Año 22. Núm. 12.

REVISTA
TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

DE

BARCELONA

Premiada con MEDALLA de ORO en la Exposición Universal de Barcelona de 1888 y en la de Boston de 1883; y con medalla de plata en la de París de 1889

DICIEMBRE, 1898

BARCELONA

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN, EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
RAMBLA DE SAN JOSE, NUMERO 30, PISO 1.º
TELÉFONO, 541

como estas descompuestas en secciones transversales, en las cuales todos los esfuerzos actúan en un mismo plano, y este es otro estudio todavía muy vago, cuya resolución se hace en general de un modo empírico, por más que algunos autores, como Navier, Vinkler, Föppl y otros lo hayan tratado de un modo racional por la teoría de superficies de presión.

Finalmente, así en la construcción de máquinas como en la de edificios, son muchos los casos en que un cuerpo cualquiera descansa sobre una plataforma de vigas apoyado en más de tres puntos, sobre una serie de rodillos como las plataformas de los puentes giratorios, ó en los diversos asientos de un bastidor de máquina útil ó motriz, y todos estos casos, siempre que todas las fuerzas á que está sometido el cuerpo pueden componerse en una sola resultante, están comprendidos en la serie B del 2.º grupo.

Conviene sin embargo observar que no es siempre fácil distinguir si un cuerpo cualquiera formado por varios elementos unidos entre sí puede considerarse como un cuerpo único ó no, ya que esto depende exclusivamente de la trabazón que entre dichos elementos existe con relación á las fuerzas que los solicitan, y esto es sumamente interesante, puesto que de esta consideración depende la mayor ó menor dificultad de muchos problemas que ofrece el cálculo de las construcciones.

Si nos fijamos por ejemplo en un puente metálico de un solo tramo formado por dos vigas principales reunidas por viguetas transversales y lo consideramos como un solo cuerpo sometido á la acción del peso propio y la sobrecarga, tendremos un caso de la serie que nos ocupa; pero como en general las uniones de las viguetas transversales con las vigas no tiene más objeto que transmitir la carga de las primeras á las últimas y por lo tanto su rigidez, así como la misma sección de las viguetas no son capaces de mantener el puente apoyado sólo en los dos extremos de una viga y en uno de la otra, quedando el resto sostenido por el empotramiento de las viguetas en su unión con la viga apoyada; de aquí que para el cálculo pueda admitirse directamente sin gran error que las vigas principales forman dos cuerpos independientes, apoyado cada uno en dos únicos apoyos necesarios y suficientes y las viguetas transversales como independientes también entre sí y apoyadas en las vigas principales.

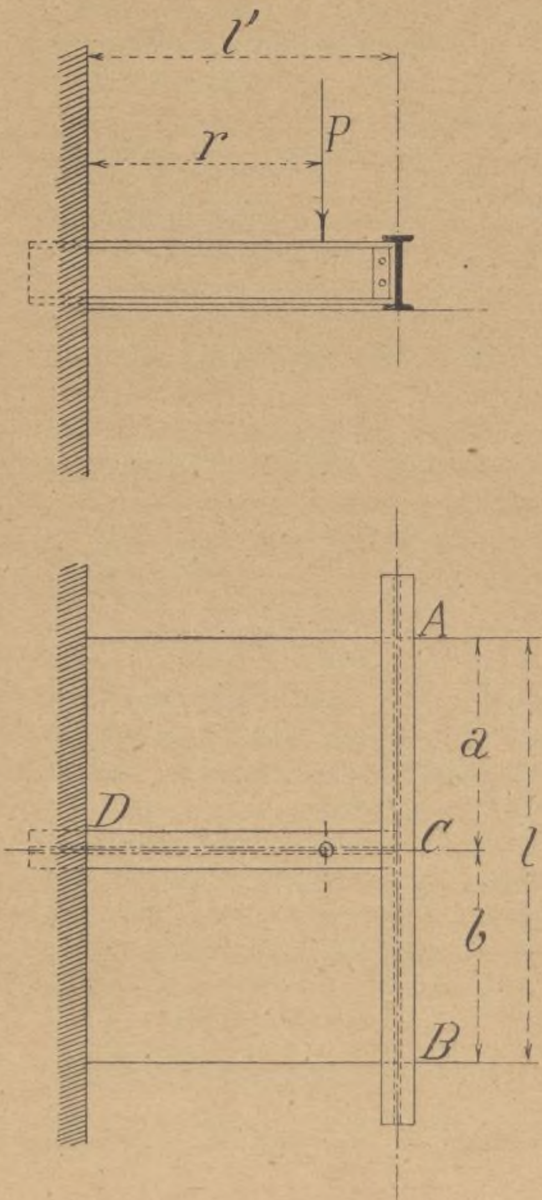
Otra consideración que simplifica en muchos casos la determinación de la repartición de la carga sobre más de tres apoyos, es la regularidad del sistema considerado cuando la carga se halla repartida también de un modo regular, en cuyo caso la resultante única deberá coincidir con el eje de la estructura. Por ejemplo, si tenemos una cúpula esférica de grandes dimensiones formada por cerchas metálicas sensiblemente iguales y distribuidas en forma de meridianos igualmente espaciados, cuya altura de sección sea muy pequeña comparada con las dimensiones principales de la cúpula y al mismo tiempo la carga debida al peso propio y de la cubierta están repartidas con perfecta regularidad, puede admitirse desde luego que la resultante se repartirá por igual entre todas las cerchas, puesto que esta distribución depende de las deformaciones, y estas serán sensiblemente iguales y muy superiores por poco importante que sea la carga á las pequeñas diferencias que pueda haber entre unas y otras cerchas por las deficiencias compatibles con una construcción esmerada.

Pero en el caso más general, es decir, cuando un cuerpo formado por un solo elemento constructivo ó por varios trabados de tal manera que bajo la acción de las cargas que sufren pueden considerarse completamente solidarios unos de otros, descansa sobre más de tres apoyos y se halla sometido á una resultante única, no hay más que el estudio de la deformación del cuerpo y sus apoyos ó de ambos á la vez que pueda conducirnos á una determinación justa de la distribución de cargas. Como ejemplo de los complicados problemas á que esto da lugar, estudiaremos dos casos que pueden presentarse en la práctica.

Sea fig. 13 una viga AB apoyada en dos muros y sometida á un peso P cuya dirección no pasa por el eje de la viga. Si suponemos que la viga descansa simplemente sobre sus apoyos, el peso la hará girar y por lo tanto no podrá haber equilibrio, pero si además se la apoya lateralmente, la viga trabajará por flexión y torsión bajo condiciones fáciles de determinar. Con objeto de evitar la torsión añadamos ahora otra viga CD cuyo eje se corte con la dirección de P y supongamos que esta nueva viga descansa simplemente en C sobre AB y en D sobre un muro. Claro está que el peso P se podrá descomponer en dos reacciones, una en D

y otra en C y esta última en otras dos en A y B, de modo que tendremos completamente determinada la descomposición de P según los tres apoyos necesarios y suficientes del sistema. Pero si suponemos además que la viga CD está empotrada en D, lo cual equivale á introducir un número infinito de apoyos que constituyen el empotramiento, la descomposición de P entre A, B y D no se presenta tan fácil de determinar. Basta considerar que si la viga CD fuese muy rígida respecto de AB, la pequeña deformación que sufriría bajo la acción de P en su punto de unión C con AB, debiendo ser igual á la de esta última viga, correspondería á un trabajo muy pequeño de esta y por lo tanto el peso P sería resistido casi enteramente por el empotramiento y las reacciones en A y B serían muy pequeñas. Estas consideraciones nos conducen al siguiente:

Fig 13



PROBLEMA.—*Dado un peso apoyado sobre una viga de sección conocida empotrada en un muro por un extremo y apoyada por el otro en otra viga de sección también conocida, cuyos extremos descansan simplemente sobre dos muros, determinar las reacciones de los apoyos, el momento de empotramiento y el coeficiente de trabajo máximo de ambas vigas.*

La resolución del problema estriba en la condición ya expuesta de que la flecha de las vigas AB y CD ha de ser igual en el punto C; si además hubiese en C una unión rígida de ambas vigas, la inclinación de la fibra media de CD en C debería ser igual á la torsión de la sección transversal de AB; pero como en la mayoría de los casos las uniones de vigas no tienen perfecta rigidez y la resistencia á la torsión de sus secciones es relativamente pequeña, nos concretaremos al enunciado del problema que supone la viga CD apoyada sobre AB descansando en ella ó por medio de una articulación.

Llamando l á la longitud AB, l' á CD, $a = AC$, $b = CB$, r á la distancia del punto de aplicación de P al empotramiento, μ al momento de empotramiento en D, R la componente de P que transmite la viga CD á AB, R_1, R_2 las respectivas reacciones en a y b, f la flecha común á ambas vigas en el punto C y finalmente E, I, E', I' los coeficientes de elasticidad de los materiales y momentos de inercia respectivos de las vigas AB y CD, podremos escribir:

Para la expresión de f en función de la viga AB (v. Reuleaux, «Le Constructeur,» pág. 13),

$$f = \frac{R}{EI} \times \frac{a^2 b^2}{3l} \qquad (1)$$

Para la viga CD la flecha será la que resulta del peso P actuando á una distancia r del empotramiento menos la que producirá la reacción R de la viga AB actuando en sentido contrario de P. Como no conocemos ningún formulario que nos dé la flecha del extremo de una viga empotrada en el otro extremo y cargada en un punto intermedio con un peso dado, la deduciremos directamente.

Para ello bastará fijarse en las ecuaciones de momentos correspondientes al peso P, igualarlas á $E' I' \frac{d^2 y}{d x^2}$, é integrar.

Estas ecuaciones son dos y tomando por orígen de coordenadas el punto D su forma es la siguiente:

De D á P $$M = E' I' \frac{d^2 y}{d x^2} = P r - P x$$

De P á C $$M = E' I' \frac{d^2 y}{d x^2} = O$$

Integrando una vez tendremos:

De D á P $$E' I' \frac{d y}{d x} = P r x - P \frac{x^2}{2} + C_1$$

De P á C $$E' I' \frac{d y}{d x} = C_2$$

Para determinar la constante C_1 basta observar que para $x = O$ $\frac{d y}{d x}$ que no es más que la tangente del ángulo que forma la fibra media deformada con la horizontal es igual á cero, gracias al empotramiento; luego $C_1 = O$. Para determinar C_2 observaremos que las dos ecuaciones deben dar un mismo valor para $x = r$, por lo tanto tendremos:

$$P r^2 - \frac{P r^2}{2} = C_2 = \frac{P r^2}{2},$$

y sustituyendo valores, podremos escribir las dos ecuaciones integradas de un modo determinado en la forma:

De D á P $$E' I' \frac{d y}{d x} = P r x - \frac{P x^2}{2}$$

De P á C $$E' I' \frac{d y}{d x} = \frac{P r^2}{2}$$

Integrando de nuevo, tendremos:

De D á P $$E' I' y = P r \frac{x^2}{2} - P \frac{x^3}{6} + C_3$$

De P á C $\qquad E' I' y = P \frac{r^2 x}{2} + C_4$

Para $x = o$, la flecha y es cero, de donde resulta $C_3 = o$. Para determinar C_4 bastará igualar ambas ecuaciones haciendo $x = r$ lo cual dará:

$$P \frac{r^3}{2} - P \frac{r^3}{6} = P \frac{r^3}{2} + C_4$$

De donde $C_4 = - P \frac{r^3}{6}$ y sustituyendo su valor en la segunda ecuación, tendremos:

$$E' I' y = P \frac{r^2 x}{2} - P \frac{r^3}{6}$$

y haciendo $x = l'$

$$y = \frac{1}{E' I'} \left(P \frac{r^2 l'}{2} - P \frac{r^3}{6} \right)$$

Restando ahora de y la flecha que daría la reacción R obrando sola en sentido contrario, cuyo valor es $\frac{1}{E' I'} \frac{R \ l'^3}{3}$, tendremos el valor de

$$f = \frac{1}{E' I'} \left(P \frac{r^2 l'}{2} - \frac{P r^3}{6} - \frac{R l'^3}{3} \right) \qquad (2)$$

Igualando ahora los dos valores de f de las expresiones (1) y (2) tendremos:

$$\frac{R}{E I} \frac{a^2 b^2}{3 l} = \frac{P}{E' I'} \left(\frac{r^2 l'}{2} - \frac{r^3}{6} \right) - \frac{R}{E' I'} \frac{l'^3}{3}$$

de donde podemos deducir el valor de R en función de P

$$R = \frac{\frac{P}{E' I'} \left(\frac{r^2 l'}{2} - \frac{r^3}{6} \right)}{\frac{1}{E I} \frac{a^2 b^2}{3 l} + \frac{1}{E' I'} \frac{l'^3}{3}} \quad \text{ó simplificando}$$

$$R = \frac{E I P (3 r^2 l l' - r^3 l)}{2 E' I' a^2 b^2 + 2 E I l'^3 l} \qquad (3)$$

Deducido R nada más fácil que hallar $\mu = P r - R l'$;

$$R_1 = \frac{R b}{l} \quad \text{y} \quad R_2 = \frac{R a}{l}$$

Del mismo modo llamando v y v' las distancias de las fibras neutras á las más cargadas de las respectivas vigas, tendremos para los trabajos máximos de los materiales:

En la viga $A B$ el que corresponde á la sección C en la cual hay un momento

$$M = \frac{R a b}{l}$$

y por lo tanto un coeficiente de trabajo:

$$S = \frac{\frac{R a b}{l}}{\frac{I}{v}} \qquad (4)$$

y en la viga $C D$ el que corresponde al empotramiento

$$S' = \frac{P r - R l'}{\frac{I'}{v'}} \qquad (5)$$

Tenemos pues resuelto el problema de un modo general, y sólo nos resta hacer algunas consideraciones y simplificaciones que de él se deducen.

Supongamos en primer lugar que las dos vigas son de un mismo material y por lo tanto que $E = E'$; la expresión (3) tomará la forma más sencilla

$$R = \frac{I P (3 r^2 l l' - r^3 l)}{2 I' a^2 b^2 + 2 I l'^3 l} \qquad (3 \text{ bis})$$

Si al mismo tiempo queremos que las dos vigas estén sometidas á un trabajo máximo igual, las ecuaciones (4) y (5) nos dan

$$S = S' = \frac{\frac{R a b}{l}}{\frac{I}{v}} = \frac{P r - R l'}{\frac{I'}{v'}}; \quad \text{de donde}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{I'}{v'} \times \frac{R\,a\,b}{P\,r\,l - R\,l\,l'} \qquad (6)$$

ecuación que nos da la relación que liga los módulos de resistencia de las vigas para dicha condición, y combinada con (3 bis), permite deducir I y v, dados I', v' ó al revés.

Otra considsración muy útil, que responde á un caso que puede presentarse en la práctica, resulta de suponer $r = l'$, es decir que el peso P caiga sobre la unión de las dos vigas; en cuyo caso la ecuación (3 bis) se convierte en

$$R = \frac{I\,P\,l'^3\,l}{I'\,a^2\,b^2 + I\,l'^3\,l} \qquad (3\text{ ter})$$

y la ecuación (6) en

$$\frac{I}{v} = \frac{I'}{v'} + \frac{R\,a\,b}{P\,l\,l' - R\,l\,l'} \qquad (6\text{ bis})$$

Haciendo aplicación á un caso sencillo en que $l' = a = b = \dfrac{l}{2}$ tendremos:

$$R = \frac{I\,P\,\dfrac{l^3}{8}\,l}{I'\,\dfrac{l^2}{4} \times \dfrac{l^2}{4} + I\,\dfrac{l^3}{8}\,l} = P\,\frac{2\,I}{I' + 2\,I}$$

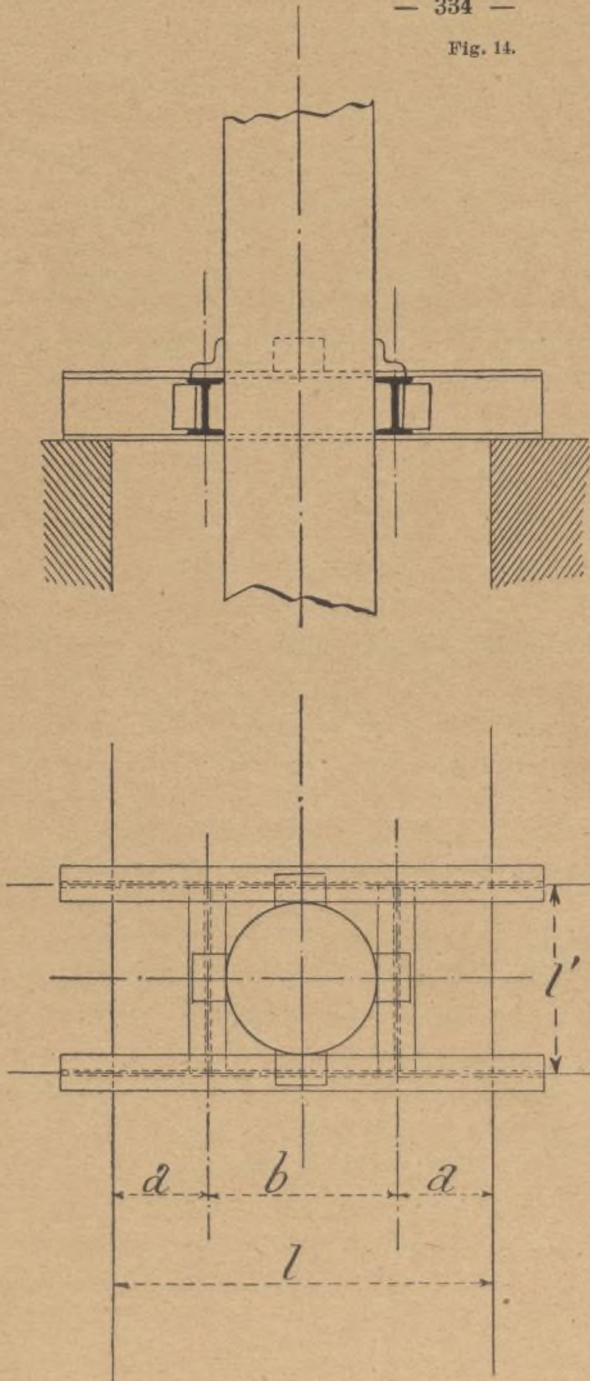
$$\text{y} \quad \frac{I}{v} = \frac{I'}{v'} \times \frac{R\,\dfrac{l^2}{4}}{P\,\dfrac{l^2}{2} - R\,\dfrac{l^2}{2}} = \frac{I'}{v'} \times \frac{R}{2\,P - 2\,R}$$

y sustituyendo en la 2.ª expresión el valor de R en función de P:

$$\frac{I}{v} = \frac{I'}{v'} \times \frac{P\,\dfrac{2\,I}{I' + 2\,I}}{2\,P - 2\,P\,\dfrac{2\,I}{I' + 2\,I}} = \frac{I'}{v'} \times \frac{I}{I'} \text{ ; de donde}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{I'}{v'}, \quad v = v' \quad \text{y} \quad I' = I\,\frac{2\,P - 2\,R}{R}$$

Fig. 14.



El ejemplo anterior demuestra cómo influye en la repartición de cargas la deformabilidad del sistema apoyado; veamos ahora el caso opuesto, es decir, la influencia de la deformación de los apoyos, suponiendo que el cuerpo apoyado es perfectamente rígido.

Sea, fig. 14 un tubo vertical que descansa por medio de 4 aletas remachadas, cuyas caras de asiento están en un mismo plano sobre un marco de vigas formado por dos principales de longitud l apoyadas en dos muros perpendiculares á ellas, y otras dos vigas de longitud l' que reunen las primeras y cuyos ejes estén separados á una distancia b.

Si el marco fuese completamente rígido y sus caras de apoyo estuviesen en un mismo plano, sería imposible determinar los valores de las reacciones que sufren la cuatro aletas, aunque por razón de simetría pudiera admitirse que eran exactamente iguales. Pero no siendo rígido, la deformación del mismo podrá darnos á conocer la repartición del peso P, teniendo en cuenta que cada aleta sufrirá una reacción relacionada con la deformación de la viga que la sostiene y que, de todos modos, las cuatro aletas se mantendrán en un mismo plano. Estas consideraciones nos conducen al siguiente:

PROBLEMA.—*Dado un peso vertical colocado en el centro de un marco de vigas formado por dos principales y dos transversales de sección conocida apoyadas en dos muros paralelos sobre las cuales descansa el peso por medio de 4 apoyos cuyas caras de asiento deben mantenerse constantemente en un mismo plano, determinar los valores de las diferentes reacciones para una relación dada de los momentos de inercia de las secciones y recíprocamente.*

Dada la simetría del sistema que supondremos se extiende á las secciones de las vigas, podemos desde luego afirmar que las reacciones de las vigas principales en los apoyos del tubo serán iguales entre sí, y lo mismo pasará para las vigas transversales, de modo que llamando R_1 á las primeras, R_2 á las segundas y P al peso del tubo, podremos escribir desde luego

$$P = 2\,R_1 + 2\,R_2 \qquad (1)$$

Por otra parte, estando todas las caras de asiento de las aletas en un mismo plano indeformable, para que todas descansen sobre el marco, es condición precisa que la flecha central f de las vigas principales debida no solo á R_1 sino á las cargas $\frac{R_2}{2}$ que las vigas transversales las transmiten en sus puntos de unión, sea igual al descenso total del centro de las vigas transversales que se compone de su propia flecha f_1, más la flecha f_2 de las vigas principales en los puntos de unión; por lo tanto podemos escribir también:

$$f = f_1 + f_2 \qquad (2)$$

Veamos ahora cuales son los valores de estas flechas.

Para determinar f escribiremos las ecuaciones de momentos y procederemos á su integración. Estas ecuaciones son, tomando por origen de coordenadas uno de los apoyos.

Del apoyo al punto de unión con la viga transversal:

$$M = E\,I\,\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{R_1 + R_2}{2}\,x$$

Del punto de unión con la viga transversal al centro:

$$M = E\,I\,\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{R_1 + R_2}{2}\,x - \frac{R_2}{2}\,(x - a) = \frac{R_1}{2}\,x + \frac{R_2}{2}\,a$$

Integrando una vez, tendremos:

Del apoyo al punto de unión:

$$E\,I\,\frac{d y}{d x} = \frac{R_1 + R_2}{2} \times \frac{x^2}{2} + C_1$$

Del punto de unión al centro:

$$E\,I\,\frac{d y}{d x} = \frac{R_1}{2} \times \frac{x^2}{2} + \frac{R_2}{2}\,a\,x + C_2$$

Para deducir la constante C_2 basta observar que por la simetría de las cargas la flecha máxima corresponde al centro, y que por lo tanto en dicho punto $\frac{d y}{d x} = o$; por lo tanto sustituyendo en la 2.ª ecuación x por $\frac{l}{2}$, tendremos:

$$o = \frac{R_1}{2}\,\frac{l^2}{8} + \frac{R_2}{2}\,\frac{a\,l}{2} + C_2 \text{ ó sea}$$

$$C_2 = -\,\frac{R_1}{2}\,\frac{l^2}{8} - \frac{R_2}{2}\,\frac{a\,l}{2}$$

lo cual nos convierte la ecuación 2.ª en

$$E\,I\,\frac{d y}{d x} = \frac{R_1}{2} \times \frac{x^2}{2} + \frac{R_2}{2}\,a\,x - \frac{R_1}{2}\,\frac{l^2}{8} - \frac{R_2}{2}\,\frac{a\,l}{2}.$$

Observando ahora que para $x = a$, ambas ecuaciones han de dar un mismo valor, tendremos:

$$\frac{R_1 + R_2}{2} \frac{a^2}{2} + C_1 = \frac{R_1}{2} \frac{a^2}{2} + \frac{R_2}{2} a^2 - \frac{R_1 l^2}{16} - \frac{R_2 a l}{4}$$

de donde:

$$C_1 = \frac{R_2 a^2}{4} - \frac{R_1 l^2}{16} - \frac{R_2 a l}{4}$$

y por lo tanto la primera ecuación toma la forma:

$$E I \frac{d y}{d x} = \frac{R_1 + R_2}{2} \frac{x^2}{2} + \frac{R_2 a^2}{4} - \frac{R_1 l^2}{16} - \frac{R_2 a l}{4}$$

Integrando de nuevo tendremos:

Del apoyo al punto de unión

$$E I y = \frac{R_1 + R_2}{2} \frac{x^3}{6} + \frac{R_2 a^2 x}{4} - \frac{R_1 l^2 x}{16} - \frac{R_2 a l x}{4} + C_3$$

Del punto de unión al centro.

$$E I y = \frac{R_1}{2} \frac{x^3}{6} + \frac{R_2 a x^2}{4} - \frac{R_1 l^2 x}{16} - \frac{R_2 a l x}{4} + C_4$$

Desde luego se ve que C_3 es igual á cero, puesto que para $x = o$ también es cero la flecha y, por lo tanto la 1.ª ecuación será:

$$E I y = \frac{R_1 + R_2}{2} \frac{x^3}{6} + \frac{R_2 a^2 x}{4} - \frac{R_1 l^2 x}{16} - \frac{R_2 a l x}{4}$$

y haciendo en ella $x = a$, tendremos la flecha f_2 en el punto de unión.

$$f_2 = \frac{1}{E I} \left(\frac{R_1 + R_2}{2} \times \frac{a^3}{6} + \frac{R_2 a^3}{4} - \frac{R_1 l^2 a}{16} - \frac{R_2 a^2 l}{4} \right)$$

$$= \frac{1}{E I} \left(\left(\frac{R_1}{12} + \frac{R_2}{3} \right) a^3 - \frac{R_1 l^2 a}{16} - \frac{R_2 a^2 l}{4} \right)$$

Igualando ahora para $x = a$, las dos ecuaciones, tendremos:

$$\left(\frac{R_1}{12} + \frac{R_2}{3} \right) a^3 - \frac{R_1 l^2 a}{16} - \frac{R_2 a^2 l}{4} =$$

$$\frac{R_1}{2}\frac{a^3}{6} + \frac{R_2\, a^3}{4} - \frac{R_1\, l^2\, a}{16} - \frac{R_2\, a^2\, l}{4} + C_4$$

de donde $$C_4 = \frac{R_2\, a^3}{12}$$

y por lo tanto sustituyendo este valor en la 2.ª ecuación y haciendo $x = \frac{l}{2}$ tendremos la flecha en el centro.

$$f = \frac{1}{E\,I}\left(\frac{R_1\, l^3}{96} + \frac{R_2\, a\, l^2}{16} - \frac{R_1\, l^3}{32} - \frac{R_2\, a\, l^2}{8} + \frac{R_2\, a^3}{12}\right) =$$

$$\frac{1}{E\,I}\left(\frac{R_2\, a^3}{12} - \frac{R_1\, l^3}{48} - \frac{R_2\, a\, l^2}{16}\right)$$

Por otra parte, para las vigas transversales f_1 es bien conocido (v. Reuleaux. «Le Constructeur,» pág. 13).

$$f_1 = -\frac{R_2}{E'\,I'}\,\frac{l'^3}{48}.$$

Sustituyendo pues todos estos valores en la ecuación (2), é invirtiendo los signos, tendremos:

$$\frac{1}{E\,I}\left(\frac{R_1\, l^3}{48} + \frac{R_2\, a\, l^2}{16} - \frac{R_2\, a^3}{12}\right) = \frac{1}{E'\,I'} \times \frac{R_2\, l'^3}{48}$$

$$+ \frac{1}{E\,I}\left(\frac{R_1\, a\, l^2}{16} + \frac{R_2\, a^2\, l}{4} - \frac{R_1\, a^3}{12} - \frac{R_2\, a^3}{3}\right)$$

ó sea, simplificando y ordenando respecto de R_1 y R_2

$$E'\,I'\,R_1\,(\,l^3 - 3\,a\,l^2 + 4\,a^3\,) = E\,I\,R_2\,l'^3$$

$$+ E'\,I'\,R_2\,(\,12\,a^2\,l - 3\,a\,l^2 - 12\,a^3\,)$$

y para $E' = E$ é $I' = K\,I$

$$R_1 = R_2\,\frac{l'^3 + K\,(\,12\,a^2\,l - 3\,a\,l^2 - 12\,a^3}{K\,(\,l^3 - 3\,a\,l^2 + 4\,a^3\,)} \qquad (3)$$

ecuación que combinada con la (1) resuelve la primera parte del problema, siempre que los materiales de las vigas sean iguales.

Si en cambio damos por conocidas R_1 y R_2 y suponemos que están en la relación $R_2 = m\, R_1$, partiendo siempre de $E = E'$, podremos deducir la relación conveniente para I é I' que llamaremos también

$$K = \frac{m\, l'^3}{l^3 - 3\,a\,l^2 + 4\,a^3 + m\,(3\,a\,l^2 + 12\,a^3 - 12\,a^2\,l)} \qquad (4)$$

ecuación que resuelve el problema recíproco.

Como aplicación hagamos ahora $R_1 = R_2$ ó sea $m = 1$, el valor de K será:

$$K = \frac{I'}{I}\cdot \frac{l'^3}{l^3 + 16\,a^3 - 12\,a^2\,l} \qquad (5)$$

Finalmente, suponiendo que el marco central es cuadrado, y por lo tanto, que $a = \frac{1}{2}\,(l - l')$, sustituyendo este valor en la última expresión y despejando, resulta

$$K = \frac{I'}{I} = \frac{l'}{3\,l - 2\,l'} \qquad (6)$$

expresión muy sencilla que nos permite determinar cual debe ser la relación entre los momentos de inercia de las vigas para que la carga total P se reparta por igual entre sus cuatro apoyos.

Con estos dos problemas creemos haber dado un ejemplo de los dos casos en que el sistema apoyado es deformable y los apoyos rígidos y al revés; existen además otros casos en que son deformables el sistema y los apoyos, pero su estudio puede deducirse fácilmente de los que hemos tratado y su desarrollo nos llevaría demasiado lejos.

Terminaremos este trabajo dando ligera cuenta de los casos que comprende la serie C del segundo grupo. Son éstos tan variados como los de la serie B, y puede decirse que se refieren á análogos problemas, siempre que las fuerzas que actuan sobre el sistema no pueden reducirse á una resultante única.

En este caso se halla una cúpula cargada de un modo irregular y sometida á la acción del viento, cuya resultante se cruza con la de las cargas verticales, y en iguales condiciones puede encontrarse una bóveda.

Pero el estudio de estos casos puede hacerse del mismo modo que los de la serie *B*, para cada resultante por sí sola, combinando después los efectos.

No entraremos en ellos para no alargar extraordinariamente estos artículos, cuyo objeto principal no ha sido más que llamar la atención sobre la diferencia inmensa que existe en la determinación de las reacciones de un sistema apoyado, según que el número de apoyos sea el necesario y suficiente ó sea supérfluo, y estudiar algunos casos compatibles por su sencillez con la índole del trabajo, pero capaces de dar palpable ejemplo de la importancia del asunto tratado.

J. S. B.

PROCEDIMIENTO ALGEBRO-GRAFICO

Para el cálculo de las cargas que puede remolcar una locomotora en los diversos perfiles y trazas de una línea conocidos, á las distintas velocidades fijadas en sus cuadros de marcha.

Todas las obras de ferro-carriles, lo mismo antiguas que modernas, tratan este asunto por estenso, todos los formularios lo condensan, y en unas y en otros se encuentran fórmulas teóricas ó prácticas, como hemos convenido en llamarlas, que dan las cargas que pueden remolcarse, teniendo en cuenta las resistencias propias de la máquina y el tender, las debidas á la pendiente y curvas, las del tren, incluyendo en éstas su peso, los rozamientos propios de sus vehículos y el empuje sobre ellos del viento, una vez conocido el trabajo que es capaz de desarrollar la locomotora á una velocidad fijada de antemano.

Dichas fórmulas, aunque pretendan ser prácticas, tienen no poco de empíricas y así los resultados del cálculo no coinciden del todo con los que pueden observarse en plena vía y sobre la plataforma de la locomotora.

Aparte de esto, resuelven el caso para una máquina dada á determinada velocidad y conocidos los demás factores de la fórmula, y como aquélla varía amenudo en cada trayecto y, á su vez, varían el perfil y la traza, es obra de romanos por lo larga, el cálculo de los *cuadros de carga* paralelos á los de *marcha* que el servicio de Material y Tracción viene obligado á redactar en toda Explotación bien ordenada, cuadros á los que ajusta el tonelaje de los trenes que discurren sobre la línea férrea el servicio del Movimiento.

La última dificultad va en crescendo cuando debido á cualquier causa se ha roto la unidad nunca bastante ponderada ni observada en un ferro-carril, y se han multiplicado, casi siempre injustificadamente, el número de los tipos de máquina que en toda Compañía ferro-viaria por importante que sea, no constituída por aglomeración con otras, no debe exceder de 4; á saber: Mercancías, Mixtas, De Gran velocidad, y Maniobras.

Para dar idea aproximada de su importancia bastará que digamos que tomando solo 10 valores para la velocidad habrá que resolver 10 veces por tipo de locomotora la fórmula que nos da el trabajo ó potencia, $10 \times 30 = 300$, la que nos determina la carga que podrá remolcar en pendientes de 1 á 30 $^m/_m$ por metro y $10 \times 30 \times 12 = 3{,}600$ la que arrastraría en las mismas pendientes combinadas con curvas que crecieran de 100 en 100 metros de radio, entre 200 y 1,500 por despreciarse la resistencia que oponen más allá de este límite.

Aparte de la «Revue des Chemins de fer» en donde muy diluído y disperso podría encontrarse algún medio de resolver este inconveniente, las modernas obras especiales de Moreau, Bricka, Loria, Humbert, y las más modestas y prácticas de Richar y Badé, Demoulin, Sauvage, etc., no dan resuelta esta dificultad que predispone á la pereza al calculista más diligente sobre todo cuando se tiene en perspectiva reproducir tantas veces el número de cálculos enumerados cuantos fueran los tipos de locomotora, lo que lleva á resolver, siendo solo 4, cosa perfectamente ideal, y no practicada, por desgracia repetimos, 14,400 veces, en nuestro supuesto, las fórmulas tan repetidas.

Claro está que una vez determinada la potencia y la carga que puede remolcar un tipo de máquina dado, á velocidad conocida y en recta y horizontal, los cálculos se simplifican mucho, pues la pendiente y la curva, cuando con la primera se combina, solo obligan á dividir la constante hallada en cada caso, dentro de las dos condiciones en el principio de este párrafo enunciados, por los valores de dicha pendiente ó de la pendiente combinada con la curva y por tanto como veremos luego, la resolución de la fórmula correspondiente queda reducida á una sencilla división y una resta, pero esto no evitaría el tener que hacer 14,400 operaciones si bien 13,200 son de estas últimas.

Reduciendo el estudio á los límites más estrechos y haciendo unas tablas para no tener que repetir cada vez los cálculos, pueden determinarse las cargas de que veníamos hablando, pero creemos más práctico é infinitamente más corto resolver gráficamente la parte más engorrosa del problema, esto es: la determinación de las cargas susceptibles de ser remolcadas en las curvas y pendientes dadas, una vez hallado por fórmulas matrices el trabajo efectivo y la resistencia á la tracción en recta y horizontal.

Aunque en el fondo son las primeras muy semejantes en resultados según la teoría ó experiencias en que se fundan y los elementos que se hayan tenido en cuenta para deducirlas entre los que se aprecian unas veces la admisión de vapor, otras la superficie de caldeo, algunas ambas y siempre la presión, dimensiones de los cilindros y diámetro de las ruedas, difieren algo, según se ha dicho, de los resultados que en el camino nos dan las máquinas en marcha.

Ocurre lo propio con las segundas que no son precisamente las que el cálculo teórico ha deducido, sino las debidas á la práctica de experiencias que por lo mismo que se llevan á cabo en condiciones diversas, presentan gran variedad de matices, no coincidiendo en resultados, por más que se aproximen bastante, como lo prueba la media deducida para la resistencia total del convoy por el ingeniero Biglia, de las experiencias de Gooch y Lechatelier y fórmulas de Harding, Pambour, Clark y Viullemier, expuesta en la obra Le Strade ferrate—Loria,—tomo 2.°, página 99.

Conduciendo las máquinas y apuntando cuidadosamente el tiempo transcurrido en los trayectos, deducidos 4 minutos para tener en cuenta las pérdidas de velocidad debidas al arranque y parada, la cantidad abierta de regulador y los puntos de palanca, haciendo las cargas de carbón y la alimentación de modo que la presión se mantuviera constante, hemos tenido ocasión de comprobar como muy aproximadas á los hechos las que para evitar repeticiones aplicaremos desde luego á una locomotora mixta de tres ejes acoplados del tipo construído por la casa Fives Lille para la Compañía de los caminos de hierro del Sur de España, destinada á discurrir por un perfil que en algunos tramos alcanza rampas del 28 $^0/_0$, conjugadas con curvas de radio 300, cuyas dimensiones y datos necesarios al efecto son los siguientes:

Diámetro de los cilindros.	d	=	46 c/m.
Carrera de los pistones.	l	=	65 c/m.
Diámetro de las ruedas acopladas.	D	=	140 c/m.
Timbre de la caldera..	p	=	10 kgs.
Peso medio en servicio de la máquina y el tender.	P	=	56 t.
Peso de adherencia.	Pa	=	39 t.

		Interior.	Exterior.
Superficie de caldeo	hogar..	8'77	10'20 ms.
	tubos.	129'35	136'12 »
	total.	Si 138'12	Se 146'32 »
Superficie de la regilla.		Ri =	1'98 »
Superficie de caldeo reducida. Sr = superficie exterior del hogar + $\frac{1}{3}$ × superficie exterior de los tubos.			55'57 »
Radio de las curvas en metros.		r	
Rampa de m/m por metro.		i	

A continuación las fórmulas que nos dan los resultados precisos para que á las velocidades que más tarde se indicarán podamos calcular todos los elementos del rendimiento de la locomotora.

Esfuerzo máximo de tracción en el círculo de contacto de los ejes.. . . . . $E_{max} = 0{\cdot}7 \dfrac{d^2 \times p \times l}{D} = 6.876$ kgs.

Fuerza teórica de tracción á una velocidad v. en el círculo de contacto de los ejes.

$$\text{Tteor.} = 27\left(7 + \frac{Se - 10}{40}\right) \times \sqrt{Sr - Rs} \times \left(\frac{88{\cdot}5}{D} + \frac{30}{v}\right)$$

$$= 2.945 \times \left(0{\cdot}632 + \frac{30}{v}\right)$$

Fuerza efectiva de tracción á una velocidad v. en el círculo de contacto de los ejes. . . . . T. eff = Tteor. — 8 Pa.

Trabajo en caballos de vapor . . . . . $N = \dfrac{\text{Tteor.} \times V.}{270}$

Carga arrastrada en toneladas, la máquina y el tender no comprendidos.. . . . . $C. = \dfrac{\text{T. eff}}{c + c_r + i} - P.$

Resistencia en horizontal de los vehículos en kgs. por tonelada. . . . . c. $= 2{\cdot}4 + 0{'}001\ v^2$, pero $\geqq 3$

Resistencia al frotamiento en las curvas, en kgs por tonelada.

$$c_r = \frac{650}{r - 55}$$

Que á las velocidades de 10 — 12 — 15 —20 — 24 — 30 y 35 por hora, dan como resultado el cuadro siguiente:

CUADRO A

1	Velocidad	v				10	12	15	20	24	30	35	Kilómetros por hora.
2	Número de vueltas	n				0'630	0'758	0'948	1'265	1'518	1'898	2'214	Por segundo.
3	Fuerza de tracción	$T\,eff.$				10.384	8.911	7.439	5.966	5.230	4.494	4.073	Kgs.
4	Proporción de adherencia	$\frac{1000 \times Pa}{T\,eff}$				3'75	4'37	5'24	6'53	7'45	8'67	9'57	
5	Fuerza en caballos de vapor	$N.$				395	409	430	465	492	534	568	
6	» » » » »	$\frac{N}{Si}$				2·85	2'95	3'11	3'36	3'56	3'86	4'11	Por m² de la superficie de caldeo interior.
7	Resistencia en horizontal	c	3	3	3	3	3	3	3	3	3'3	3'6	Kgs. por tonelada.
8	Radio de las curvas	r	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1250	Metros.
9	Resistencia al frotamiento	c_r	4'48	2'65	1'88	1'46	1'19	1'00	0'87	0'76	0·68	0'54	Kgs. por tonelada.

Al llegar á este punto vamos á pasar del procedimiento algébrico al gráfico.

Al efecto, hacemos una cuadrícula, tomando por eje de la x y á una escala cualquiera, tantas divisiones como milímetros, hasta la rampa máxima que tenga el perfil y seguiremos señalando á continuación tantas divisiones ó fracciones de esta como kgs. ó fracciones de estos correspondan á la resistencia (en kgs. por tonelada) de la curva de mínimo radio, levantando por estos puntos las ordenadas correspondientes.

Sobre el eje de las y, y á partir del orígen, tomaremos divisiones que representan cada una una carga remolcada de 1 tonelada y por ellas trazaremos las abcisas respectivas.

Una vez esto practicado, solo nos restará para cada una de las velocidades propuestas é indicadas en el cuadro resolver la fórmula $C. = \frac{Teff}{c + c_r + i}. - P$, sustituyendo en ella los valores propios de la velocidad, cuya curva vamos á hallar gráficamente; y empezando por la abcisa correspondiente á la curva mínima combinada con la máxima pendiente que es la más lejana del orígen de coordonedas, en nuestro caso, la de la división 30'65, obtendremos sobre la ordenada de aquella abcisa un punto de la curva al hacer en la citada fórmula $(c_r + i) = 30'65$; otro al dar en esta á i un valor de 25 correspondiente á la pendiente de 25 $^0/_{00}$ y así sucesivamente hasta que la curva trazada corte á la abcisa 600 que es la máxima carga que nos proponemos remolcar y que hemos fijado como límite por ser la que representa 31 wagones cargados, de cuyo número no se pasa de ordinario en nuestro caso.

Como al finalizar, exponemos un gráfico detallado para todas las velocidades más arriba propuestas, hecho por el procedimiento descrito, creemos inútil insistir sobre este punto. Diremos solo que para trazarlo con 7 valores de v y aparte de los cálculos de puro lujo, innecesarios para la resolución del problema, que suponen los resultados consignados en las líneas 2—4—5 y 6 del cuadro A. no hemos tenido que resolver las fórmulas de que proceden más que 19 veces y 42 la que dá la carga remolcada, consignadas en el B, lo que demuestra, á pesar de la simplicidad del procedimiento, su conveniencia práctica.

Los valores de C. para cada velocidad y rampa van continuados en el cuadro siguiente, y como su fórmula expresa son los útiles, es decir, que de la carga á remolcar está deducido el peso de la máquina con su tender.

CUADRO B

v	c	c_r	i	C	v	c	c^2	i	C
Velocidad	Resistencia en horizontal recta	Resistencia en curva radio 300	Rampas	Cargas en toneladas	Velocidad	Resistencia en horizontal recta	Resistencia en curva radio 300	Rampas	Cargas en toneladas
10	3	2·65	28	252	20	3	»	15	275
10	3	»	25	314	20	3	»	10	402
10	3	»	20	395	20	3	»	5	689
10	3	»	15	520	24	3	2'65	28	99
10	3	»	10	742	24	3	»	25	130
10	3	»	5		24	3	»	20	171
12	3	2'65	28	208	24	3	»	15	234
12	3	»	25	262	24	3	»	10	346
12	3	»	20	331	24	3	»	5	597
12	3	»	15	439	30	3·3	2'65	28	76
12	3	»	10	629	30	3·3	»	25	102
12	3	»	5		30	3·3	»	20	137
15	3	2·65	28	165	30	3 3	»	15	189
15	3	»	25	209	30	3·3	»	10	281
15	3	»	20	267	30	3·3	»	5	485
15	3	»	15	357	35	3'6	2'65	28	62
15	3	»	10	516	35	3 6	»	25	86
15	3	»	5	873	35	3'6	»	20	116
20	3	2'65	28	121	35	3'6	»	15	162
20	3	»	25	157	35	3'6	»	10	243
20	3	»	20	203	35	3·6	»	5	417

Un ejemplo dará clara idea del modo de usar el gráfico y de las facilidades que el procedimiento para la determinación de las cargas aporta en la práctica.

Calcular la carga total de tren que puede ser arrastrada á una velocidad de 24 kilómetros por hora en rampa del 23 y curva radio 300.

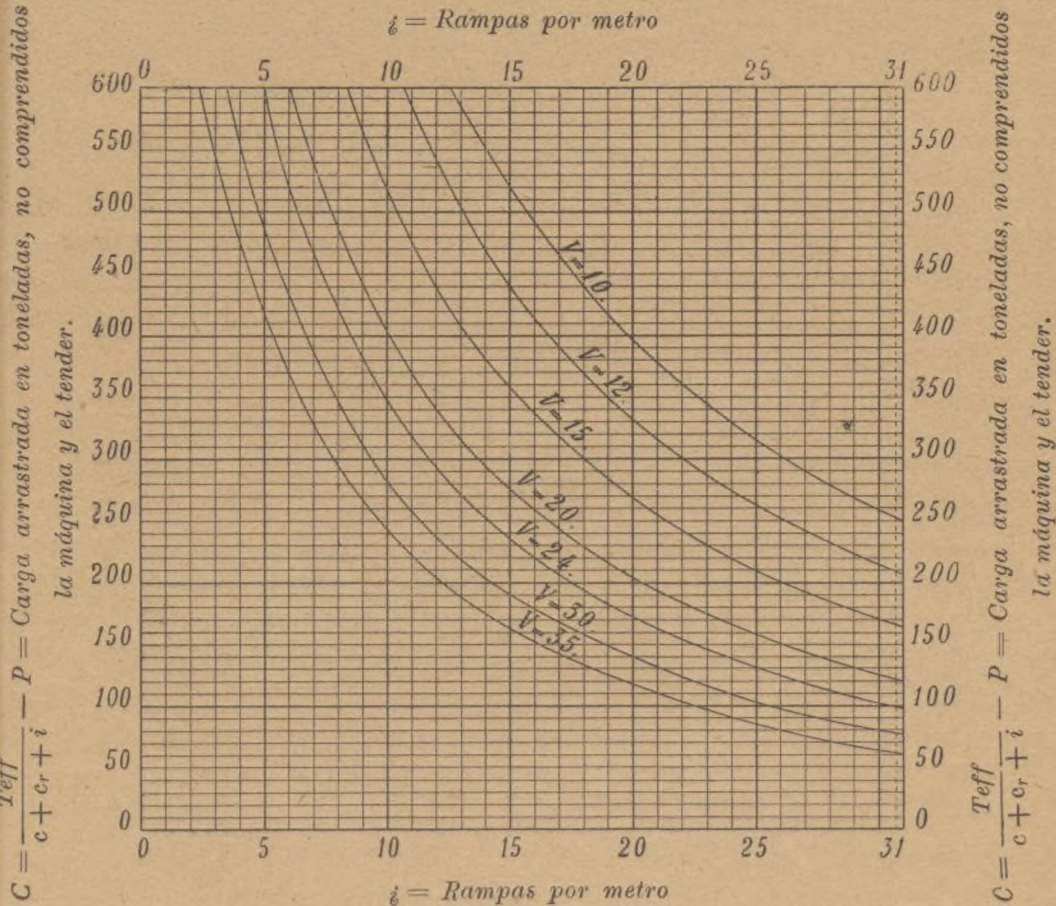
La rampa viene representada por 23 divisiones en el eje de las x.	23'00
La resistencia debida á la curva tomada del cuadro A, ó B, es..	2'65
Total de la resistencia. . . .	25'65

El punto obtenido elevando una ordenada en el correspondiente á este valor de x, prolongándola hasta que corte á la curva que representa la velocidad de 24 kms. por hora, da el valor buscado, ó sean 126 ts., y así, por interpolación, cuantos deseemos.

Para terminar, debemos advertir que los valores así obtenidos responden á la práctica cuando la locomotora á que se aplica está en perfecto estado de conservación, sin ser nueva, ó, en otros términos, ha sido ya rodada en 1000 á 3000 kls , el carbón es muy bueno, los carriles están perfectamente secos, el viento no se recibe de costado por el convoy y el personal conoce bien el perfil.

Sin embargo, creemos que los resultados obtenidos deben disminuirse en un 10 á 15 $_0/^0$, aun reuniendo todas estas condiciones para no someter las máquinas á un excesivo trabajo que se traducirá en averías en el hogar y desgastes en los mecanismos, prematuros, sin compedsación financiera por el mayor tráfico desarrollado, sobre todo en los casos que las fuertes rampas y curvas se prolonguen sin tramos horizontales ó de ligera inclinación durante muchos kilómetros, y las aguas sean malas, pues la excesiva fatiga y estas últimas agotan pronto y matan antes de tiempo á las locomotoras de la misma suerte que si se tratara de motores animados.

J. Lassala.



i = Rampas por metro
0 5 10 15 20 25 31
600 550 500 450 400 350 300 250 200 150 100 50 0
V=10.
V=12.
V=15.
V=20.
V=24.
V=30.
V=35.
$C = \frac{Teff}{c + c_r + i} - P$ = Carga arrastrada en toneladas, no comprendidos la máquina y el tender.

NOTICIAS

EL PUENTE VICTORIA SOBRE EL «SAN LORENZO».—El puente «Victoria» sobre el «San Lorenzo» que reune cerca de Montreal el estado americano del «Maine» al Canadá y por el cual pasa el gran «Trunk Railroad», fué construído por Roberto Stephenson después del puente «Britannia» bajo el mismo tipo de 1854 á 1859 y era en su época el puente más largo del mundo. Consta de 24 tramos de 77'9 metros de luz y uno para la navegación de 106 metros, lo cual da, añadiendo los accesos, una longitud total de 2010 metros. Está formado por un tubo rectangular de 4'880 m. de ancho, por 5'500 m. de altura, cuya parte inferior se halla á 18 m. encima de las aguas más altas del río El peso total del hierro que entra en la construcción es de 10,000 toneladas y el cubo de las mamposterías de pilas y estribos se eleva á 100,000 metros cúbicos

Este enorme puente era en la actualidad insuficiente para el tráfico que por él se hacía, puesto que era de una sola vía y no había paso para coches ni peatones, en vista de lo cual se decidió reemplazarlo por un nuevo puente y para montarlo sin interrumpir la circulación, se tuvo la ingeniosa idea de establecer un puente americano articulado, cuyas vigas comprenden el puente primitivo que ha servido de andamio para el montaje.

La nueva estructura se compone de dos grandes vigas, de triángulos de grandes mallas y montantes verticales, ensamblados por medio de articulaciones con las vías de la parte inferior; las viguetas que soportan estas vías se prolongan fuera de las vigas principales sosteniendo andenes volados para la circulación de peatones, coches y tramvías, con una anchura total del puente de 20'15 m. Encima del tubo que forma la estructura primitiva se establecieron carriles sobre los cuales corría un andamiaje para el montaje de las nuevas vigas, el cual podía moverse en sentido longitudinal por medio de polipastros y tornos accionados por una máquina de vapor fija.

Terminado el montaje del nuevo puente, sin que se interrumpiera el servicio más que 25 horas en total, falta quitar el puente primitivo lo cual se está haciendo en la actualidad, por piezas cortando los remaches, y sustituyendo sucesivamente el antiguo tablero por el nuevo.

TRENES MÓNSTRUOS EN LOS ESTADOS UNIDOS.—Los periódicos americanos han hablado mucho de trenes de un peso enorme puestos en circulación en los Estados Unidos, por más que no constituyan un servicio normal. Hácia mediados de Octubre último un tren formado por 81 vagones de grano con un peso de 2000 toneladas ó sea un peso bruto total de 3478 toneladas, ha recorrido la línea de la «New York Central and Hudson River Railvoad» entre De Wytt cerca de Siracusa y West Albany, una distancia total de 225 kilómetros en 12 horas 55 minutos, ó sea á la velocidad de 17,4 kilómetros por hora. Este tren era arrastrado por una sola locomotora del tipo «Mogul» con una carga de 55700 kilógramos sobre los ejes acoplados, cilindros de 0'508 × 0'711 m. y ruedas de 1'450 de diámetro.

El 9 de Agosto último sobre el «Pensylvania Railvoad» ha circulado entre Altona y Columbia, una distancia de 259 kilómetros, un tren compuesto de 130 vagones con una carga de 3692 toneladas de carbón y un peso bruto total de 5212 toneladas; la longitud de este tren era de 1185 m. El perfil de la línea tiene pendientes de 2'3 por mil. El tren fué arrastrado por una sola locomotora del tipo «Consolidation» con una carga de 8430 kilógramos sobre los ejes acoplados, cilindros de 0'596 × 0'711 m. y ruedas de 1'420 metros de diámetro.

Finalmente el 30 de Septiembre último recorrió la distancia de 800 kilómetros que hay entre Chicago y Omaha un tren de viajeros, compuesto de 17 coches Pullmann, un coche salón particular y un furgón. Su peso total era de 1145 toneladas é iba arrastrado por dos locomotoras, marchando á una velocidad media de 64'4 kilómetros por hora. Las dos máquinas consumieron en el trayecto 45 toneladas de carbón y 200 m^3 de agua.

Resistencia eléctrica del contacto de los metales.— Hace algunos años Branly observó que discos metálicos de ciertos metales limpiados cuidadosamente y puestos en contacto ofrecían una notable resistencia al paso de la corriente eléctrica, aún estando comprimidos unos contra otros por una placa de acero. Estos metales eran el hierro, aluminio, plomo, bismuto, en tanto que los metales y aleaciones que el electricista emplea más comunmente en las pilas, como zinc, cobre, bronce, plata, etc., no ofrecían más que una resistencia insignificante. Branly continuó sus experiencias apilando 45 discos de 35 milímetros de diámetro por 5 de espesor de un mismo metal y sujetándolos por una varilla de ebonita que los atravesaba y se fijaba con una tuerca. Los discos se colocaban unas veces cuidadosamente y otras se dejaban caer unos encima de otros. Empleando discos de zinc la resistencia de la pila fué despreciable, cualquiera que fuese la manera de apilarlos. Del mismo modo se portaron el cobre y el bronce y el cobre alternando con el zinc. Para el aluminio, cuando la pila estaba hecha cuidadosamente, la resistencia fué la primera vez de 1'5 ohm; pero dejando caer los discos en su sitio la resistencia se elevó á 40 omhs. La misma pila reproducida al día siguiente ofreció resistencias de 2'2 y 216 ohms, decreciendo esta última á 165 y

86 ohms durante 8 y 24 horas respectivamente; sometiendo la pila á una chispa eléctrica la resistencia disminuyó hasta 0'5 ohm. Para el hierro la resistencia fué de 0,6 ohms para la pila hecha con cuidado, 29'5 ohm para los discos superpuestos cayendo unos sobre otros y 0'1 ohm, la de la misma pila luego de sometida á la chispa eléctrica; después de algunos días de contacto la resistencia se elevó á 10 ohms. El bismuto se portó lo mismo que el hierro. La presión de algunos kilógramos sobre las pilas reduce considerablemente la resistencia. Finalmente se ensayaron pilas de discos de dos metales colocados alternativamente El aluminio y el plomo dieron resistencias de 49 y 510 omhs, la última cuando los discos se habían dejado caer unos sobre otros, y en ambos casos la resistencia aumentó con algún tiempo de contacto, lo cual naturalmente es debido á un efecto electro-químico.

Branly, en su comunicación á la Academia de Ciencias de Francia, no expresa su opinión sobre la causa de estos fenómenos, que apenas hace comprender la imperfección del contacto en los diferentes casos.

Influencia de la existencia del arsénico en el acero.— Según un estudio de M. J. Marchal, publicado por la «Societé d' encouragement pour l' industrie nationale» de Francia, la presencia del arsénico en el acero perjudica á la soldabilidad y la impide completamente en la proporción de 2'75 por ciento. El acero se presenta entonces para la forja tan quebradizo como la fundición. El arsénico aumenta la resistencia á la tracción y disminuye el alargamiento; es probabe que, como el aluminio, ponga en libertad cierta cantidad de carbono en forma de grafito. En cantidades pequeñas, tal como suele encontrarse en los minerales no impide el trabajo metalúrgico del hierro, sobre todo si éste es obtenido por fusión.

BIBLIOGRAFIA

Essais qualitatifs et quantitatifs au chalumeau —Instructions pratiques à l' usage des Prospecteurs, Mineurs, Essayeurs, etc , par E. L. Fletcher, traduction par E. Morineau —Paris, Librairie Politechnique, Baudry et Cie., Editeurs 15, Rue des Saints-Pères —Un volumen en 12.° tamaño de bolsillo. Precio encuadernado: 6 francos.

En la actualidad en que el tiempo es uno de los principales factores en las operaciones todas, como en los negocios, es indispensable al ingeniero que se ocupa en minas, tener á la mano un medio cómodo y seguro que le permita hacerse cargo en poco tiempo, no de la composición de los minerales que haya descubierto, sinó simplemente de su valor comercial. Este medio no es otro que el *soplete*.

Hasta hace poco, el soplete ha sido un instrumento para investigaciones elementales, dejado solo á las manos de los mineralogistas. Los trabajos de los sábios americanos é ingleses, han hecho de él en estos últimos tiempos un instrumento admirablemente apto para hacer análisis cuantitativos y análisis comerciales Uno de estos, Mr. Fletcher, ha reasumido estos conocimientos útiles, indispensables á todo ingeniero en la presente obra. De manera que para el químico americano, el soplete es una máquina que le sirve para producir á voluntad una atmósfera reductriz ú oxidante según las necesidades; el crisol minúsculo, es un horno en el cual gracias á la adición de fundentes bien escogidos, reproduce en pocos minutos todas las operaciones tal como se desarrollan en la industria.

Para apreciar la cantidad de metal obtenido, resultando este en el soplete en forma matemáticamente esférica, cuando es muy diminuta y podría ofrecer dificultades para obtener su peso, se mide su diámetro por medio de la regla llamada de «Plattner» deduciendo enseguida su volumen y su peso, de modo que esta regla es un complemento necesario é indispensable del soplete, permitiendo apreciar en poco rato el valor de los minerales que se ensaya. Es por esto, que en América ha adquirido un gran desarrollo este instrumento que se hace indispensable al investigador.

Esta obrita comprende las siguientes materias: Empleo del soplete.—Material necesario.—Reactivos —Coloración de la llama.—Tubos de vidrio —Empleo del flujo.—Reducción por la sosa. —Ensayos cualitativos.—Ensayos cuantitativos.—Preparación del mineral.—Preparación de las muestras —Ensayos de plata.—Ensayos de oro.—Ensayos de plomo.—Ensayos de cobre —Ensayos de estaño.—Ensayos de mercurio.—Ensayos de niquel y cobalto —Ensayos de bismuto.—Apéndice.

Tal es pues la obra de Mr. Fletcher, que por su valor recomendamos á nuestros lectores en general, y especialmente á aquellos que se dedican á esta clase de investigaciones.

LIBROS RECIBIDOS

Real Academia de Ciencias Morales y Políticas.—Memorias.—Tomo VIII.—Madrid 1898.

Idem Idem.—Necrologías de los Sres. Académicos de número fallecidos desde 1.° de Julio de 1885.—Tomo I.—Madrid 1898.

Idem Idem.—Anuario para el año 1899.—Madrid 1898.

Directory of paper makers of the United Kingdorn for 1899.—Merchant, Singer et C.°—47. St. Mary Axe.—London E. C.

Saladeros.—Situación de la industria saladeril.—Datos de actualidad por D. Francisco Seguí.—Buenos Aires 1898.—1 folleto.

Dinamarca.—Asociación exportadora Dinamarquesa Copenhague.—Copenhague 1898.—1 tomo.

Memoria acerca de los transportes de vinos, espíritus y Aceites á grandes y pequeñas distancias por tuberías de hierro, con patente de invención.—Bilbao 1899.—1 folleto.

Palma de Mallorca artística arqueológica y monumental.—Nueva edición del álbum publicado en el año 1892, notablemente aumentada, con un texto compilado en vista de los de Piferrer y Quadrado y multitud de grabados.—Cuaderno n.° 14.—*Parera y Compañía, Editores*.—Barcelona 1898.

Sociedad médico-farmacéutica de los Santos Cosme y Damián.—Acta de la Sesión pública inaugural del Curso académico de 1898-99.—Barcelona 1899.—1 folleto.

SERVICIOS
DE LA
COMPAÑÍA TRASATLÁNTICA DE BARCELONA

LINEA de las ANTILLAS, NEW-YORK y VERACRUZ

Combinación á puertos americanos del Atlántico y puertos N. y S. del Pacífico. Tres salidas mensuales, el 10 de Cádiz, y el 20 de Santander.

LINEA DE FILIPINAS

Extensión á Ilo-Ilo y Cebú y combinaciones al Golfo Pérsico, Costa oriental de Africa, India, China, Cochinchina, Japón y Australia. Trece viajes anuales saliendo de Barcelona cada cuatro sábados á partir del 4 de Enero de 1896, y de Manila cada cuatro jueves á partir del 23 de Enero de 1896.

LINEA DE BUENOS AIRES

Seis viajes anuales para Montevideo y Buenos Aires con escala en Santa Cruz de Tenerife. Saliendo de Cádiz, y efectuando antes las escalas de Marsella, Barcelona y Málaga.

LINEA DE FERNANDO POO

Cuatro viajes al año para Fernando Póo, con escalas en Las Palmas, puertos de la Costa Occidental de Africa y Golfo de Guinea.

Servicio de África.—LINEA DE MARRUECOS

Un viaje mensual de Barcelona á Mogador con escalas en Melilla, Málaga, Ceuta, Cádiz, Tánger, Larache, Rabat, Casablanca y Mazagán.

SERVICIOS DE TANGER

El vapor **Joaquín del Piélago,** sale de Cádiz para Tanger, Algeciras y Gibraltar, los lunes, miércoles y viernes, retornando á Cádiz los martes, jueves y sábados.

Para más informes: En Barcelona: *La Compañia Trasatlántica* y los señores Ripoll y C.ª, Plaza de Palacio.—Cádiz: La Delegación de la *Compañia Trasatlántica*.—Madrid: Agencia de la *Compañia Trasatlántica*, Puerta del Sol, 13.—Santander: señores Angel B. Pérez y C.ª—Coruña: D. E. da Guarda.—Vigo: D. Antonio López de Neira.—Cartagena: señores Bosch hermanos.—Valencia: señores Dart y Compañia.—Málaga: D. Antonio Duarte.