

# REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

——  
PUBLICACION MENSUAL

DE LA

ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES

BARCELONA

~~~~~

Año 4.º núm. 9.—Setiembre 1881



BARCELONA

~~~~~

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE DAMIAN VILARNAU

10, CALLE DE LA CONDESA DE SOBRADIEL, 10

1881

# PRECIOS CORRIENTES EN ESTA PLAZA EN 30 SETIEMBRE 1881.

## Drogas y productos químicos.

	100 ks. Pts. C.
Azufre de 1. <sup>a</sup> Sublimado (flor de).	25 50
» 1. <sup>a</sup> bella.	17 50
» 2. <sup>a</sup>	16
» 3. <sup>a</sup> ventajosa.	15 75
Sal comun en partidas de mas de 1000 k.	2
» sosa de 80°.	50
» de Solvay.	50
Cristal de sosa.	18
Cloruro de cal (hipoclorito de).	50
Pirolinito de hierro.	12 50
» de alumina.	17 50
Sal saturno (acetato de plomo).	112
Nitrato de plomo.	100
Litargirio.	60
Crémor tártaro.	500
Cromato rojo de potasa (bicromato).	155
Alumbre mazarrón.	21
» refinado (sin hierro).	21
Caparrós (sulfato de hierro).	9 50
Cipre (sulfato de cobre).	70
Sal de estaño (cloruro de).	170
Acido muriático (clorhídrico).	16
» sulfúrico 66°.	18
» » 52°.	10
» nítrico 36°.	65
» » 40°.	75
» » 48°.	125
» oxálico.	155
» cítrico.	625
» tartárico.	470
Almidon inglés.	88
Fécula patatas.	48
Albúmina de huevos.	800
» de sangre.	400
Extracto de campeche sólido.	112 y 137
» de palo Brasil.	425
» graneta.	375
Aceite de anilina.	500
Alizarina roja.	950
» violada.	1000
Añil.	1750
Sal de anilina (clorhidrato).	450
Sulfato de alumina.	27 50
Sal amoníaco.	125
Clorato de potasa.	188
Tierra creta.	5
» de pipa.	16
Cachú en panes.	60
» en cuadros.	105
Polvos de zinc.	75
Biborato sódico (borraj).	180
Acido bórico.	250
Silicato de sosa 53°.	18
Fósforo.	575
Prusiato amarillo.	500
<i>Metales.</i>	
Plomo en panes.	45
Plancha y tubo.	47
Estaño.	255
Zinc.	62
Cobre.	170
Antimonio.	168 50
Hierros redondos y cuadrados, de 29 á 54	54
» planos.	de 29 á 55 50
Hierro planchas de n.º 1 á 5 de 55 á 40	40
» » 5 á 12.	47
» » 12 á 20.	49
Flejes.	de 35 á 55 50
Vigas I hasta 180 mjm.	29
Id.	de 51 á 54
Carbon Cardiff.	5 50
» llama.	5 25
Tierras re- (Del país, á 8 rs. qq. de 41'60 k.	41'60 k.
fractarias. ( Inglesa, á 15 » de 16'50 k.	16'50 k.
Ladrillos refractarios, á 165 ptas. millar.	165 ptas. millar.
Cristales rayados para cubiertas y clarabo-	clarabo-

yas, 1/4 pulgada inglesa de espesor, á 15 pesetas metro cuadrado.  
 Tejas planas de ( Hasta 100, á 4 ptas. una.  
 Desde 100 en adelante, á 5'75 pesetas una.  
 Dinamita, núm. 1. . . . . 21 rs. kilo.  
 » 5. . . . . 15 rs. »  
 Cápsulas sencillas. . . . . 10 rs. ciento.  
 » dobles. . . . . 14 rs. »  
 » triples. . . . . 18 rs. »

### Baldosas de cristal para pavimentos. 25 milímetros grueso.

Medidas corrientes. . . . .  
 { 1'50 × 1 m. }  
 { 1'50 × 0'30 } á 4'50 rs. k.  
 { 1 × 1 }  
 { 1 × 0'50 }  
 { 0'50 × 0'50 }

Embalaje y transportes de cuenta y riesgo del comprador.

### Correas para transmision.

Dobles de 0 á 16 cent. ancho, á 42'50 rs. kilo  
 » de 17 á 20 » » á 44 » »  
 » de 21 á 30 » » á 43 » »  
 » de 31 á 40 » » á 46 » »  
 » de 41 á 50 » » á 47 » »  
 » de 51 á 60 » » á 48 » »  
 » de 61 á 70 » » á 49 » »

Correas (De 0 á 12 cent. ancho, á 42'50 rs. k.  
 de cue- (De 13 á 20 » » á 44 » »  
 ro lona. (De 21 á 50 » » á 45 » »  
 Las demás anchas como el de las dobles.

Correas (De 0 á 5 cent. ancho, á 54 rs. k.  
 De 5 á 6 » » á 56'25 » »  
 sencillas. (De 7 á 16 » » á 57'50 » »  
 (De 17 á 20 » » á 58 » »  
 (De 21 á 30 » » á 59 » »  
 (De 31 á 50 » » á 40 » »

Tiretas de becerro sin grasa, 1.<sup>a</sup> á 50 rs. kilo  
 » » engrasadas, 1.<sup>a</sup> á 28 » »  
 Tiratacos del lomo, 1.<sup>a</sup> á 50 » »  
 » de pescuezos engras., 2.<sup>a</sup> á 20 » »

### Maderas en tablonos.

Tablonos. (Rusos de 14 piés y 5 × 9 pulg. á 66'25 Ptas. d.  
 (Noruegos de 14 » » » á 56'25 »  
 (Abeto de 15 » » » á 57'50 »  
 (Calichs de 14 » » » á 55' »  
 (Rusos de 14 piés y 4 × 9 pulg. á 1'50 (rs. pl.  
 (Melis de 14 » » » á » (0'20m

### Nota de precios (en Fábrica Industrial alfarera) precios por millar. Ptas.

Ladrillo (tochu de 0'06 grueso. Lleno ó hueco 58  
 comun de 0'045 grueso. Lleno. . . . . 26  
 mediano. . . . . 24  
 delgado y picholi. . . . . 21  
 Picholi tochu. . . . . 28  
 Ladrilla (Rajola) comun. . . . . 20  
 Baldosa delgada de 0'25 de lado. . . . . 40  
 » gruesa de 0'25 . . . . . 70  
 Ladrilla grande cortada. . . . . 42 50  
 » mediana . . . . . 55  
 Baldosa cortada de 0'15 de lado. . . . . 20  
 Teja llana comun. Metro cuadrado á 1'75  
 » vidriada. » » á 4'75  
 Baldosa de alfarero de 0'45 el millar á 37'30  
 de 0'210 de diámetro, metro lineal á 2  
 Tubos (de 0'170 de » » » á 1'50  
 de 0'153 de » » » á 1'25  
 de 0'120 de » » » á 1'  
 de 0'100 de » » » á 0'90  
 de 0'085 de » » » á 0'83  
 de 0'050 de » » » á 0'75  
 de 0'040 de » » » á 0'50  
 Sifones. . . . . uno. . . . . á 1'75  
 Caballeta comun rosada, el metro. . . . . á 2'

# REVISTA

## TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona. — Setiembre 1881.

---

---

### SUMARIO.

SECCION TECNICA: Perfeccionamientos de los generadores de vapor por el ingeniero D. Antonio Sans.—Fórmulas de resistencia de materiales.—La Maquinista Terrestre y Marítima: Proposiciones presentadas al concurso de proyectos para adquisicion de gruas hidráulicas, maquinaria de vapor, acumulador y tubería para los muelles del puerto de Barcelona. (*continuacion*).—NOTICIAS y SUELTOS: Exposicion internacional de electricidad en Paris.—Galvanizacion espontánea de un émbolo de una máquina de vapor.—La Industria harinera moderna.—Precios corrientes.—Anuncios.

---

---

### SECCION TÉCNICA

---

#### PERFECCIONAMIENTOS DE LOS GENERADORES DE VAPOR.

---

Hace algunos años, que los constructores de generadores de vapor se preocupan mucho, no solo de la forma más propia para utilizar la mayor cantidad posible del calor desarrollado en un hogar, sino que tambien del material más adecuado para conseguir á bajo precio aquellos aparatos, y de la disposicion cuyo empleo ofrezca más garantías de seguridad. En el presente artículo nos proponemos ocuparnos de estos tres puntos con la brevedad que un trabajo de esta naturaleza exige.

En estas investigaciones se tiene presente que un kilogramo de combustible se aprovechará más, si todos los productos gaseosos que desarrolla al quemar están en contacto único de las superficies metálicas, que constituyen las paredes de las calderas, desde que se formen hasta que salgan á la chimenea, que si los mismos productos se ven obligados á recorrer conductos de humo formados por obra de fábrica: en el supuesto siempre de que llegan al pié de la chimenea á la misma temperatura.

De aquí, que los generadores más económicos sean los tubulares de hogar interior y de aquí, tambien, que su aplicacion ya no esté reducida á las locomotoras y máquinas fijas y semi-fijas, pequeñas y grandes. Y seguramente que en las fijas es en las que más ventajas se pueden obtener; porque permiten ocupar mayor espacio y combinar mejor los pases sucesivos de los

humos en conductos de retorno al través de la masa de agua que se ha de calentar.

Esto dá á comprender cuán reñidos han de estar con la economía los generadores de hervideros tan comunmente usados en Cataluña, y cuán rutinaria es nuestra industria al darles la preferencia, por más que se motive su uso por lo fácilmente que se pueden limpiar; porque, tambien puede conseguirse esta facilidad de limpieza con aparatos tubulares bien estudiados.

Conviene, pues, que se dé más ancho campo á los constructores saliendo los industriales de esta preocupacion que ya no se conoce en el extranjero; pero, así mismo es indispensable que se adopten disposiciones sencillas que permitan la limpia y las reparaciones con facilidad y que en todos los establecimientos en los cuales se necesite constantemente el vapor, haya dos generadores para que el uno trabaje miéntras se esté lavando el otro.

Los tubos de esta clase de calderas tienen diámetros variables. Si el material de que se forman es caro y el espacio limitado, se ponen muchos tubos pero se adoptan diámetros pequeños, para que puedan ser más delgados y para que la superficie de calefaccion sea relativamente grande. Una vez fijado el diámetro, su número se determina haciendo de modo que de un lado la superficie total de calefaccion sea la deseada y de otro que la suma de las secciones de los mismos sea mayor que la mínima seccion de la chimenea, porque en ellos, sobre experimentar los gases un rozamiento más grande que en ésta, puesto que están en contacto de una mayor superficie, tiene mayor volúmen por estar á más elevada temperatura.

En las locomotoras y máquinas marinas, en las cuales la chimenea es baja, este exceso llega á ser igual á la cuarta parte de la seccion de la misma.

Generalmente, en las calderas tubulares, los productos de la combustion recorren el interior de los tubos y el agua rodea á éstos; pero otras veces es el agua la que está contenida en su interior y los humos los envuelven exteriormente. La primera disposicion es la que vemos en las locomotoras, locomóviles, calderas de buque, y en muchas máquinas fijas; la segunda constituyé el sistema Belleville, Root, Sinclair, etc., y tampoco son otra cosa los tubos recalentadorés.

En punto á los materiales empleados en la construccion de generadores, tambien debemos hacer constar su progreso. Ya hace años está completamente abandonado el uso de la fundicion, porque por buena que parezca puede tener huecos que determinen su rotura con terribles consecuencias. Solo se emplea la plancha de hierro, la de cobre, la de acero y el laton. El hierro es el generalmente empleado para las máquinas fijas y para la envolvente exterior de las locomotoras; el cobre se emplea sobre todo en las calderas de las máquinas marinas; en las cajas de fuego de las locomotoras, y en los tubos de unas y otras, el acero va sustituyendo paulatinamente á ámbos y el laton se emplea exclusivamente para tubos.

El criterio general que guía á los constructores consiste, en emplear el

cobre tan solo en el caso de tener que usar agua de mala calidad que dé lugar á fuertes incrustaciones; como sucede con las máquinas marinas y las locomotoras, reduciendo áun su empleo á aquellas partes que más fácilmente pueden deteriorarse por la indicada causa.

Parece á primera vista que la reunion del hierro y del cobre para un mismo generador, debería ser de funestos resultados porque debe dar lugar á un par de una pila que descomponiendo el agua oxide rápidamente el hierro, y áun en ciertos casos hemos podido observar corrosiones que á no dudar reconocian este origen; pero en la práctica son poco sensibles y se desprecian. Otros efectos de peores consecuencias se producen muchas veces por el concurso de ámbos materiales. Tal sucede, por ejemplo, con el uso de los tubos de laton en las calderas de las locomotoras, que por ser 0'00187 el coeficiente de dilatacion de este último y 0'00122 el del hierro, se dilatan de diferente cantidad los referidos tubos y la envolvente exterior de la caldera, resultando de ello: que la placa tubular por estar sujeta á esfuerzos alternativos ha de destruirse mucho más rápidamente, y no cabe duda que ésta es una de las principales causas de las roturas de *mallas* y de las corrosiones que siempre se manifiestan cerca de la periferie donde está doblada la plancha. Para evitar este defecto se han adoptado tubos de hierro con extremos de laton, que reunen á las ventajas de los tubos de hierro, bajo el punto de vista que acabamos de mirarlos, la maleabilidad y conductibilidad de los tubos de laton que les permite adaptarse mejor á los agujeros de las placas tubulares sin lastimarlas.

La plancha de acero puede decirse que está en el período de prueba, por más que hace 12 años que se principió á emplearla. Hasta ahora sólo se ha adoptado para calderas que, sin ser pesadas, requieran mucha resistencia á causa de estar sujetas á grandes presiones, como las calderas de las locomotoras destinadas á remolcar trenes en rampas mayores de 3 por ciento.

La casa de Brown de Withenthur (Suiza) las ha adoptado para sus locomotoras de tramvia, que como es sabido trabajan hasta 15 atmósferas de presión. Pero algunos constructores y entre ellos la casa que acabamos de citar atribuyen á la plancha de acero un coeficiente de resistencia doble que al hierro y naturalmente consignan espesores muy reducidos. Mas, en nuestro concepto, esta suposicion es demasiado atrevida; porque de un lado si la resistencia del hierro varía notablemente con su naturaleza, con el procedimiento de su fabricacion, con la temperatura, etc., etc., muchísimo más variable es, todavía, la resistencia del acero cuya calidad no es posible fijar del todo ántes de fabricarlo ni despues de fabricado; así vemos con frecuencia aceros de una misma fábrica, obtenidos de idéntica manera y afectando la misma forma, que resisten de distinto modo. Y de otro lado las experiencias hechas al efecto no admiten tanta diferencia entre la resistencia de los dos materiales. Para probarlo citaremos los hechos siguientes: El profesor austriaco Jenny, conocido por sus experimentos sobre resistencia de materiales, hizo algunos, el año último en Viena, de los cuales resulta que el promedio de la resistencia, por milímetro cuadrado, de 42 planchas de acero

Bessemer de Neuberg, destinadas al ferro-carril « Emperor Ferdinand Northern » que se probaron y cuyo espesor variaba entre 7'9 m/m y 10'1 m/m fué de 48 kilogramos; el mismo profesor experimentó planchas de acero destinadas á calderas y fabricadas en los talleres Judenburg y encontró como de promedio 42'26 kilogramos.

De unas tablas publicadas por la casa constructora francesa, el «Creusot», en la época de la exposicion de Viena del año 1873, sobre los materiales que la expresada casa fabrica, resulta :

Para el acero más duro una resistencia de 79 kilogramos.

Para el id. de dureza media, una id. de 61'5 »

Y para el id. dulce, una id. de 48'2 »

De otras tablas preparadas por el departamento de Suecia en la exposicion de Paris de 1878, extractamos los números siguientes :

Planchas suecas de hierro Avesta	resisten un esfuerzo de	32'65 kilog.
Id. id. id. Surahammer	id. id.	29'65 »
Id. id. id. Motala	$\frac{M W}{P}$ id. id.	31'60 »
Id. id. id. Motala	$\frac{M W}{L}$ id. id.	33'85 »
Id. id. id. Degerfors	id. id.	31'85 »
Id. inglesas Best Yorkshire	id. id.	36'77 »
Id. id. Staffordshire	id. id.	31'30 »

De los experimentos hechos en Munich se tiene :

Resistencia de planchas de acero John Brown y C°	. . . . .	68'8 kilógrs.
Id. id. id. Neuberg Works Moviazell	.	50 »
Id. id. id. Reschitza, Ferro-carril del Estado austriaco.	. . . . .	48'1 »

De los efectuados en 1878 en los talleres del ferro-carril de Niederschlesich-Märk en Francfort, se dedujo :

La resistencia de las planchas de acero Brenne, Haugarten and C°, Haspe	. . . . .	60 kilógrs
Id. id. id. Hagen, Grünthal	. . . . .	58 »
Id. id. id. Kön. Mariahütte Cainsdorf.	. . . . .	58 »
Id. id. id. Osnabrück Iron and Steel Works.	. . . . .	62 »
Id. de ejes de acero fundido Bochum and C°.	{	68'9 »
		74'4 »
Id. id. id. Fr. Krupp.	. . . . .	74'5 »

Y la resistencia de planchas de hierro para calderas, marca A. Borsig.	. . . . .	37'5 »
Id. id. id. Dilling Forge.	. . . . .	35 »
Id. id. id. Durtmund Union.	. . . . .	37'2 »

Finalmente, en la importante obra de Mr. Clark sobre experimentos de

resistencia de materiales (1) encontramos las dos tablas que ponemos á continuacion :

CLASE DE ACERO.	Espesor de las planchas.	Esfuerzo de rotura por pul- gada cuadrada		Alargamiento de la longitud	
		En el sentido de las fibras.	En el sentido trans- versal.	En el sentido de las fibras.	En el sentido trans- versal.
	Pulgadas	Tons.	Tons.	p. 100	p. 100
Turton and Sont acero fundido. . . . .	$\frac{1}{4}$	42'10	43'00	5'7	9'6
Shortridge and Co., id. . . . .	$\frac{3}{16}$	42'97	43'37	8'6	8'9
Naylor Vickers and Co., id. . . . .	$\frac{1}{4}$	36'48	38'90	17'5	17'3
Moss and Camble id. . . . .	$\frac{3}{16}$ and $\frac{1}{4}$	33'75	30'84	19'8	19'6
Shortridge and Co id. . . . .	$\frac{3}{8}$	—	43'30	—	14'4
Mersey Co acero pudelado. . . . .	$\frac{1}{8}$ and $\frac{3}{16}$	45'28	37'93	2'8	1'3
Mersey Co., «hard» acero pudelado duro	$\frac{1}{4}$	45'80	38'11	4'9	3'3
Blochairn acero pudelado. . . . .	$\frac{3}{16}$	45'64	37'67	3'6	2'7
Blochairn id. . . . .	$\frac{5}{16}$	43'00	32'90	8'2	4'1
Shortridge and Co., id. . . . .	$\frac{1}{16}$	32'32	32'85	5'9	3'2
Mersey Co., «mild» acero pudelado dulce	$\frac{1}{4}$	34'40	30'22	6'2	5'7
Mersey Co., id. id. . . . .	$\frac{9}{12}$	31'93	—	3'6	—
PROMEDIOS. . . . .		39'42	37'17	7'8	8'2

CLASE DEL HIERRO.	Esfuerzo de rotura por pulgada cuadrada.		ALARGAMIENTO.
	En el sentido de las fibras	En el sentido trans- versal.	
	Tons.	Tons.	
Lowmoor hierro peso específico 7'6885. . . . .	28,66	23,43	
Lancashire planchas de caldera (9 muestras).	21,82	20,10	$\frac{1}{23}$ Y $\frac{1}{36}$
Staffordshire (hierros de) 2 planchas de $\frac{1}{4}$ pul. goladá ribeteadas juntas. . . . .	21,36		
Barras de hierro (fabricadas al carbon de ma- dera). . . . .	28,40	—	$\frac{1}{5}$
Best best Staffordshire planchas al carbon de madera (4 muestras). . . . .	20,10	18,49	$\frac{1}{30}$ Y $\frac{1}{32}$
Best best Staffordshire planchas, 4 pedazos. . . . .	22,30	20,75	$\frac{1}{20}$ Y $\frac{1}{36}$
Best best Staffordshire, planchas. . . . .	26,71	24,47	$\frac{1}{15}$ Y $\frac{1}{25}$
Best Staffordshire. . . . .	27,26	24,03	$\frac{1}{13}$ Y $\frac{1}{32}$
Lowmoor (ribetes hierro, 2 experimentos). . . . .	22,69	23,58	$\frac{1}{20}$ Y $\frac{1}{23}$
Staffordshire (hierro de ribetes). . . . .	26,80	—	$\frac{1}{4}$
Staffordshire id id. . . . .	26,56	—	$\frac{1}{4}$
Barras del mismo laminadas en frio. . . . .	26,65	—	$\frac{1}{5}$
Staffordshire, hierro de puentes. . . . .	37,96	—	$\frac{1}{13}$
Yorkshire id. id. . . . .	21,25	19,82	$\frac{1}{25}$ Y $\frac{1}{35}$
	22,29	19,62	$\frac{1}{25}$ Y $\frac{1}{28}$

(1) A manual of rules, tables, and data for mechanical engineers based on the most recent investigations, etc.... by Daniel Kinnear Clark, (autor de la reputada obra «Railway Machinery.»)

Del exámen de los datos que anteceden se deduce que la resistencia de las planchas de acero varía de 42 kilógramos á 74'50 y la del hierro de 31'30 á 59'7 kilógr. (valor *a* pág. 94); por consiguiente dista mucho de ser aquella doble que ésta, y todo lo más que se puede suponer, en términos generales, es que la resistencia del acero sea á la del hierro como  $\frac{58 \cdot 25}{45 \cdot 50}$ ; de modo, que si la resistencia permanente del último es de 6 kilógramos por milímetro cuadrado, la del primero no deberá exceder de 8 kilógramos (7'68).

Otra manera de conseguir un efecto análogo al conseguido con la plancha de acero, consiste en el empleo de plancha de hierro, y aún de acero ondulada. Tuvo esta idea por primera vez Herr Hasswel y la aplicó á los cielos de las locomotoras en 1869, empleando para ello planchas de hierro de 11<sup>m</sup>/m de espesor, y dando á las ondulaciones 25<sup>m</sup>/m de altura y 165<sup>m</sup>/m de centro á centro. Esto permitía suprimir las viguetas de refuerzo ó puentes, si bien no obstante conservaba aún dos filas de tirantes de los empleados por Borsig en los cielos sin viguetas, para evitar las fuertes incrustaciones que se adhieren entre éstos y la plancha, contribuyendo poderosamente á la destruccion de la mencionada region de la caja de fuego, ya que se quema la plancha tan pronto como está incrustada. Así como los cielos se hacían planos exclusivamente, al aplicar estas planchas onduladas se hicieron curvos, de seccion semicircular, evitando de esta manera las curvas de pequeño rádio que alteran la resistencia del material hácia los rebordes.

Posteriormente á esta primera máquina de Hasswell se han construido unas pocas cuyas cajas de fuego estaban hechas con plancha ondulada, no solo en el cielo sino además en los costados; pero, no obstante, su más grande rigidez y la mayor facilidad de resistir las dilataciones y contracciones ocasionadas por el calor, no han tenido imitadores hasta estos dos ó tres años últimos, que se ha aplicado extensamente á los generadores fijos. Los dos ejemplos más recientes son el generador construido por Kölnische Maschinenbau Actien Gesellschaft de Bayental-Köln y el de Schulz, Knaut C<sup>o</sup>, de Essen, expuestos en la reciente exposicion de Düsseldorf, los cuales vamos á describir en breves líneas.

El primero es un generador Cornish, cuya envolvente exterior es de 9<sup>m</sup>,402 de longitud y 2<sup>m</sup>,200 de diámetro y está hecho de plancha lisa; el cilindro interior, donde hay el hogar, es de igual longitud que el anterior, pero es de plancha ondulada, tiene 1<sup>m</sup>300 de diámetro y su generatriz más baja está 25<sup>c</sup>/m más alta que la generatriz inferior de aquél. Las ondulaciones de la plancha tenían 0<sup>m</sup>,150 de centro á centro. La caldera estaba sentada sobre tres soportes de fundicion sentados á su vez en el macizo de los cimientos unos 70<sup>c</sup>/m más bajos que el nivel del suelo. Excepto el frente de la caldera, todo lo demás de la misma estaba envuelto entre el macizo lateral y la bóveda de ladrillo que la cubre; de manera, que los productos de la combustion en saliendo del hogar, recorrían el conducto de plancha ondulada, pasaban luégo por fuera de la mitad inferior del cilin-

dro envolvente y en seguida por la mitad superior, yendo, finalmente, á la chimenea, con lo cual resulta una superficie de calefaccion considerable.

De los experimentos que se hicieron en Düsseldorf con este generador, resultó ser muy económico en el consumo de combustible.

El otro generador era una caldera Cornish tambien ; tenia 5<sup>m</sup>,01 de longitud sin contar 1<sup>m</sup>,00 que tiene el conducto extremo formado por la obra de fábrica, y 2<sup>m</sup>,188 de diámetro. Este cilindro exterior es de plancha plana, pero está atravesada de extremo á extremo por otro que solo deja un espacio de 15 <sup>o</sup>/<sub>m</sub> entre él y la generatriz más baja del primero, de la misma longitud que éste y de 1<sup>m</sup>,345 de diámetro, hecho con plancha ondulada de la fabrica de los Sres. Schulz, Knaut & C°. Dentro de este cilindro está el hogar cuyos productos gaseosos, despues de atravesar por el referido cilindro, retroceden pasando por el interior de 70 tubos de 75 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de diámetro alojados á los dos lados de la parte baja del espacio que dejan entre sí los dos cilindros, para volver otra vez por dentro de dos tubos más de 44 <sup>o</sup>/<sub>m</sub> de diámetro que confluyen á la chimenea.

En ámbos generadores, la plancha ondulada, como se vé, estaba empleada tan solo para el tubo que contenía el hogar y que es el que podía ser aplastado por la presion del vapor ; pero no hay duda que podría emplearse igualmente con éxito, para el cilindro envolvente, que, por su extraordinario diámetro, necesita tener considerable resistencia.

Con lo expuesto hasta ahora, hemos visto los generadores ordinarios bajo los puntos de vista de su forma y de la clase de material empleado en su construccion, y hemos hablado de su seguridad en lo que se relaciona con la primera ; réstanos únicamente completar lo relativo á esta última por lo que hace á los sistemas especiales cuyo objeto principal es conseguirlo.

En las locomotoras se evitan muchos percances graves, por la explosion de los tubos cuya resistencia no es proporcionada generalmente con la de la caldera y ceden ántes que ella sin consecuencias funestas. Al inventar las calderas tubulares para la construccion de las locomotoras, no se pensó en conseguir este resultado ; solo se propuso conseguir una grande superficie de calefaccion en un espacio relativamente pequeño, é indirectamente y sin pensarlo se consiguió aquella apreciable ventaja.

Esta observacion sugirió, sin duda, á Belleville, la idea de su sistema, que como es sabido se reduce á una série de tubos llenos de agua, comunicantes entre sí y con un tubo colector que regula la alimentacion desde la parte más elevada y con otro que depura el vapor y el agua de alimentacion además de otros detalles secundarios de más ó ménos importancia, como son el recipiente de vapor de los depósitos calcáreos ; el secador de vapor ; el regulador automático de alimentacion y de nivel de agua ; el de la combustion y de la presion, etc.

Basta lo apuntado ántes, para comprender que creemos mucho ménos peligrosos los generadores Belleville que los ordinarios, tubulares ó no, de hogar interior ó exterior, etc., pero no por esto dejan de tener inconvenien-

tes. Hánse propagado por muchos puntos del globo y se han inventado otros sistemas como el que construye la casa «The patent Steamboiler company» (Oficina central Honeage Street, Birmingham) debido á Mr. Root; el «Sinclair» que construye la casa John Mc. Nicol de Glasgow y el Büttner de la casa A. Büttner, and C.<sup>o</sup> de Uerdingen, expuesto en Düsseldorf. Este último se parece mucho al Root en su construcción general, diferenciándose tan sólo en algunos detalles de construcción. La caldera expuesta se componía de 46 tubos de 115 milímetros de diámetro y 15 más bajos de 125 m/m unidos á los cilindros de fundición por series horizontales que se reunían á los cilindros colectores.

El Sinclair se construye con tubos cuyo diámetro varía entre 10 y 4 pulgadas inglesas segun sea la fuerza del generador. Se hacen de hierro maleable capaz de resistir á una presión máxima de 2500 libras por pulgada inglesa cuadrada; no tienen ningun redoblon, las uniones son fáciles y dispuestas sin anillos de cobre ni caucho de un modo tal, que cuánto más aumenta la presión interior tanto más eficaz es la union. A favor de cierta disposición el vapor se puede recalentar como en otros sistemas y tienen los colectores y demás accesorios como ellos, de modo que la diferencia principal con los Belleville consiste en la manera de efectuar las uniones.

Estos generadores los ideó Sinclair para la fabricación de la pasta de papel por su procedimiento químico, pero luego se han extendido á las demás industrias, siempre que se quiere prevenir contra las explosiones y siempre que se han de establecer en los bosques ó montañas, donde no existen caminos, ó en el interior de las minas.

Resumiendo: la forma de generadores más económicos en el gasto de combustible, son los de hogar interior, tubulares y con tubos recalentadores y estos sistemas son los que deberían exclusivamente adoptar los industriales, sin olvidar, empero, que requieren mucha limpieza, pues se dan casos que, á causa de su abandono, parecen más económicos los de hervideros, que ellos; como tuve ocasion de comprobar con una caldera Cornish que levanté de una fábrica por su estado de deterioro sustituyéndola por otra que se quiso fuese de dos hervideros (construida en los talleres del «Nuevo Vulcano») porque estaba destinada á un paraje muy desierto y no podía encontrarse un maquinista regular para cuidarla, y con la cual el fabricante encontró una notable ventaja en el ahorro de carbon, sobre la Cornish.

El material propio para su construcción es ordinariamente el hierro en plancha plana, el cobre y laton en tubos y en plancha caso de tenerse que usar agua muy mala; la plancha ondulada se emplea en los más modernos sistemas para los tubos porta-hogares y el acero para las calderas de muy elevada presión, no atribuyéndole nunca más de 8 kilogramos por milímetro cuadrado.

Y finalmente, aparte de los aparatos vulgares de seguridad, como válvulas, manómetros, niveles, etc., etc., los sistemas tubulares con el agua en el interior de los tubos son de mucha eficacia.

A. S.

Por el mucho interés que tiene, tanto por el nombre de su autor, como por el asunto de que trata, vamos á publicar íntegra la comunicacion de M. Tresca, sobre las fórmulas de resistencia de materiales del Dr. Weyrauch, leida en 1.º de Julio en la Sociedad de Ingenieros civiles de París, y discusion á que dió lugar en la citada Sociedad.

Dicha comunicacion dice así :

SEÑORES: Voy á presentaros, hoy, algunas consideraciones sobre las fórmulas de resistencia de materiales que se emplean en Inglaterra y Alemania.

Hace un mes, recibí del Sr. Secretario del Instituto de los Ingenieros civiles de Lóndres, un folleto, que es una traduccion inglesa de una comunicacion leida ante aquella Institucion, por el doctor Weyrauch, profesor del *Polytechnicum de Stuttgart*.

El Sr. Secretario me pedía al mismo tiempo, cual podrá ser la opinion de la Escuela francesa respecto á las fórmulas establecidas en aquella obra.

No soy yo quién puede satisfacer dicha peticion, así es que me he limitado á decirle en mi nombre, cual es mi apreciacion personal.—Al mismo tiempo he propuesto al Sr. Presidente de esta Sociedad, se digne poner este asunto en la órden del dia, ofreciéndole daros conocimiento de estas fórmulas y apreciarlas bajo el punto de vista matemático y práctico.

Se ha dispuesto que esta comunicacion se haga hoy y que la discusion tenga lugar en la próxima sesion.

En su consecuencia, voy á hacer lo más rápidamente posible la exposicion del método del doctor Weyrauch, indicando someramente los puntos sobre los cuales la Escuela francesa—ya que así se la llama—no estará de acuerdo de un modo absoluto con los procedimientos indicados. Se trata de saber si las experiencias hechas hasta hoy, consideradas en su conjunto, pueden y deben ser interpretadas por las fórmulas que empleamos habitualmente ó, de una manera más exacta, por las fórmulas empleadas y adoptadas en Alemania é Inglaterra. Este debe ser el primer punto de partida; y descartando la diferencia de apreciacion que caracteriza la manera de proceder en los dos países, creo que se abreviarían mucho las consideraciones á que se presta esta cuestion, pues que en definitiva, el disentimiento no existe en absoluto más que en un solo punto.

Sabeis que tenemos la costumbre, en nuestros experimentos sobre la resistencia de materiales, de determinar no solamente la carga de rotura, sino tambien la que corresponde al límite de elasticidad, además de los alargamientos que corresponden á estas dos condiciones críticas de la materia. En general, construimos para que la construccion ofrezca toda la estabilidad sin que la materia pueda alterarse ni romperse; y basamos nuestros coeficientes prácticos en la cifra que expresa la resistencia del cuerpo, hasta llegar á su límite de elasticidad. En Inglaterra y en Alemania, el punto de

partida para la eleccion de dichos coeficientes, es el coeficiente de ruptura. Como en cualquiera de los dos procedimientos que se emplee, conviene siempre optar por un exceso de seguridad, al determinar la carga práctica nosotros disminuimos mucho la carga relativa al límite de elasticidad, así como en el otro método se disminuye mucho la carga de rotura; lo cual hace que se llegue casi á los mismos resultados; es decir, que la carga práctica es á poca diferencia la misma aquí que en el extranjero.

Supongamos, por ejemplo, una carga de rotura de 3.500 kg. por centímetro cuadrado; en Inglaterra se tomaría el quinto de esta carga de rotura, como carga práctica. Por otra parte, resistiendo los hierros 12 kg. sin que su elasticidad se altere, tomaríamos los dos tercios ó la mitad de esta cifra que dá la experiencia, y tendríamos así la base de nuestras evaluaciones: si aceptamos los dos tercios de 12 kg., tendríamos 8 kg. por carga práctica, que á poca diferencia es la que se encuentra por el primer procedimiento.

Continuando la comparacion entre los dos métodos, observaremos que, si se parte de la carga de rotura, será menester introducir un coeficiente que no baje de  $\frac{1}{3}$ , mientras que para nosotros el coeficiente de  $\frac{1}{2}$  ó  $\frac{2}{3}$  bastará. En ámbos casos, es la experiencia la que sirve de base; pero nuestro modo de raciocinar es tal vez más directo, pues que tratamos más de cerca la cuestion; y, en definitiva, las correcciones que debemos hacer en nuestras cifras, no son tan grandes como las de los Ingleses y Alemanes. Hasta que se nos demuestre que así llegamos á resultados ménos favorables, me parece que la manera de ver de los ingenieros franceses es la más racional. Lo que hay de bien curioso y que nos asegura en nuestra apreciacion, es que en el trabajo que vamos á examinar nos encontraremos con la obtencion de cifras análogas á las nuestras, y con el empleo de una carga siempre menor que la que corresponde al límite de elasticidad.

La obra de M. Weyrauch, ofrece, sin embargo, un sério interés, y limitándome por hoy á examinar pura y simplemente las cuestiones relativas á la extension y á la compresion, y que sirven de base á todas las demás, nos será fácil ver con bastante exactitud los nuevos puntos de vista, para que podamos en una discusion ulterior formar de ellas una justa apreciacion.

Al principio de su trabajo, he aquí lo que dice el profesor Weyrauch:

«Al escoger las cargas que se pueden hacer soportar al hierro y al acero, el punto de comparacion se refiere á la carga que corresponde, sea al límite de elasticidad, sea á la rotura; el nuevo método, adoptado por los ingenieros alemanes, descansa exclusivamente sobre la carga de rotura. No existe ya entre los escritores alemanes ningun representante de la otra escuela, aunque siempre la carga práctica es inferior á la que altera la elasticidad.»

No cremos nosotros que suceda lo mismo en Francia, y es, sobre todo, sobre esa divergencia en lo que vamos á insistir.

El ingeniero aleman raciocina sobre límites de cargas diferentes de las nuestras, y llama nuestra atencion sobre el hecho de que el nuevo método no depende absolutamente más que de la resistencia á la rotura. Cuando

construimos con hierro, madera ó fundicion, reprobaríamos con razon que solo se tuviese en cuenta una de las propiedades de estos materiales; es el conjunto lo que se debe tener en cuenta, por más que hace un momento haya pretendido que el límite de elasticidad es más práctico que el límite de rotura. Es menester tener en consideracion todos los elementos de la cuestion, pues que todos son solidarios entre sí; y pronto veremos si las fórmulas alemanas solo los tienen en cuenta muy indirectamente.

Hay alguna dificultad para exponeros los cálculos del trabajo que nos ocupa, pues que las anotaciones que en ella se emplean, son diferentes, y casi contradictorias de las que nosotros empleamos; de suerte que será preciso definir las todas. Se designa por  $a$  la carga que puede soportar la materia ántes de romperse, en una circunstancia dada; pero esta carga que puede soportar la materia debe variar segun las circunstancias, y se dice que es funcion de un número indeterminado de condiciones, que pueden representarse por las variables  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , y entónces tendríamos:

$$a = f(x, y, z).$$

Aquí,  $a$  es la variable principal, miéntras que nosotros la consideramos generalmente como permanente, ó cuando ménos, constante, para cada clase de materiales. Luégo  $a$  es una cantidad variable que va á ser representada por anotaciones diferentes segun los casos.

Es preciso advertir que todas las indicaciones que van á seguir se refieren al centímetro cuadrado, que, en esta materia, es una unidad muy conveniente.

El autor llama  $t$  á la carga de rotura por centímetro cuadrado, cuando se verifica sin precipitacion la carga de la pieza. La carga  $t$  será, pues, la de rotura en estado estático, si es dable expresarse así.

Introduce tambien dos otros coeficientes de rotura. Llama  $u$  á la carga bajo la cual el cuerpo podría romperse si se cargara ó descargara sucesivamente de esta carga  $u$  por centímetro cuadrado, y las experiencias muy bien hechas por M. Wöhler han probado que, haciendo de esta suerte la carga y descarga de una pieza, puede romperse bajo una carga notablemente inferior á la resistencia estática.

Y lo que más interesante hay en este trabajo que nos ocupa, es precisamente la distincion entre estas cargas de rotura estática y las que exigen cargas y descargas sucesivas.

En fin, el autor llega á considerar otra resistencia, que designa por  $s$ , y que sería la carga de rotura en el caso que despues de haber cargado una barra, con esta carga  $s$  por centímetro cuadrado, se cargara en sentido contrario hasta el mismo límite, y así sucesivamente de una manera alternativa hasta que llegara á romperla. De ahí, tres coeficientes de rotura que considerar:  $t$  será la carga estática de rotura,  $u$  la que se ha expresado con la denominacion de carga natural de rotura, y  $s$  la carga que determina la rotura por alternativas. Hay aquí, á no dudarlo, una complicacion introducida en la cuestion, pero las tres nociones son interesantes, y vamos á ver luégo

si esta complicacion está compensada, como se cree, por el conocimiento más exacto que, en ciertos casos, nos suministra de la resistencia de materiales.

Resulta de las experiencias hechas de una manera muy precisa por M. Wöhler, desde 1859 hasta 1870, que la carga  $u$  es notablemente menor que la carga  $t$ : no ha probado de un modo tan exacto que haya una diferencia considerable entre la carga  $u$  y la carga  $s$ , y no nos ha dado, respecto á esto, más que un pequeño número de cifras. Pero no obstante, no hay ningún inconveniente en admitir que, si una carga intermitente puede causar la rotura de una pieza más pronto que una carga permanente, una carga alternativa debe evidentemente tender á determinar la ruptura mucho más pronto todavía.

Es sobre la consideracion de estas tres cargas de rotura: la carga estática, la carga natural, y la tercera, que el autor llama carga de vibracion, que han sido fundadas las fórmulas de resistencia de materiales empleadas en Alemania despues de las experiencias de Wöhler. Las más importantes de estas fórmulas son las que ha confirmado la experiencia. La más directamente basada en los experimentos de Wöhler, es la que está indicada en el cuadro bajo el nombre de fórmula Launhardt.

Esta fórmula, que se podría creer racional cuando se recorre la série de ecuaciones de que se deduce, es, en definitiva, más bien empirica, ó cuando ménos obtenida en condiciones á las cuales nuestros métodos de análisis no nos tienen acostumbrados.

Supongo que una pieza esté cargada ya de una carga  $a$ , ya de una carga  $a'$ , y podremos representar por  $d$  la diferencia entre las dos cargas; así es que

$$\begin{aligned} d &= a - a' \\ a &= d + a' \end{aligned}$$

Estas dos relaciones podrán considerarse como fórmulas generales, en las cuales habrá lugar á introducir los diferentes valores de  $u$ ,  $t$  y  $s$  que hemos considerado hace un momento. Si, en efecto, hacemos

$$a' = 0$$

obtendremos de la 2.<sup>a</sup> de estas fórmulas:

$$\begin{aligned} a &= d = u \\ d &= 0 \end{aligned}$$

Si:

lo que significa que las cargas  $a$  y  $a'$  son siempre las mismas, deberémos hacer:

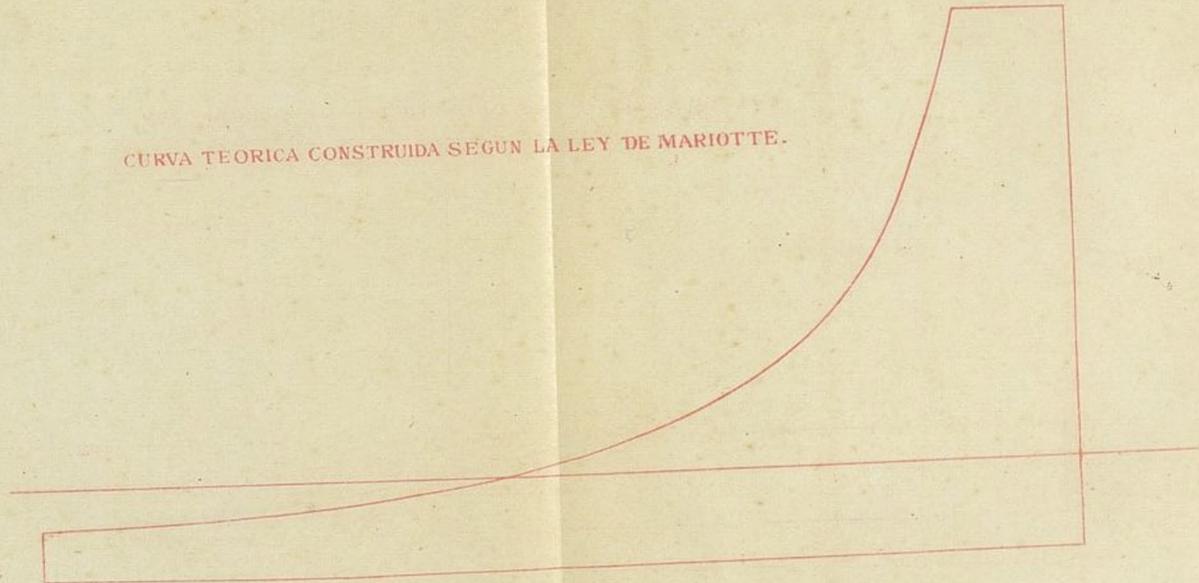
$$a = a' = t$$

Seguiré á M. Launhardt en su raciocinio tan bien como he podido comprenderle. Dice:  $a$ , la carga de rotura variable segun las circunstancias, debe ser funcion de  $d$ , y escribe:

$$a = f d$$

Admitiendo así que para tener el valor de  $a$  basta buscar cuál es el

CURVA TEORICA CONSTRUIDA SEGUN LA LEY DE MARIOTTE.



Ayuntamiento de Madrid

CI RVA TEORCA CONSTRUDA SEGUN L

Ayuntamiento de Madrid

es el



Ayuntamiento de Madrid

Ayuntamiento de Madrid

el

valor de  $f$ , considerado como un factor lineal. M. Launhardt hace notar que conoce el valor de  $f$  en un caso particular.

En efecto, para

$$d = 0$$

sabe que

$$a = a'$$

Y si  $a = a'$ , es evidente que es menester dar á  $f$ , en este caso, un valor infinito; hay todavía otro caso en el cual conoce este valor de  $f$ ; es el caso en que  $d$  será igual á  $a$ : tendremos entónces

$$a = df \text{ y } f = 1$$

No solo es menester que el coeficiente, cualquiera que sea, satisfaga al valor de  $a$  en estas dos condiciones, sino que debe satisfacerle tambien en todas las demás. M. Launhardt hace observar que ha encontrado una fórmula que satisface á estas dos condiciones fundamentales, y escribe:

$$a = \frac{t-u}{t-a} (a-a')$$

Bien veis cuanto de empirismo hay en esta ecuacion.

Esta fórmula:

$$a = \frac{t-u}{t-a} (a-a'),$$

la resuelve parcialmente con respecto á  $a$ , y se encuentra

$$a = \frac{t-u}{t-a} (a-a') = u \left( 1 + \frac{t-u}{u} \frac{a'}{a} \right)$$

Es esa una transformacion algebraica perfectamente regular. Para hacer uso de ella en un caso particular, si se tienen que considerar ya la carga  $a$ , ya la carga  $a'$ , resultará que  $\frac{a'}{a}$  no será otra cosa que la razon entre las dos cantidades  $a'$  y  $a$ , razon que nos representa por  $\varphi$ , de donde:

$$a = u \left( 1 + \frac{t-u}{u} \varphi \right)$$

Tal es la primera fórmula del folleto; ha sido directamente comprobada por las experiencias de Wöhler, resultando,—página 10 de dicha obra,— las cifras siguientes expresadas en medidas alemanas:

	$a' =$	0	250	400	600	1100
$a$ calculada por la fórmula de Launhardt	$=$	500	711	800	900	1100
$a$ deducida de los experimentos de Wölher	$=$	500	700	800	900	1100

La concordancia no podría ser más completa.

Si queremos nosotros mismos, hacer aplicacion de esta fórmula á un hierro que, bajo el nombre de hierro de Phénix, ha sido experimentado por Wöhler, tendremos:

$$\frac{t-u}{u} = \frac{3290-2190}{2190} = \frac{1}{2}$$

y

$$a = 2170 \left( 1 + \frac{1}{2} \varphi \right)$$

Pero para obtener el valor de la carga práctica  $b$  es menester hacer sufrir

cierta reduccion á esta carga de rotura. Tomaremos  $u = 2100$ , y reducirémos este número al tercio de su valor, lo que dará :

$$b = 700 \left( 1 + \frac{1}{2} \varphi \right)$$

Se vé por los ejemplos citados por el autor, que la fórmula de Launhardt, goza con razon en Alemania de una adopcion general. La del doctor Weyrauch no tiene todavía el mismo crédito; y para establecerla adopta casi, punto por punto, la série de razonamientos de que he hablado hace un momento, de manera á apropiarla, no al caso en que solamente hubiere intermitencia, sino al caso en que hay, conforme hemos dicho al principio, alternativa en la carga.

Como se vé en la segunda parte del cuadro,  $a$  representa la carga positiva ejercida en un sentido, y  $a'$  representa la carga de compresion opuesto á la carga de extension. La diferencia será  $d$ , y la fórmula

$$d = a + a'$$

se convertirá en

$$a = d - a'$$

si  $a' = 0$ ,  $a = d = u$ ,

si  $a' = a$ ,  $a = \frac{d}{2} = s$ .

$s$  es el coeficiente particular que se llama carga de rotura de vibracion: suponiendo que  $a$  es funcion de  $d$ , no hay más que determinar el valor de  $f$ ; el factor  $f$  deberá, como en el caso que precede, satisfacer á dos condiciones particulares.

Es menester elogiar aquí la sagacidad del doctor Weyrauch por más que haya sido conducido á separarse más de la simplicidad de que hemos hablado hace un momento. Su fórmula es racional en cuanto descansa sobre una interpretacion sábia; pero es completamente empírica en lo que concierne á su forma.

Nos dá:

$$a = f d$$

lo que por  $f = \frac{u-s}{2u-s-a}$ , valor que satisface á  $f=1$  por  $a=u$  y á  $f=\frac{1}{2}$  por  $a=s$ , conduce sucesivamente á:

$$a = \frac{u-s}{2u-s-a} (a+a')$$

$$a = u \left( 1 + \frac{u-s}{u} \varphi \right);$$

siendo  $\varphi$  una cantidad negativa que representa la razon  $a' : a$ .

Tal es la fórmula propuesta por el doctor Weyrauch, y se vé ahora la base en que está fundada.

Hagamos de ella una aplicacion particular á ese hierro de Phénix, muy bien experimentado por M. Wöhler, y volvamos á tomar las cifras de ántes.

2190 queda siendo el valor de  $u$ ; si introducimos en la fórmula el valor de  $s$ , es decir, 1170, será:

$$\frac{u-s}{u} = \frac{2190-1170}{2190} \frac{7}{15}$$

M. Weyrauch hace observar que  $\frac{7}{15}$  es muy cerca de  $\frac{1}{2}$  y llega así á

$$a = 2170 \left( 1 + \frac{1}{2} \varphi \right),$$

$$b = 700 \left( 1 + \frac{1}{2} \varphi \right),$$

que es la misma fórmula de Launhardt, en apariencia siempre, pues que en la primera,  $\varphi$  es positiva, y negativa en la segunda.

Tenemos así un cuadro que nos permite recurrir respectivamente á una ú otra de estas dos fórmulas, para tener en cuenta circunstancias particulares, segun que la carga sea permanente, intermitente ó alternativa. Ciertamente hay ahí una comparacion en extremo interesante, sobre todo para el porvenir: nosotros podemos raciocinar por el mismo estilo en lo que concierne al limite de elasticidad, y aplicar así al método usado en Francia las consideraciones ingeniosas á que no se puede encontrar más defecto que estar basadas sobre datos de experiencias que no son, segun nosotros, las que proporcionan los que nos son necesarios para justificar, lo mejor posible, nuestros cálculos de aplicacion.

Podría seguir esta fórmula para el caso de tener que considerar, no solamente una accion de extension ó de compresion, sino aún en el de estar las piezas expuestas á la flexion: se recurrirá al mismo principio; solamente es preciso añadir que se ha puesto en práctica un procedimiento tan ingenioso como el precedente, para determinar cual deba ser la influencia de esta flexibilidad y determinar el coeficiente más conveniente. Este procedimiento está basado sobre un cierto valor  $\mu$ , obtenido bajo esta forma: el producto de la carga por centímetro cuadrado multiplicado por el cuadrado de la longitud de la pieza, y dividido por el producto del coeficiente de la elasticidad y del momento de inercia de la seccion transversal.

Este coeficiente  $\mu$  podría introducirse en las fórmulas, y cuando la pieza está expuesta á doblarse por compresion, bastará reemplazar el valor de  $b$  por el de la carga por centímetro cuadrado, y una vez determinado el valor de  $\mu$  como acabamos de decir, multiplicarlo de un modo general por  $1 + \mu$ .

En esta primera comunicacion no puedo extenderme en otros detalles, siendo mi solo objeto fundar un juicio sobre el mismo principio.

Efectivamente, hay algo de verdad, en considerar que la misma materia no resistirá la misma carga cuando ésta sea permanente, ó cuando sea alternativa, ó cuando sea simplemente intermitente; y nosotros podemos apreciar las fórmulas que nos ocupan, como un primer paso que nos permitirá en lo sucesivo caracterizar con más seguridad la influencia de esas diversas circunstancias en la resistencia de materiales.

Sin embargo, no podemos considerar desde ahora establecida esta teoría

y como dándonos en todas circunstancias una completa seguridad; yo, al contrario, diría que, bajo el punto de vista del raciocinio, deja aún que desear, y queriendo apreciarla de una manera definitiva, añadiría que esto no podría ser más que comparando sus resultados con los que la experiencia ha sancionado.

Hay una demostración muy interesante para una barra sometida á cargas, variando de 50,000 á 20,000 kilogramos; nosotros adoptaríamos inmediatamente una carga de 800 por centímetro cuadrado, y según el doctor Weyrauch;

$$b = 700 \left( \frac{1}{2} \frac{20,000}{50,000} \right) = 840 \text{ k.}$$

De modo que la fórmula de M. Weyrauch, teniendo en cuenta la intermitencia de las diferentes cargas, no nos llevaría á modificar nuestras proporciones de una manera notable.

El profesor Weyrauch compara sus resultados con los de varias fórmulas americanas, habiendo entre éstas una que importa mencionar aquí.

Los ingenieros americanos, dice él, por lo que se refiere á la construcción de máquinas, admiten que las resistencias á que pueden someterse las piezas, varían poco más ó ménos en las proporciones de los números 1, 2, 3, según que la carga es alternativa, intermitente ó constante.

Sería menester pues que la cantidad  $1 + \frac{1}{2} \varphi$  tomada en sentido absoluto nos condujera á un resultado tal, que las cantidades  $1 - \frac{1}{2} \varphi$ , y  $1 + \frac{1}{2} \varphi$  estuvieran en las relaciones de 1, 2, 3, lo que equivale á suponer que  $\varphi = 1$ . Según los ingenieros americanos sería preciso cargar las piezas sometidas á una acción alternativa con 700 kilogramos, por centímetro cuadrado; aquellas que están sometidas á una acción permanente ó continua, con una vez y media 700 kilogramos, ó sea 1,050 kilogramos, y al contrario, las piezas sometidas á acciones intermitentes, no podrían soportar más que una carga de 700 menos 350, es decir, 350 kilogramos por centímetro cuadrado.

Resultaría de aquí que tendríamos una noción más clara y más sencilla de lo que correspondería hacer según los distintos sistemas de carga.

Con el texto inglés que tenéis á la vista, reconoceréis fácilmente que estamos en presencia de consideraciones verdaderamente interesantes y de reflexiones totalmente nuevas sobre la resistencia de materiales, que alguna vez serán de un interés realmente práctico.

Para la construcción de un puente, por ejemplo, que tan pronto está sometido á una carga permanente como á una sobrecarga, conocemos inmediatamente el valor de  $\varphi$ , y la solución del problema se presenta sencilla.

Se ha hecho una aplicación de esta fórmula en el escrito que nos ocupa; por su resultado es muy curiosa.

¿Qué dimension debe darse á una viga de un puente para la que el peso muerto y la carga total estén en relacion de 1 á 3,5?

La fórmula dá inmediatamente :

$$b = 700 \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{1}{3,5} \right) = 800 \text{ kilógramos.}$$

Esta misma cantidad es la que habríamos adoptado como prudencial sin necesidad de efectuar cálculo alguno.

Yo creo que en otra sesion podremos entregarnos á una discusion útil basada en las precedentes indicaciones; por mi parte veo en ello dos ventajas: en primer lugar, para ensanchar nuestros conocimientos y acaso era tambien necesario que nos pusiésemos al corriente de lo que pasa en el extranjero. En segundo lugar y toda vez que se nos califica de Escuela francesa, es nuestro deber contestar á la Escuela inglesa y hacer resaltar las buenas razones que tengamos para no participar completamente del mismo modo de ver, declarando finalmente, lo firme y lo débil de las nuevas consideraciones, á las que acabais de prestar vuestra benévola atencion.

El señor presidente dió las gracias á M. Tresca por su comunicacion, que se imprimirá *in extenso*, y estará en el local de la Sociedad á disposicion de los miembros que deseen tomar parte en la discusion, que tendrá lugar en la sesion próxima, el 15 del corriente.

---

## LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARÍTIMA.

---

Proposiciones presentadas al concurso de proyectos para la adquisicion de gruas hidráulicas, maquinaria de vapor, acumulador y tubería para los muelles del puerto de Barcelona.

### Proyecto-1880.

(Continuacion.)

---

#### Dos máquinas de vapor de un solo cilindro.

Estas máquinas se fundan en los principios generales de la Corliss, y tienen como ellas cuatro repartidores de vapor situados en las extremidades del cilindro; dos de ellos están destinados á las funciones propias de la distribucion ordinaria, y las dos restantes á las de expansion. En la disposicion general del organismo de distribucion del flúido motor, el movimiento es transmitido directamente á los repartidores y reducido á la máxima sencillez, pues una simple escéntrica y su correspondiente barra procuran la transformacion del movimiento circular continuo del eje en circular alternativo de los manubrios

de los repartidores, que á su vez y en períodos de tiempo desiguales, segun así lo exija la perfecta uniformidad del eje motor, comunica su propio movimiento oscilatorio á los manubrios y respectivas válvulas de expansion. Estas tienen una cavidad longitudinal en su parte central que permite á cada oscilacion una abertura del registro, doble de la oscilacion verificada; es decir, que la admision de vapor se efectúa como en las distribuciones de doble puerta, lo cual facilita el cierre instantáneo del referido registro.

Como complemento del aparato de distribucion, lleva éste el organismo de la expansion automática que asegura la completa uniformidad de velocidad del eje motor de la máquina; y por medio del referido organismo, un pequeño incremento de aceleracion ó retardo en la marcha de régimen, debido á alteracion en la carga ó en la presion del vapor, se comunica al regulador, y un sencillo mecanismo actúa instantáneamente sobre las válvulas de expansion que hace variar el grado de admision segun las necesidades. Esto procura á la máquina, aparte de la irregularidad é isocronismo de sus oscilaciones, que es una condicion muy importante y recomendable, el medio de hacer un buen empleo del vapor, cuyo trabajo resulta perfecto en grado superlativo.

Las válvulas de distribucion están fuertemente unidas á sus respectivos ejes de acero fundido, en uno de cuyos extremos llevan sólidamente sujeto el correspondiente manubrio que, como se ha dicho, recibe el movimiento de la excéntrica; y de semejante conjunto resulta un sistema sólido y rígido, que hace imposible de todo punto ningun desarreglo interior.

El armazon que se emplea para unir el soporte con el cilindro del eje del volante, es de forma tubular y posee una rigidez y resistencia á toda prueba: condicion que no se obtiene en las otras formas y disposiciones adoptadas en las placas de asiento y armazones de las máquinas ordinarias. Dicho armazon, que suprime completamente las placas referidas, va fuertemente unido por uno de sus extremos al cilindro, por medio de unos fuertes pernos, y del propio modo por el otro extremo al soporte del eje principal, como si estos tres cuerpos constituyesen una sola y única pieza. El cilindro de la máquina está resguardado de toda radiacion de calor y de enfriamiento exterior, por una envolvente de fieltro, mala conductora del calórico; y recubierto además por otra de plancha de hierro que, sobre ser muy duradera porque no se quema é inutiliza con el calor, como sucede con la madera despues de algunos años de servicio, le dá un aspecto uniforme y en armonía con el conjunto de la máquina. El engrase interior del cilindro y distribuciones se efectúa por medio de un lubricador colocado en el conducto de entrada del vapor.

La máquina entera descansa sobre dos sillares colocados uno en los piés del cilindro y otro en la base del soporte del eje principal B. Entre ámbos queda un espacio hueco donde van colocadas las respectivas bombas de aire y alimenticia de cada máquina, las que reciben el movimiento de ella por el intermedio de una palanca articulada en un lado de la cruceta que guía el vástago del émbolo, y del otro los respectivos émbolos de las mencionadas bombas. El condensador de superficie hállase colocado entre

ámbas máquinas y frente á las bombas de aire. Cada una de éstas de doble efecto, está dispuesta de tal modo que puede visitarse fácilmente y su organismo es accesible en todas circunstancias. Los patines de la cruceta que guían el vástago del émbolo por el interior del armazon de la máquina, son de una construcción especial que permite fácil corrección por medio de unas tuercas, con auxilio de las cuales se obtiene la completa rectificación del poco huelgo que, por desgaste natural, pueda producirse entre dichos patines y el armazon que les sirve de guía. Estas superficies de resbalamiento, que forman parte del armazon, son muy extensas y por consiguiente de gran duración, pudiendo trabajar largo tiempo sin necesidad de corrección alguna. Contribuye á ello el estar revestidos los patines de una fuerte capa de metal blanco de superior calidad, que tiene la ventaja de reducir considerablemente el coeficiente de resistencia, que apenas se produce dadas las condiciones apuntadas y la perfecta lubricación de que es susceptible y á que se presta esta parte de la máquina.

El eje principal de la misma, sus manubrios y la barra de conexión, son de hierro dulce de primera calidad, el gorrón del manubrio, el vástago del émbolo y la mayor parte de las piezas del mecanismo de la distribución, están construidas del mejor acero y los coginetes de bronce ó bien de metal blanco.

El émbolo está formado de dos discos remachados entre sí, con cinco aros de hierro maleable que constituyen su empaquetadura; el vástago que le atraviesa está por un extremo unido á la barra de conexión y por el otro prolongado, forma parte del émbolo de la bomba de presión.

El vapor, después de haber dejado todo el trabajo útil apetecible, llega al condensador de superficie con el objeto de utilizar sucesivamente una gran parte del agua que produce aquel fluido en su condensación. Este aparato de condensación, está dispuesto de manera que la máquina pueda funcionar indistintamente con él ó enviando el vapor directamente á la atmósfera.

### Bombas.

Estos aparatos reciben el movimiento directamente del émbolo de la máquina. El suyo es diferencial. De consiguiente al aspirar por su parte posterior el agua del depósito, lo hace en una cantidad igual á la que tiene que inyectar dentro del acumulador en una revolución entera de la máquina. Efectivamente, como puede observarse por la disposición de las tres válvulas, una está comprendida entre la parte posterior del émbolo y el recipiente del agua, otra pone en comunicación la parte posterior con la anterior del émbolo, y la otra está situada entre la parte anterior del émbolo y el acumulador. Al ponerse la bomba en marcha, aspira por medio de la primera válvula el agua del recipiente, tomando todo el volumen que engendra el émbolo; éste en su retroceso impulsa todo el volumen comprendido entre él y el fondo de la bomba, pero al mismo tiempo va desalojando

un espacio anular en la parte interior que va siendo sucesivamente ocupado por una parte del agua que impulsa la posterior del émbolo; pero el volúmen anular no es más que la mitad del volúmen desalojado por la cara posterior del émbolo: de lo que resulta que la otra mitad está inyectada dentro del acumulador. En las emboladas sucesivas, el volúmen del agua que ocupaba la parte anular del cilindro, pasará impulsada por la cara interior del émbolo al interior del mismo acumulador, de lo cual resulta que en una doble embolada de la bomba, tiene aspiracion é impulsión de la mitad del volúmen en la primera, é impulsión y no aspiración en la segunda.

La obra de fábrica que requiere el establecimiento de esta máquina de vapor, se reduce á un sencillo muro de mampostería y á un reducido número de sillares de pequeñas dimensiones, siendo su coste muy inferior al de los cimientos que requieren las máquinas de otros sistemas. En resumen; la solidez de esta máquina, su perfecta construcción, su fácil lubricación, reconocimiento y desmontura, la economía de consumo y finalmente, sus sencillos cimientos y la baratura de los mismos, la hacen recomendable, y á mayor abundamiento exclusivamente preferible por efecto de su perfectísima regularidad.

El adjunto diágrama se ha tomado sobre una de las máquinas llamadas sistema Corliss, propiedad del Excmo. Sr. D. José Ferrer y Vidal, establecida en su fábrica de Villanueva y Geltrú, de esta provincia. El original de aquél está visible y depositado en nuestros talleres.

Si se examina el referido diágrama se verá que, superponiendo al gráfico sacado de la máquina el teórico representado según la ley de Mariotte, la discrepancia de las líneas es tan pequeña, que ello demuestra bien que las máquinas que nos ocupan aprovechan el trabajo dentro los mayores límites prácticos.

Hé aquí el cuadro de las dimensiones generales de las mismas, y de sus accesorios:

### Máquinas Corliss.

2 Cilindros.	}	Diámetro de los émbolos. . . . .	0'550 metros.
		Carrera. . . . .	1'100 »
		Presión del vapor en atmósferas. . . . .	5
		Revoluciones por minuto. . . . .	37
1 Condensador..	}	Superficie refrigerante. . . . .	30 metros.
		Volúmen para circulación del agua. . . . .	0'220 m. cúbicos.
		Id. para la condensación. . . . .	0'400 m. cúbicos.
2 Bombas de aire.	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'320 metros.
		Carrera. . . . .	0'400 »
2 Bombas alimenticias.	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'085 metros.
		Carrera. . . . .	0'400 »
1 Bomba de circulación.	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'160 metros.
		Carrera. . . . .	1'100 »

1 Bomba de rever-	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'160 metros.
sion. . . . .		Carrera. . . . .	1'100 »
2 Bombas de pre-	}	Diámetro interior del cuerpo. . . . .	0'204 metros.
		Diámetro del vástago del émbolo. . . . .	0'144 »
		Carrera. . . . .	1'100 »
		Presion. . . . .	50 atmósferas.

**Máquina de tres cilindros.**

Esta máquina sería horizontal, compuesta, con condensacion por superficie y bombas de aire, de circulacion y de alimentacion; pero el vapor obraría en uno de los tres cilindros segun la presion inicial de la caldera, y haría su expansion en los otros dos. Las bombas que, como hemos dicho anteriormente, serían de simple efecto, recibirían el movimiento directamente de los vástagos de los tres cilindros. Todas las superficies en contacto del émbolo y las válvulas con sus asientos serían de bronce, de la misma manera que lo serían también en las bombas de doble efecto de las otras máquinas descritas anteriormente.

El eje sobre el cual irían montados los volantes, sería acodado en tres puntos correspondientes á cada uno de los cilindros y á 120° uno de otro. La distribucion sería de corredera, y las dimensiones principales de la máquina y de sus órganos más importantes serían las siguientes:

**Dimensiones principales de la máquina de vapor compuesta.**

3 Cilindros.	}	2 para la expansion, diámetro de émbolos. . . . .	0'574 metros.
		1 para la admision, diámetro émbolo. . . . .	0'430 »
		Carrera general de los émbolos. . . . .	0'760 »
		Revoluciones por minuto. . . . .	54
		Presion del vapor. . . . .	5 atmósferas.
		Fuerza total. . . . .	160 caballos.
1 Condensador.	}	Superficie refrigerante. . . . .	30 metros.
		Volúmen para circulacion del agua. . . . .	0'220 m. cúbicos.
		Idem para la condensacion. . . . .	0'400 m. cúbicos.
1 Bomba de circu-	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'140 metros.
		Carrera. . . . .	0'760 »
2 Bombas de aire.	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'320 metros.
		Carrera. . . . .	0'400 »
2 Bombas de ali-	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'085 metros.
		Carrera. . . . .	0'400 »
1 Bomba de rever-	}	Diámetro del émbolo. . . . .	0'140 metros.
		Carrera. . . . .	0'760 »

3 Bombas de presion á simple efecto. . . . .	{	Díámetro del émbolo. . . . .	0'165 metros.
		Carrera. . . . .	0'760 »
		Presion. . . . .	50 atmósferas.

### Generadores de vapor.

Los generadores de vapor que en nuestra primitiva proposicion proponíamos en número de cuatro de la fuerza de 60 caballos cada uno, los reducimos al número de tres de la fuerza de 60 caballos cada uno. Cada generador se compone de un cuerpo cilindrico de 1'53 metros de diámetro y 7'25 metros de longitud; y de tres hervideros de 0'50 diámetro y 8'05 metros de longitud.

El cuerpo de caldera está atravesado por dos conductos de humo de igual longitud que él, y de 0'48 metros de diámetro interior.

Para que pueda apreciarse cómo en este generador se aprovechan los productos de la combustion, bastará observar que, verificándose ésta en la regilla que se representa en el plano, aquéllos recorren los hervideros en toda su longitud, pasan luego por los humerales superiores y envuelven despues las dos terceras partes de la superficie exterior del cuerpo de la caldera. Semejante disposicion permite que el aparato pueda limpiarse cómodamente en todas sus partes, y que el volúmen de agua que contiene esté bastante subdividido; de modo que la molécula de agua más distante de la superficie de calefaccion se halla á 0'26 metros. Estas calderas son de mucha duracion, pudiendo funcionar largo tiempo sin necesidad de ser inspeccionadas ni reparadas.

Las planchas expuestas á la accion del fuego están solicitadas por una presion de dentro afuera, de manera que en el caso de enrojecer no pueden ocurrir en ellas los accidentes frecuentes que se observan en las de hogar interior. Las planchas de hierro de que se construyen son de fabricacion española, equivalente á la clase *B. B.* inglesa, y las expuestas á la accion del fuego son de la calidad *Low Moor*.

Cada caldera está provista de los accesorios siguientes: recipiente de vapor, montado sobre la caldera y que forma cuerpo con la misma; toma ó válvula para el vapor, para la alimentacion y para la introduccion del agua, flotador de piedra, válvula de seguridad, registro de chimenea ó corta fuegos, fróntis completo de fundicion, puertas de hogar con los tornillos necesarios para fijarlas, emparrillados y soportes para el mismo, soportes de sustentacion de caldera y hervideros.

A continuacion expresamos las dimensiones generales de las calderas, con su superficie de calefaccion y demás. En el referido estado se observará, que los generadores que construye *La Maquinista Terrestre y Marítima* son, para una fuerza dada, de dimensiones superiores á las de otros constructores, pues miéntras que éstos las construyen á razon de un metro cuadrado de superficie de calefaccion por caballo, las nuestras tienen un metro y cuarenta decímetros para igual fuerza, ó lo que es lo mismo, que las cal-

deras que *La Maquinista Terrestre y Marítima* vende para la fuerza de 60 caballos, en otros talleres se venderían para fuerza de 85 caballos; lo que quiere decir que al comparar dos generadores de vapor entre sí, no debe hacerse por el número de caballos, y sí por la superficie de calefacción que representan.

#### Dimensiones de los generadores de vapor.

Diámetro. . . . .	1'53 metros.	Superficie de caldeo-	
Longitud. . . . .	7'25 »	generador. . . . .	46 met. c.
Diámetro de humera-		Idem hervideros. . . . .	38 »
les. . . . .	0'48 »	<i>Total.</i> . . . . .	84 met. c.
Longitud. . . . .	7'25 »	Emparrillado largo. . . . .	0'80 metros.
Diámetro hervideros.	0'50 »	Ancho. . . . .	1'35 »
Longitud. . . . .	8'05 »	Superficie. . . . .	2'43 metr. c.

(Se continuará.)

## NOTICIAS Y SUELTOS.

### Exposición internacional de Electricidad celebrada en París.—

La apertura de la Exposición tuvo lugar el día 10 de Agosto último á las 10 de la mañana.

El Presidente de la República acompañado de los ministros de Correos y Telégrafos, de Negocios extranjeros, de Agricultura y Comercio, y de Marina, fué recibido por M. G. Berger, comisario general, y M. Antonio Breguet, director de las instalaciones de la Exposición.

Entre las notabilidades científicas é industriales que concurrieron al acto figuraron M. Teisserene de Bort, Hérold, Comesca, Dietz-Monnin, Hervé Mangon y varios de los representantes extranjeros en el Congreso de electricistas.

La visita empezó por la planta baja en que las instalaciones de la mayor parte de las naciones extranjeras están ya lo más completas posible, dado el escaso tiempo de que ha podido disponerse, debiendo hacer particular mención de Inglaterra, Bélgica Holanda y Suecia-Noruega por lo bien dispuesto de sus respectivas instalaciones.

Los generadores de vapor estaban ya en presión y buen número de motores funcionando, para poder apreciar de una parte los aparatos para la transmisión de fuerza á distancia y de otra el alumbrado instantáneo por diversos sistemas, habiendo obtenido un verdadero éxito las lámparas de incandescencia. En el lago que rodea el faro central, estaba dispuesta para funcionar la canoa eléctrica de M. Trouvé; y el tranvía eléctrico de Siemens hizo el primer viaje entre la plaza de la Concordia y el Palacio de la Exposición.

En el primer piso, después de visitar los salones y departamentos dispuestos para la demostración de varios experimentos eléctricos, lo que más ha llamado la atención de los visitantes ha sido la gran novedad de la exposición, es

decir, la sala de teléfonos. A una señal dada, háse podido oír el ensayo de los coros de las óperas *Freischütz* y *Mutta*, así como distintas piezas de música instrumental ejecutadas en el escenario de la ópera.

El Presidente de la República ha felicitado vivamente á M. Cochery y M. Berger por la actividad y el acierto de que han dado prueba en la organizacion de esa colosal Exposicion.

No tenemos intencion de hacer hoy la revista detallada de una Exposicion que exigirá largo estudio y sério exámen. Solamente apuntaremos que cada sala del primer piso se halla iluminada por distinto sistema de alumbrado.

De «*Le Génie civil.*»

**Galvanizacion espontánea de un émbolo de una máquina de vapor.**—M. P. Paul, ingeniero, nos presenta un curioso accidente ocurrido en 1880, en la calderería á M. Fleury á Cette (Heraull). El agua de alimentacion del generador de la fábrica daba abundantes incrustaciones y aconsejaron á M. Fleury que pusiese en la caldera fragmentos de zinc cuya propiedad desincrustante es muy conocida. Al cabo de algunos dias se observó que á pesar del engrase, la máquina movida por el vapor que procedía de la caldera marchaba con dificultad. El émbolo, que era de fundicion, se agarraba al cilindro; algunos dias despues era imposible que la máquina continuase funcionando; hubo que desmontarla, y se encontró el émbolo recubierto con una gruesa capa de cobre, en tal cantidad que, puesto en el torno, en algunos sitios la capa metálica era tan gruesa que se torneaba exclusivamente cobre.

La explicacion que dá de este hecho M. Fleury es muy sencilla. La caldera estaba enlazada con la máquina por medio de tubos de cobre. Las particulas de zinc, arrastradas por el vapor, formaban con el metal de los tubos una infinidad de pequeños pares galvánicos: así se explica el transporte del cobre por los tubos hasta encontrar el piston que ejercía una verdadera atraccion sobre sus moléculas, no solo á causa de su movimiento continuo, si que tambien por el calor producido que facilitaba la adherencia de las particulas de cobre.

De este caso, parece deducirse que la temperatura de 144 á 150°, correspondiente á la presion de 4 á 5 atmósferas favorecía muy singularmente la produccion del fenómeno. Las propiedades eminentemente eléctricas del vapor dilatado, tambien parece que favorecen su desarrollo.

Hemos recibido el número 5 de la importante Revista quincenal que se publica en Viena, titulada:

**La Industria harinera moderna**, cuyo sumario es el siguiente: *La produccion de Cereales en España*, por D. E. Abela, Ing.—*¿Sacos ó Barriles?*—*Opúsculo de Molinería moderna*.—Limpia (Depuracion del trigo).—1.ª Parte Triado.—a) Aechado—b) Triado—*Consultas. Preguntas*.—Los molinillos de porcelana y su utilidad práctica.—*Noticias sueltas*.—Exposiciones.—*Fórmulas. Preceptos prácticos*.—*Revista agrícola y comercial*. Cosechas. Mercados de España y del extranjero—*Correo*.—*Anuncios*.

Correspondemos gustosos al cambio.