por H. Lux. Terminación de este notable trabajo que recomendamos no solamente a los Ingenieros sino también a los que se dedican al estudio de la Física.

«Valoraciones y formación de precios».—Por Emilio Schiff.—El estado de desequilibrio económico por que atraviesa actualmente Alemania, obliga a un serio estudio de los factores de la producción y de las causas y circunstancias que contribuyen a su variación e inestabilidad. La competencia del autor en los asuntos financieros y en las cuestiones económicas, hace que este artículo sea interesante no sólo en su país, si que también para todos los técnicos que tengan que preocuparse de las cuestiones económicas.

«La importancia económica del aluminio. Experiencias con los conductores de aluminio. Prescripciones de la Sociedad de Electricistas Alemanes».—Normas para los conductores aislados en instalaciones de corriente intensa. Vigentes desde 17 Octubre 1922.

T. C.

El record del mundo en velocidad

Por lo honroso que en definitiva resulta para la industria nacional acogemos gustosos en nuestras columnas los conceptos que a este acontecimiento dedica nuestro colega de París «L'Auto».

De nuevo Sadi Lecointe ha entrado en posesión del record del mundo de velocidad.

Un reglamento singular exigía que el nuevo record fuera superior al antiguo en una velocidad horaria de 4 km. como mínimo. Sadi lo ha batido de unos 20 km. lo que suprimo por hoy cualquier posible discusión.

Mucho se ha dicho sobre la incomparable virtuosidad de este hombre, sobre sus cualidades de energía y audacia, de sangre fría y precisión. Hoy añadimos que Sadi es además un gran trabajador.

En el punto en que estamos basta el más pequeño detalle para conseguir o hacer fracasar una *performance*, ya que en ésta todo ha sido cuidadosamente estudiado, previsto y realizado.

Es, pues, un gran día para la aviación francesa. Es justo colocar en el cuadro de honor a todos aquellos que han permitido a Sadi Lecointe la realización de esta fantástica velocidad superior a 100 metros por segundo.

Pensad que suponiendo resueltos todos los problemas accesorios, esta velocidad significa franquear la distancia de Brest a New-York en 10 horas, y que, sobre la latitud de París, Sadi Lecointe podría dar la vuelta al mundo en 3 días.

Sobre el punto de vista aerodinámico los «responsables» en el sentido americano de la palabra, son los Sres. Delage y Marie director técnico, e ingeniero de la casa New-Port, cuya obra personal ya tan considerable en aviación, adquiere así un nuevo y potente relieve.

La hélice era de la casa Rechie. El régimen de rotación a que ha estado sometida ha resistido victoriosamente esfuerzos fantásticos.

En cuanto al motor, era el prestigioso *Hispano Suiza*, del cual Birkigt ha obtenido cerca de 400 caballos. Es una mecánica espléndida de la que es supérfluo hacer elogios. Por lo demás, este tipo de motor es hoy universalmente conocido.

C. FAROUX.

Exposición y Congreso Internacional de Fundición en París (Septiembre 1923)

«The Foundry Trade Journal» del 1º de Febrero insiste en su editorial sobre la importancia de esta manifestación, haciendo saber que de las deliberaciones del «Committee of the Institution of British Foundrymen on International Relations», resulta que la fecha más conveniente es la del 12 al 15 de Septiembre. Mr. H. Cole Estep, Presidente de la «American Foundrymen's Association's Committee on International Relations», hace notar que espera que los delegados de los Estados Unidos llegarán a Inglaterra hacia el 1º de Septiembre residiendo en Inglaterra hasta la fecha de apertura del Congreso. Una comisión muy importante se ha formado con las Sociedades Técnicas de Londres para recibir convenientemente los delegados de los Estados Unidos.

Está decidido que la inauguración oficial del Congreso Internacional tendrá lugar el 12 y que una sesión especial para los miembros que hablan inglés tendrá lugar el 13 de Septiembre. Visitas a las fundiciones de París y sus alrededores ocuparán el resto del tiempo que dejen libre las sesiones.

Los Congresistas se dividirán en dos grupos, uno que visitará el Este francés (Nancy, Pont à Mousson, Luxembourg, Liege), mientras que el segundo grupo aceptará la invitación de MM. Schneider & Co, Le Creusot, para visitar su nueva fundición descrita últimamente en «The Foundry Trade Journal».

Es muy útil subrayar la frase siguiente: «It should be clearly understood that these tours are extra to the Conference, as they will occupy perhaps more time than would be available for most foundrymen, but obviously it will be a great educational opportunity which should be taken advantage of by all possible». Lo que traducido libremente quiere decir: Se comprenderá claramente que estas vi-

sitas son un complemento del Congreso y que ocuparán la mayoría de los fundidores más tiempo de aquel de que pueden disponer *pero sin duda alguna será una oportunidad muy instructiva*, de la que debe aprovecharse por todos los medios posibles.

La Exposición que debe tener lugar en la Escuela de Artes y Oficios de París, se abrirá el 6 de Septiembre y terminará el 14. Solamente la Escuela por ella misma merece un viaje a París para quienquiera se interese en la educación técnica, especialmente la educación técnica de la fundición, porque posee una fundición modelo cuya capacidad es mayor que la de muchas fundiciones comerciales y mucho mejor equipada que la mayoría de ellas.

Sinceramente creemos que los fundidores de Gran Bretaña comprenderán las ventajas que ofrece semejante visita y la favorecerán, dando facilidades a su personal técnico y si es posible soportando sus gastos.

Y no se nos ocurre decir más porque verdaderamente es difícil añadir algo a lo dicho por el editorial del periódico, órgano de los fundidores británicos, basta el pensar la diferencia que existe entre el comercio y el técnico españoles para que cada uno pueda darse cuenta de que eso piensan los británicos, todo eso y mucho más deben pensarlo los fundidores españoles.

J. M. ESPAÑA.

BIBLIOGRAFÍA

Los Gráficos. (Estudio de su confección y empleo en la organización y contabilidad del comercio, industria y banca). Original de José Gardó.—Editorial Cultura.—Barcelona.

D. José Gardó, especialista en cuanto se refiere a organización comercial e industrial, ha redactado la obrita que reseñamos, destinada a explicar qué son los gráficos, cómo se construyen y forma en que deben aplicarse.

En lenguaje ameno y con una concisión nunca reñida con la claridad ha expuesto cuanto a la materia se refiere haciendo resaltar las ventajas que puede reportar su aplicación de los casos en que están indicados, es decir, en la contabilidad especulativa y en el estudio industrial, casos en los cuales, los numerosos factores que han de tenerse en cuenta hacen desear la substitución de cifras por líneas y figuras representativas de las mismas.

El estudio del Sr. Gardó es completísimo abundando en sus páginas los grabados, que por acierto del autor son reproducción de gráficos empleados por empresas de nuestro país.

El conocimiento de esta obra, cuya traducción francesa está en prensa, ha de ser interesante para todos y una necesidad para muchos, por lo que recomendamos su lectura muy eficazmente.

Los métodos modernos en los negocios, por LEPAIN y GRANDVILLE.—Versión española revisada y prologada por RAFAEL BORI, publicada por Editorial Políglota de Barcelona.

El problema que para nuestro comerciante e industrial representaba la reorganización de su negocio y por tanto de su oficina, fábrica o taller, basado en los modernos métodos que han hecho triun-

far a los extranjeros, ha venido a resolverlo la publicación de este libro cuyo valor ha sido confirmado por el éxito que en Francia y Bélgica ha obtenido y que ha hecho se agotaran, en poco tiempo, dos numerosas ediciones.

Después de una serie de consideraciones y observaciones psicológicas a guisa de lecciones teóricas, dedica una gran parte del libro a la práctica de la implantación de los diversos métodos que describe presentando varios sistemas y formas para cada caso con el fin de que los interesados, de acuerdo con las necesidades de sus negocios o industria, puedan aplicar el que más se adapte, sin miedo a exponerse a fracasos, dedicando interesantísimos capítulos al arte de comprar y sus medios, al arte de vender y forma de presentar el producto, a la correspondencia mercantil, a la representación comercial y a la ciencia de la publicidad.

A la organización y equipo de oficinas destina la mitad del libro, haciendo un estudio de los muebles y equipos, métodos de clasificación y archivos, clases de fichas y sistemas, máquinas, aparatos y accesorios necesarios en todo despacho para obtener un mayor rendimiento con un mínimum de esfuerzo y tiempo, cosas que presenta en 107 ilustraciones y con el compendio de la organización de una importante fábrica extranjera.

El Sr. Bori ha puesto un cuidado especial en la revisión adaptando los sistemas y estudios a la psicología, modo de ser y necesidades de los comerciantes e industriales de nuestro país, completando el libro con un substancioso prólogo digno de toda alabanza, constituyendo dicha obra un estudio monográfico de la organización indispensable para los negociantes y sus empleados.

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

