

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona, Octubre de 1894

EXPLOSIONES DE GENERADORES DE VAPOR ⁽¹⁾

PRIMERA PARTE

SUS CAUSAS. MEDIOS PARA EVITARLAS

(Continuación)

VI. — Causas problemáticas ó poco conocidas.

Explosiones por falta de aire en el agua del generador de vapor.

El agua, privada de agua, no hierve aunque esté á 100 grados. Si se le aumenta la temperatura á la presión atmosférica, puede llegar á 150 y hasta 200 grados sin hervir, pero cuando por una causa cualquiera el estado de tensión particular que constituye esta agua recalentada se rompe, una parte considerable de esta agua recalentada se convierte instantáneamente en vapor, y si esto sucede en un generador de vapor, debe tener lugar una explosión fulminante. Decimos si esto sucede, porque si bien en los laboratorios con grandes precauciones se

(1) Véase la REVISTA correspondiente al mes anterior.

ha obtenido esta agua recalentada, parece que los ensayos que se han querido hacer con aparatos industriales, no han dado ningún resultado apreciable.

Sea lo que fuera, bueno es tener presente este fenómeno físico, y será prudente alimentar bien el generador momentos antes de que pare la máquina, y mejor aún, alimentar antes de ponerla á presión, á fin de que no falte aire en el agua del generador, pues que lo contiene el agua que inyectamos. También se aconseja inyectar aire al generador, antes de encender de nuevo los fuegos ó reanimarlos, ó antes de alcanzar la presión, ó todavía, en el caso en que la recalentación hubiere sobrevenido por haberse omitido esta maniobra, después del descenso conveniente de la temperatura del agua del generador, denunciada por el termómetro, cuando lo hay para marcar la temperatura del agua. Nosotros preferimos alimentar como acabamos de indicar.

Estado esferoidal.

Hasta hace poco tiempo algunos creían en la posibilidad de verificarse el estado esferoidal en los generadores de vapor; mas en la actualidad, esto ya ha pasado de moda.

M. Hirsach, profesor del *Conservatorio des Arts et Metiers* que practicó en 1889 una série de experiencias, publicadas después en los anales del Conservatorio, y que harán época en la ciencia, por los grandes datos sobre la temperatura de las planchas, sobre la influencia de las grasas, etc., *no ha observado nunca el estado esferoidal.*

Con las experiencias hechas por M. Witz y M. Romain de Swarte, no se ha podido hacer constar el estado esferoidal.

« En 1890 hizo M. Fletcher, ingeniero jefe de la Asociación de propietarios de aparatos de vapor, algunos ensayos directos sobre una caldera llamada de Cornouailles de dos hogares interiores. Bajo un fuego violentísimo, dice M. Hervier, se puso la plancha al rojo en una superficie de un metro cuadrado, y se inyectó después agua á razón de 145 litros por minuto. En ninguna de las experiencias se pudo hacer constar una presión normal; al contrario, en casi todas, tan pronto como se princi-

piaba
concl
agua
condu

EL
Sr. R
rimer
de m
sión
ment
hay
un co
por,
tado

M
de s
cuad
con p

H
tió á

«C
expe
parti
saber
como
gotas
cas é
tenia
de u
ra q
natu
ba co
genc
cual
tan l
de co

(1)

piaba la alimentación ó riego, bajaba la presión. Podemos pues concluir con M. Fletcher y M. Cornut, que la proyección del agua fría á las planchas de las calderas llevadas al rojo, no conduce á ninguna sobre elevación anormal de la presión». (1).

El sabio catedrático de la Facultad de Ciencias de Barcelona Sr. Rave, nos dijo poco tiempo antes de morir, que, en el experimento que se hace de introducir en un vaso grande una bola de metal enrojecida por una lámpara, sólo se observa la repulsión del agua por la plancha cuando la bola está muy fuertemente enrojecida, y este efecto muchas veces sale mal, porque hay contacto con el agua. Creía él, que el estado esferoidal es un comodín para explicar las explosiones de las calderas de vapor, y que es muy difícil que se produzca en una caldera el estado esferoidal.

M. Cornut en las experiencias que practicó en un generador de sistema ordinario con hervideros, teniendo 55'88 metros cuadrados de superficie de calefacción, y al cual se alimentó con planchas al rojo, no hubo accidente.

He aquí lo que dice M. Witz sobre un experimento que practicó á este objeto.

«Circunstancias especiales me condujeron á mi vez, á hacer experiencias de vaporización y dirigía mis investigaciones particularmente al estudio del estado esferoidal. Se trataba de saber si las cosas pasan en un generador de cierto volumen como en una cuchara de hierro en la cual se viertan algunas gotas de líquido, é importaba formular conclusiones categóricas é indiscutibles. A este efecto, operé en un aparato que contenía varios litros de agua; la forma de este generador era la de un cilindro de fondo plano. Este fondo era móvil, de manera que se pudieron hacer ensayos sobre planchas de espesor y naturaleza variables. El hogar, en mis primeros ensayos, estaba constituido de mecheros de gas alimentados de aire ú oxígeno á presión, pero reconocí bien pronto que estos sopletes, cualquiera que fuese su número y su potencia, no se prestaban tan bien á las grandes producciones de vapor como un hogar de cok y de cenizas ardientes, activado por un gran fuelle de

(1). Mr. Hervier. Les explosions de Chaudières à vapeur, pág. 229.

forja. Colocando un generador directamente sobre el fuego, la radiación se agregaba al contacto de los gases calientes y se conseguía enrojecer planchas de gran espesor no recubiertas de agua y mantenerlas á continuación al rojo, durante un tiempo cualquiera, bajo una capa de líquido. El nivel del agua se sostenía á una altura constante por un alimentador hidráulico de acción continua, que vertía el agua gota á gota á medida que se vaporizaba: sobre el fondo del generador había un espe-sor de agua de unos 8 centímetros por lo menos.

»Estando bien limpia y bien desoxidada la superficie superior de la plancha, he reconocido que era imposible hacer enrojecer en plena agua una plancha de 11 milímetros; pero si esa plancha se llevaba previamente y sin agua al rojo, se podía conservar este estado durante un tiempo suficiente para apreciar exactamente la cantidad de agua evaporada por el volumen que de la misma había consumido el alimentador continuo. Ahora bien, he aquí los resultados obtenidos (1), los cuales dan la cantidad de agua evaporada y, por consiguiente, el número de calorías cedidas al agua á través del metal por metro cuadrado y por hora, yendo creciendo la intensidad del hogar continuamente. Si, pues, el estado esferoidal es realizable en un generador, la evaporación aumentará desde el principio hasta un límite determinado correspondiente á un máximo, después del cual descenderá bruscamente; si, por el contrario, no es realizable, no se observará este máximo. El dilema es, por lo tanto, sumamente claro y muy fácil de escoger.

(1) Estos resultados fueron comunicados á la *Académie des Sciences* en sesión de 22 de Febrero de 1892 y fueron publicados en el extracto de esta sesión: ese trabajo mereció los honores de la inserción en los *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* Ver. Mont. In. núm. 12, 1892.

HOGAR	Presión atmosférica. — milímetros.	Temperatura de alimentación.	Kilogramos de agua evaporada. — m ² por hora	Calorías transmitidas por m ² y hora
7 mecheros Bunsen.	745	15°	63'3	39,262
— + 1 soplete de aire.	758	16°	179'4	111,403
— + 1 soplete oxhídrico	758	18°	200 9	124,353
— + 3 — —	753	19°	263'2	163,953
Fuego de cok.	700	19°	433'5	267,903

»En la última experiencia los soportes del generador llegaron al rojo blanco; la evaporación era violenta, el líquido se agitaba vivamente en todos los sentidos, pero la plancha no se enrojecía. El fuego de cok era, por lo tanto, el hogar más intenso que yo he podido disponer.

»Ha sido preciso para llegar al rojo suspender la alimentación hasta la evaporación completa del líquido. Alimentamos entonces y nos encontramos perfectamente en las condiciones prácticas de un generador que se pone al rojo por falta de agua.

HOGAR	Presión atmosférica. — milímetros.	Temperatura de alimentación.	Kilogramos de agua evaporada. — m ² por hora	Calorías transmitidas por m ² y hora
7 mecheros Bunsen + 1 soplete de aire + un soplete oxhídrico	754	14°	662'8	412,858
Fuego de cok.	760	90°	994,3	543,882

»El resultado es indiscutible y las conclusiones formales: el estado esferoidal no se produce en los generadores con plan-

chas enrojecidas. La causa está probablemente en las corrientes que se desarrollan en el seno del líquido renovando incesantemente las capas expuestas á la radiación del metal enrojecido (1). No verificándose el contacto, la conductibilidad no interviene casi nada en el fenómeno, pero la radiación se substituye y como es función por lo menos de la diferencia de temperatura de la plancha y del líquido, tiene una importancia considerable. Los ingenieros notarán, en efecto, esta vaporización colosal de 994 kilogramos por metro cuadrado y por hora; reconocerán que, si bien no debe haber temor al estado esferoidal, en cambio es muy de temer esta gran potencia vaporizante del metal cuando está á una elevada temperatura.

»Resulta, pues, de nuestras experiencias, que el fenómeno de la evaporación instantánea, invocado por Boutigny, no debe admitirse para explicar el exceso de presión. Pero hay que tener muy en cuenta las 543,882 calorías, que atraviesan un metro cuadrado de superficie de calefacción por hora. Este hecho debe examinarse á fondo, porque quizá pueda conducir á la explicación racional de ciertos aumentos de presión producidos después de una alimentación de agua sobre las planchas enrojecidas.

»Desde luego, es preciso investigar por el cálculo qué crecimiento de presión puede resultar de la introducción en un generador de una gran cantidad de calor. A fin de dar á este cálculo el carácter práctico que le conviene, lo aplicaré á un generador determinado, y elegiré como ejemplo, el magnífico generador tubular, de hogar interior expuesto en 1889 en París por la Sociedad Fives Lille. Las dimensiones de este aparato, que tenemos necesidad de conocer, son las siguientes:

Superficie de calefacción:

Del hogar.	6'50 m ²
De los tubos.	53'60 m ²
De la pared exterior.	32'70 m ²
Superficie total. :	92'80 m ²

(1) Renunciamos á discutir más extensamente las causas por las cuales el efecto obtenido por Boutigny no se realiza en grande masa de agua continua no globular; es preciso hacer intervenir causas muy complejas.

Volúmen del vapor	1'920 m ³
— de agua	6'260 m ³
Volumen total.	8'180 m ³
Planchas expuestas al fuego.	2'83 m
Semicircunferencia del tubo-hogar.	1'60 m
Superficie de las planchas expuestas al fuego.. . . .	2'83 × 1'60 = 4'928 m ²
Timbre.	9 kilogramos
Temperatura.. . . .	179 grados.

»Para redondear estos números, tomemos el vapor á una temperatura de 180 grados y contemos 5 metros cuadrados para la superficie de las planchas expuestas al fuego: admitamos que por una causa cualquiera se hayan podido enrojecer, que se mantienen en este estado por un fuego violento y que en ese estado se recubren de agua. Mis experiencias demuestran que esas planchas *pueden permanecer rojas* y que pasan entonces al agua 543,883 Cl por metro cuadrado y por hora; ahora bien, la transmisión normal es de 93,982 Cl; el excedente es, por consiguiente, de 450,000 Cl.

»Ahora bien; representemos por Q el calórico excedente cedido en una hora por un metro cuadrado de plancha enrojecida; sea S la superficie llevada al rojo y M la masa de agua contenida en el aparato; consideremos un intervalo de tiempo $d\theta$ durante el cual se produce una elevación de temperatura dt , tendremos

$$Q S d\theta = M C dt$$

» C es el calor específico medio del agua á las temperaturas de los generadores; Clausius hacía siempre

$$C = 1'013$$

»Vemos, pues, que

$$d\theta = \frac{M C}{Q S} dt$$

»Llamemos ϵ la variación de presión en la unidad de tiempo, es decir por minuto, y puesto que Q se refiere á esta unidad

$$\epsilon = \frac{dp}{d\theta} = \frac{dp QS}{dt MC}$$

»Esta fórmula nos demuestra que ε es tanto mayor cuanto mayor es S y más pequeño dt ; así el crecimiento de presión sería máximo en un generador en el que la superficie de calefacción directa sea considerable y contenga poco volumen de agua; tal será el caso de un generador multitubular.

»Se puede calcular fácilmente ε porque los valores de $\frac{dp}{dt}$ los dan las tablas de Zeuner; á 180 grados, $\frac{dp}{dt}$ es igual á 173,423 en milímetros de mercurio, ó sea á $173,423 \frac{1.033}{760}$ en kilogramos por centímetro cuadrado; así se obtiene 0.2357.

»Encontramos por consiguiente:

$$\varepsilon = 0.2357 \frac{37.500}{6260 \times 1.013} = 1.39 \text{ kilogramos.}$$

»Tal es el aumento de presión que se produciría por minuto á consecuencia de una alimentación de planchas llevadas y mantenidas al rojo; nuestras experiencias hechas en generador abierto no son seguramente idénticas al caso de la práctica industrial; pero creemos, sin embargo, poder concluir de nuestros ensayos y de nuestros cálculos, que el aumento de presión no puede ser sino pequeño ó débil. Cuando las válvulas juegan libremente, nada hay que temer, porque esas válvulas dan salida á una cantidad de vapor más que suficiente para mantener la presión en su valor normal, pero en el caso contrario, sería realmente peligrosa. Ahora bien, lo que importa notar es que estamos colocados en condiciones esencialmente desfavorables con relación á un generador que funciona á una fuerte presión, para la cual $\frac{dp}{dt}$ tiene un valor considerable.

»Si, pues, nos colocamos bajo *el sólo punto de vista de la elevación de presión*, debe reconocerse que la alimentación sobre planchas enrojadas, está muy lejos de presentar un peligro inmediato de explosión. Nuestras conclusiones concuerdan absolutamente con las que M. Fletcher, ingeniero jefe de la Asociación de Manchester, dedujo de las famosas experiencias que

hizo en 1890, en un generador cerrado cuyas planchas las enrojecía con propósito deliberado, para ver lo que resultaría cuando se procediera á la inyección de agua fría. La Memoria de M. Fletcher se publicó en el *Engineering* y M. Serment la analizó en el *Bulletin de la Société scientifique*, de Marsella, tomo XVII, página. 39 El generador sobre el cual operó, era un generador de hogar interior de 8'45 metros de longitud, 2'13 metros de diámetro para el cuerpo exterior y 0'91 metros de diámetro para el tubo del hogar: las planchas tenían 11 y 15 milímetros de espesor. Este generador estaba instalado en medio de un gran patio de los talleres de zapatería de M. Clayton, en Preston; estaba rodeado de grandes barricadas de maderos de 76 milímetros de grueso, clavados en estacas y sostenidos por un terraplén; los observadores se abrigaban detrás de este sólido parapeto, maniobrando desde allí los diversos aparatos colocados en el generador. Los fuegos se activaban fuertemente, mientras que el cielo del hogar estaba descubierto en parte: se dispusieron bandas fusibles de plomo para indicar á los operadores cuando el rojo se había detenido y llegado á este estado, se alimentaba la caldera. Catorce experiencias consecutivas se hicieron: se activó el fuego todo cuanto fué posible, y en tales condiciones preciso es reconocer que el ensayo producía las condiciones de los mayores golpes de fuego, puesto que se formaron en la plancha abolladuras de 50 por 21 centímetros; la alimentación se verificaba tan pronto sobre la pared enrojecida como contra los flancos del cuerpo cilíndrico exterior, según el procedimiento habitual. No se consiguió más que una sola vez hacer explotar el generador y aun no resultó una verdadera explosión, porque el hogar se rajó ó destruyó suavemente; cierto que si hubiese habido un fogonero delante del hogar hubiese sufrido quemaduras, pero no habrían resultado perjuicios materiales. Esa raja ó abertura se produjo en la primera línea de remaches del hogar y tenía 91 centímetros de desarrollo con un ancho de 30 centímetros hacia el centro de su longitud. En la mayor parte de los ensayos, la temperatura bajaba en el momento de la alimentación y las planchas se enfriaban rápidamente; sólo una vez se observó un aumento de presión de 1'47 kilogramo en 45 segundos, pero esto fué un maximum volvien-

do á disminuir la presión en seguida gradualmente, hasta el punto de llegar á un valor inicial después de 13'5 minutos.

»M. Fletcher deseaba continuar estos ensayos operando en el campo raso y no en medio de un distrito populoso, pero no pudo realizar su proyecto. Por lo demás, estas experiencias prueban lo que nosotros hemos adelantado como consecuencia de los cálculos, esto es, que la alimentación sobre planchas enrojecidas, no producía un gran aumento de presión. M. Fletcher ha reasumido sus conclusiones en estos términos: «Estas experiencias destruyen ó anulan la opinión generalmente admitida de que la proyección de agua fría sobre cielos de hogares que estén al rojo, produce desprendimiento instantáneo de un inmenso volumen de vapor, que obra como la pólvora, anulando el efecto de las válvulas de seguridad, y haciendo saltar el generador con proyección de cascós á distancias considerables.»

»Deduciremos, pues, de nuestros cálculos y de las experiencias de Manchester, que las explosiones detonantes por falta de agua, no deben en general atribuirse á un gran desarrolló de presión.»

El siguiente ejemplo, que ha transcrito «La Gaceta de la Industria,» que pertenece á uno de los casos más desfavorables, es bueno conocerlo.

«Supongamos un generador tipo Cornouailles, que al bajar el nivel del agua deja al descubierto 8 metros de superficie de *tubo interior-hogar* de la caldera, y que pesarán 630 kilos; que la presión interior ó sea la del vapor, sea á 5 atmósferas, y por lo tanto su temperatura será de 152'22 grados centígrados; y admitamos que el metal al descubierto esté á 750 grados, es decir, al calor rojo. (1). El metal con la adición del agua perderá la diferencia que hay entre 750 grados, y los que tiene el agua en la caldera que á lo más serán los que tiene el vapor ó sean 152'22 grados. Como la capacidad calorífica del hierro (2) puede darse como

(1) Según Colombo:

El calor rojo tiene	de	550	á	700	grados
» rojo vivo	»	800	á	1000	»
» anaranjado	»	1100	á	1200	»
» blanco	»	1300	á	1500	»

(2) Siendo 1 la del agua líquida,

$\frac{1}{9}$ de la del agua, las calorías que podrán dar al agua los 8 metros cuadrados de plancha ó sean 630 kilos de hierro, serán:

$$\frac{630 (750 - 152'22)}{9} = 41845 \text{ calorías,}$$

resultado exagerado en más, porque se ha prescindido de la conductibilidad del metal. Estas calorías sólo podrán dar vapor á 152,22 grados á: (1)

$$\frac{41845}{605'5 + 0'305 (152'22 - 40)} = 65'460$$

kilogramos de agua de alimentación á 40 grados, los cuales á la presión de 5 atmósferas que suponemos ser la del generador, representan 24 metros cúbicos de vapor. Como el volúmen del vapor contenido en el generador no bajaría de 20 metros cúbicos, atendido el descenso del nivel de agua, resultará que se duplicará la presión, es decir, de 5 atmósferas subirá á 11, presión, como dice muy bien Flecher, incapaz de producir la explosión de un generador bien construido y que se halle en buen estado. Al fijar 5 atmósferas, se ha tomado la presión normal, pues los que atribuyen las explosiones al estado esferoidal, dicen que el accidente no ha sido efecto de un aumento gradual de presión, y por lo tanto tienen que suponer que en el caso citado no era elevada la temperatura.»

Este caso que hemos expuesto es exagerado, y á pesar de esto nos dice, que si la plancha está en buen estado, es difícilísimo que el generador explote por el vapor que se desarrolla al poner en contacto el agua con la plancha al rojo. Luego los números nos dicen que aunque fuese posible la formación del es-

La capacidad calorífica del hierro es	0'11379	} Ortolan, Memorial du mecanicien p. 174 y 173.
» » cobre »	0'09515	
» » latón »	0'09391	
» » Flint-Glass »	0'19000	
» » { Fundición de }	0'12983	
» » { hierro blanca }		
» » vapor saturado	0'475	

(1) La fórmula de Regnault para calcular la cantidad de vapor expresado en calorías necesarias para dar con 1 kg. de agua á cero grados, un kg. de vapor á la temperatura t es . . . $L = 606'5 + 0'305 t$.

tado esferoidal en un generador de vapor, si este estaba en buen estado no explotaría. No se diga que la plancha está debilitada por el enrojecimiento, porque á medida que se forma el vapor la plancha se enfría y adquiere más resistencia teniendo toda de ceder casi todo su calor. Los números están pues, conformes con las experiencias.

Debilidad de la plancha por estar enrojecida, combinada con la agitación del agua.

Cuando el nivel de agua baja mucho, enrojeciéndose la plancha, se debilita; M. Perkins (1) dice que, «puede formarse grandes cantidades de vapor si el agua interior está agitada por la salida del vapor,» (2) por ejemplo, al dar la admisión; además, el vapor húmedo pasa á seco, aumentando mucho de volúmen. Todo esto, que por sí solo, creemos no puede producir la explosión, podrá coadyuvar á ello si á las planchas ya débiles por la corrosión y por el tiempo, se añade la gran disminución de resistencia que experimenta con el enrojecimiento.

Peclet dice (3) que respecto á que la espuma y chispazos al penetrar en la cámara de vapor recalentado, se convierte instantáneamente en vapor, presenta mucha incertidumbre. Los experimentos hechos en el Instituto de Franklin, prueban que esta producción instantánea de vapor no se verifica (4); tanto es así que inyectaron un poco de agua en chorritos en la cámara de vapor, y en vez de producirse vapor hubo una pequeñísima disminución de presión, siendo tanto más notable esta disminución, cuanto mayor era la cantidad de agua inyectada.

Dice Peclet, (5) que respecto á las explosiones precedidas de una baja de nivel y que se basan en una formación rápida de vapor por el contacto del agua con el metal muy calentado, ó

(1) Daguin, t.º 2.º, pág. 426.

(2) Esta ebullición está demostrada por el primero de los experimentos del Instituto de Franklin practicados sobre explosiones de calderas. Esta ebullición hace que suba el nivel del agua en la caldera.

(3) La Chaleur, t.º 2.º, pág. 143.

(4) Véase esta demostración en el 3.º de las experiencias.

(5) La Chaleur, t.º 2.º, pág. 143.

por la evaporación también muy rápida del agua arrastrada mecánicamente y penetrando en la masa de vapor recalentado, las razones que se dan para explicarlas, son insuficientes. Dice este eminente autor que sólo pueden atribuirse estas explosiones, añadiendo á estas causas la debilidad que entonces tiene la plancha. Efectivamente, como que por el enrojecimiento al rojo la plancha en buen estado sólo tiene una resistencia algo mayor del esfuerzo de rotura, se comprende que en este estado un exceso de presión sobre la que resiste, produzca la rotura, si es que por las malas condiciones en que se halla la caldera ya no se ha roto por el solo enrojecimiento. Para demostrarlo, dice Peclet, basta decir al incrédulo que examine el calor sensible del vapor recalentado y el de la plancha, y con estos datos verá la poca cantidad de agua que pueden convertirse en vapor y esto aún considerando que todo el vapor en un momento dado está en contacto con la espuma ó agua y que le cede todo su calor.

Por efecto de la detonación de una mezcla gaseosa que se forma dentro de la caldera en marcha.

Hay quien parece explicarlo diciendo: que poniéndose al rojo las paredes de la caldera, descomponen el vapor de agua, absorbiendo el oxígeno, ó bien descomponen las grasas que entran en la caldera. Después ó en el acto, da la casualidad de que con el agua de alimentación que entra en el generador se introduce mucho aire, y también por casualidad, se producen una ó más chispas eléctricas, lo que hace que la mezcla de hidrógeno y aire explote.

Como se vé, es una explosión llena de casualidades y esto indica cuán falsa es su explicación. En apoyo de nuestro juicio diremos que M. Fairbairn, autoridad en estos asuntos, considera como improbable la formación de esta mezcla detonante (1).

(1) Des machines à vapeur, par F. Jacquin, t.^o 2.^o, pág. 153.

VII.—Resumen de los medios preventivos que hay para evitar las explosiones de los generadores de vapor.

Impidamos ó quitemos las causas que motivan las explosiones, y habremos logrado, si no su total desaparición, á lo menos la mayor parte de estas catástrofes que llenan de espanto y de dolor á los pueblos. Siendo muchas estas causas agrupemos la colección de medios preventivos que existen para evitar las explosiones de los generadores de vapor. Veámoslas.

I. No debe instalarse ningún generador, que no esté bien construido y sea de buen sistema, tengan sus planchas el grueso reglamentario y hayan sido probadas á una presión hidráulica, para reconocer si hay escapes y resiste bien la presión algo mayor á la que debe sugetarse.

II. Los hornos, además de ser resistentes, deben tener buenas dimensiones y forma adecuada, á fin de que las planchas no queden al descubierto cuando el agua está en su nivel mínimo. Hay que cubrir la caldera, de manera que cuando el agua se halle en este nivel, la línea horizontal de contacto de la plancha con la bóveda del conducto de humo, esté aún diez centímetros más bajo que aquél.

III. Hay que examinar á menudo las planchas de los generadores ya instalados, á fin de reconocer su estado: si se hallan corroidos, será preciso recomponerlas si el deterioro es poco y local; pero si la corrosión es tal que infunda recelos, hay que dejarlos por inservibles.

IV. Para evitar esta corrosión es preciso: 1.º Que el agua que se emplee esté exenta de principios corrosivos, como son: grasas, ácidos, sales, etc.; por lo tanto no debe permitirse el uso del agua que sale del condensador de la máquina y la de los pozos que por su proximidad al mar sean sus aguas más ó menos saladas; 2.º que el combustible esté exento de azufre; 3.º no emplear desincrustantes que puedan atacar las planchas; 4.º evitar los escapes de agua ó vapor por entre las junturas, ya sea en las uniones de plancha con plancha, ó en la de éstas con

los cuerpos que están unidos al generador, como son: el domo, el agujero de limpia, aparatos de seguridad, tubos, llaves, etc.; 5.º evitar la acción de las humedades en los conductos de humo; 6.º evitar la formación de incrustaciones ó depósitos térreos en los generadores; lo que se consigue empleando buena agua y mejor aún agua depurada; es bueno recordar que es necesario limpiar bien las calderas una vez al mes, ó más aún si el agua es mala ó el sistema del generador lo exige; 7.º Para que los fabricantes puedan verificar bien esta limpia, deben tener una caldera de recambio, á fin de que pueda haber siempre una sin trabajar; 8.º tener mucho cuidado en no dejarse olvidado dentro del generador objeto alguno, para que no se queme la plancha en el punto que impide el contacto del agua, ó en los tubulares impida la corriente en algún tubo; 9.º evitar los golpes de fuego y que se introduzca una corriente de aire demasiado intensa en el hogar á fin de que no perjudique á la plancha; 10.º no vaciar la caldera estando á presión, y solo se dará salida al agua cuando la caldera y mampostería que la rodea se haya enfriado, pues de lo contrario pueden resentirse las planchas; 11.º no alimentar el generador cuando quede casi sin agua, aunque no esté enrojecido, pues el cambio brusco de temperatura que esto ocasiona, altera la resistencia del generador en las puntas de acción de las planchas; 12.º si el generador debe estar sin funcionar durante algún tiempo y no es posible variarle y hacerle secar bien, mézclase á esta agua 4 kilos de carbonato de sosa por cada mil litros de agua ó sea por un metro cúbico de agua.

V. Los generadores de vapor no deben hacerse funcionar á mayor presión de vapor de la que se ha fijado en el último reconocimiento oficial: el uso continuo de grandes presiones pueden debilitar la plancha y se introduce una concausa de explosión. Hay que tener muy presente que un escape cualquiera de agua siendo considerable, puede producir agua recalentada, y los efectos de ésta son tanto mayores, cuanto mayor es la presión del vapor. De aquí el que, por economía y seguridad personal, se deben recomendar las máquinas á condensación, funcionando á mediana presión. El uso de buenos generadores tubulares disminuye, pero mucho, los riesgos de la explosión, y si ésta tiene lugar, sus efectos no son tan desastrosos.

Las válvulas de seguridad deben ensayarse por lo menos una vez al día para tener la certidumbre de que funcionan bien. Descuidar estas válvulas ó cargarlas demasiado, conduce á un desastre y nunca será bastante la atención que se ponga en éstos. El empleo de las válvulas Barbe pueden evitar varios siniestros, pues el efecto es rápido é inofensivo; quita el agua en vez del vapor.

Los manómetros, cuando están provistos de llaves, deberán ser ensayados muchas veces, cerrando la admisión del vapor y dejando que la aguja ó columna vuelva á cero. Es conveniente tener un manómetro registrador.

Los tapones fusibles de las calderas que los posean, deben examinarse cuando se limpia la caldera. Las dos caras del tapón fusible deben limpiarse y rascarse, tanto la cara del agua como la del fuego, pues sin esta precaución puede funcionar mal.

VI. Se evitarán las explosiones por falta de agua, obligando al personal encargado de los generadores de vapor, á que tengan el cuidado necesario para que la alimentación de la caldera sea racional, procurando no falte agua y así no quede al descubierto la plancha, pues de lo contrario podría enrojarse. Será preciso vigilar á menudo, á fin de cerciorarse de que funcionan bien los aparatos de alimentación, ya sea bomba, inyector ú otro cualquiera, y los aparatos indicadores de nivel. Tanto los aparatos alimentarios como los indicadores de nivel, deben estar duplicados, porque si uno de ellos no funciona, nos valdremos del otro.

Las llaves de descarga deben ser desmontadas cuando se limpia la caldera, para engrasarlas y examinarlas: hay que asegurarse de que el agua no se escape cuando estén cerradas.

Las válvulas de los aparatos de alimentación deben separarse y limpiarse, cuando se limpia la caldera.

VII. Debe tenerse presente, que nunca alimentaremos una caldera si al ir á verificarlo se vé que el nivel del agua ha bajado mucho, pero tanto, que deje al descubierto la plancha. En este caso es preciso para alimentar, quitar ó ahogar antes el fuego, dejar enfriar bastante la caldera y la mampostería que la rodea, hasta que la presión haya bajado completamente; así

se podrá dar agua. Obrando de esta manera, se evitará grandes producciones de vapor.

Después, poco á poco se vuelve á poner el generador en presión, teniendo presente que nunca debe encenderse el fuego antes que el agua haya aparecido en los indicadores de nivel, es decir, hasta tener suficiente agua y así las planchas no están al descubierto.

«Según M. Niel Mac-Dongall, ingeniero jefe que ha sido de la sociedad *Boiler Insurance and Steam Power Company* y ex-inspector del Consejo del Almirantazgo, hay que tener presente, que si el nivel del agua bajase demasiado, deberá quitarse inmediatamente todo el fuego del hogar; pero si el fuego estuviese muy cargado y el intrados de la bóveda del hogar aparece estar calentado al rojo, es preferible ahogar el fuego por medio de cenizas mojadas, de polvo húmedo, ó de cualquiera otra materia térrea que se halle á mano. Entonces podrán cerrarse los registros. Si la máquina estuviese en marcha ó si las bombas alimentarias suministrasen á la sazón agua á la caldera, no las pareis, dice M. Niel; en caso contrario no las pongais en movimiento y no trateis de hacer escapar el vapor antes de que los fuegos se payan apagado y las planchas, demasiado calientes, se hayan enfriado.

VIII. Los efectos del agua recalentada se evitan teniendo cuidado de que no se produzcan escapes de vapor considerables ó bruscos, ya sea por las aberturas del generador (válvulas, tubos de vapor, etc.), ó por los agujeros que se originan en la plancha debidos á la corrosión, ó por otra causa cualquiera.

IX. En la duda de poderse verificar una explosión cuando se quiera volver á poner en presión una caldera que ha funcionado, dando vapor por espacio de algún tiempo, y no se ha alimentado antes de parar la máquina (y por lo tanto el agua que contiene queda sin aire), será preciso, cuando deseemos volver á hacer funcionar el generador, alimentar bien antes la caldera. Así introducimos aire en la masa líquida por contenerla el agua que inyectamos.

X. Hay que ir con mucho cuidado en abrir los registros y acercar una luz á la puerta del horno que tenga fuego casi apagado por falta de aire, porque las mezclas detonantes se

producen á veces en ellos, y puede determinarse una explosión en el horno, y según como se verifique, puede complicarse produciéndose la del generador.

XI. Una de las cosas más indispensables, es la instrucción del que maneja y gobierna las calderas. Por esto hay que tener personal inteligente; escatimarles el sueldo ó solo atender á lo que piden de salario, es suicidarse. El fabricante debe mirar más lo que le ahorra un buen fagonista y los disgustos que puede evitarle.

El
las pri
más ca
que de
que oc
y sobr
que se
forma
constr
parte
núme
menta
das la
regist
conoc
Co
trozo
es de
taría
la cau
De
pués
rar la
marti
motri
es tar
propo
Cr
perm

SEGUNDA PARTE

I.—Primeras diligencias.

El ingeniero debiera ser llamado como el médico forense, en las primeras horas después de acaecido el siniestro; así se haría más cargo de los efectos de la explosión, y adquiriría los datos que después á veces es imposible recoger. La posición y sitio que ocupa el maquinista y el fogonista en el acto del siniestro, y sobre todo si les halla muertos ó heridos; la cantidad de agua que se proyecta; la situación de los pedazos de plancha que formaban el generador; las proyecciones de materiales de construcciones y manera como se ha derrumbado el edificio ó parte de él; la cantidad de fuego que se encuentra en el hogar; número de objetos quemados; el exámen de los aparatos de alimentación de la caldera, para ver si estaban abiertas ó cerradas las comunicaciones de ésta con aquellos; el exámen de los registros de la chimenea, etc., etc., dan mucha luz para los reconocimientos sucesivos.

Conviene averiguar y buscar con asiduidad si hay algún trozo de plancha del generador que esté muy corroída, pues si es de pequeñas dimensiones puede desaparecer, y entonces faltaría uno de los datos necesarios para determinar y comprender la causa origen de la explosión.

De lo dicho se desprende, cuan necesario es, momentos después de acaecido el siniestro, tomar inventario de todo, enumerar las planchas con pintura blanca al óleo ó con el punzón y martillo, sellar la caja de distribución de vapor de la máquina motriz y recoger los pesos de las válvulas de seguridad; así no es tan fácil que desaparezca estos objetos que tanta luz pueden proporcionar para esclarecer la verdad.

Creemos inútil decir, que debe hacerse constar en autos el permiso del Ayuntamiento para poder funcionar el generador

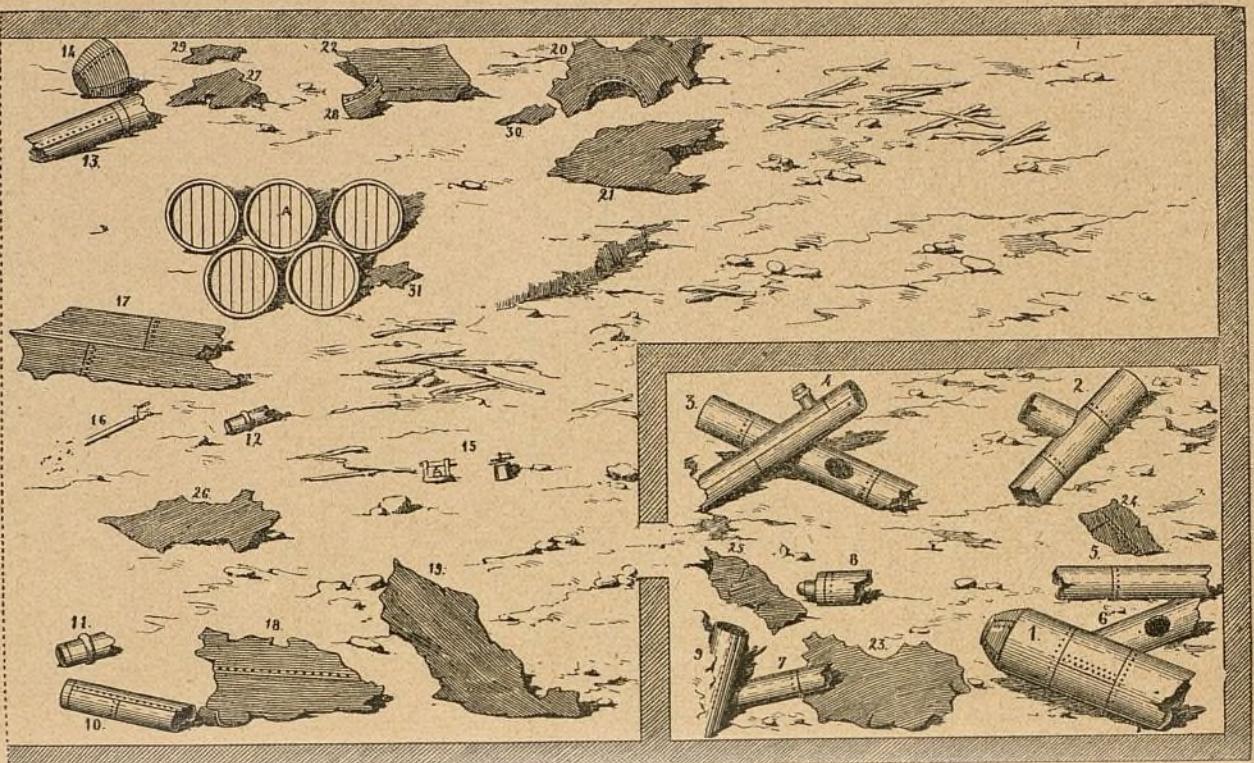


Fig. 69.—Croquis del sitio en que ha tenido lugar una explosión. Del 1 al 31 inclusive son trozos de caldera. A montón de pipas que hay en el patio.

de vapor, así como la presión que últimamente fijó el ingeniero municipal.

Es de suma utilidad, hacer un pequeño plano ó croquis, no á escala, del sitio en que ha tenido lugar la explosión, y de los sitios en que han caído los trozos de plancha, fijando en estos croquis los trozos de generadores con los mismos números que se han puesto en las planchas. Véase en la fig. 69 un croquis de esta clase.

Cuando el perito tiene máquina fotográfica será mejor sacar varias vistas como la figura 1.^a

Es preciso que el escribano tome declaraciones á todo el personal de la casa y á los que hayan podido presenciar el siniestro. El talento del Juez y del Actuario, le sugerirá todas aquellas preguntas que son necesarias para esclarecer la verdad del hecho; convendría que los ingenieros nombrados para dictaminar, no solo pudiesen examinar los autos, sino que el Tribunal hiciese las preguntas que éstos creyesen convenientes, á determinadas personas. Estas preguntas y correspondientes respuestas, constanding en autos, darían gran fuerza al dictámen pericial de los ingenieros.

Después que los ingenieros forenses han practicado estas primeras diligencias, deben reunirse en junta, si posible es en el mismo local del siniestro, para acordar la marcha ó plan que debe seguirse en los diferentes reconocimientos y trabajos que tienen que practicarse. Estos deben efectuarse como vamos á detallar en los siguientes artículos.

II.—Reconstitución del generador de vapor por medio de los trozos, al objeto de averiguar por dónde y cómo se rompió.

Para dibujar bien á escala los trozos del generador explotado, es preciso cuadriculado con yeso, tomando como punto de partida las líneas de roblones: de esta manera se podrán fijar bien sus irregularidades, así como las aberturas, agujeros ó apéndices que contengan. Si un trozo se compone de una plancha entera cogida á varios pedazos de otras, solo se cuadrícula-

rán estos últimos. En todos los casos, las líneas paralelas hechas con yeso y que forman la cuadrícula, pueden estar entre sí á 0^m,20. Todo esto se comprende bien y no hay necesidad que lo describamos.

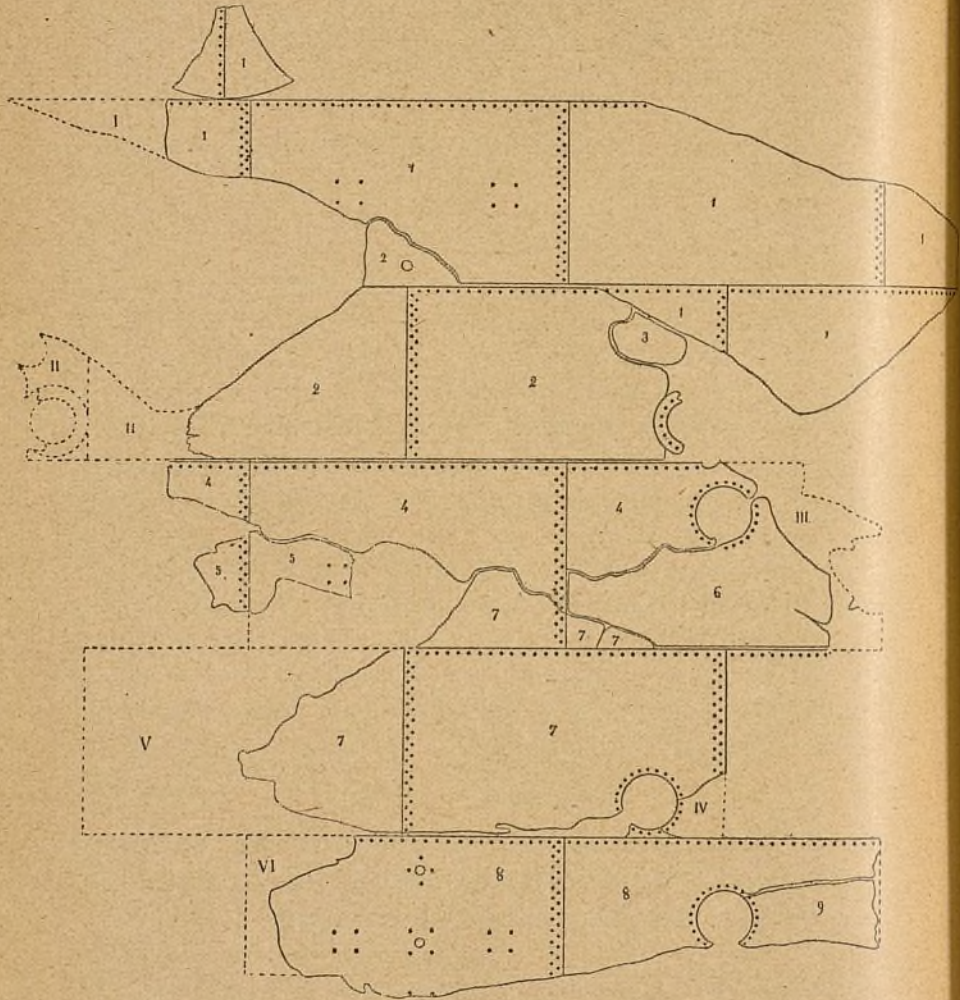


Fig. 70.—Reconstrucción de la parte de caldera de vapor de los Sres. Morell y Murillo que sufrió una explosión fulminante. Las planchas marcadas con líneas de punto en vez de línea plena, son trozos que faltan.

Para la reconstrucción del generador, en dibujo, hay que sacar en papel transparente, una copia de los dibujos de los

trozos que se han tomado del natural, y luego se recorta cada uno de ellos. Así se tiene los trozos aislados, que colocados debidamente y con *gran paciencia*, se llega á reconstruir el generador. Ayuda mucho en esta operación: las líneas de roblones

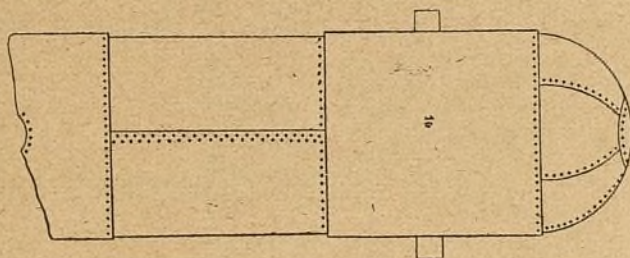
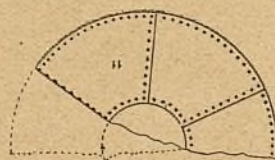


Fig. 71.—Trozo que queda entero de la explosión fulminante de la caldera de los Sres. Morell y Murillo.

ó costuras, que á veces son dobles en las uniones transversales de la caldera ó están más unidos; los agujeros que existen encima de la caldera para los tubos y aparatos; las aberturas de comunicación de la caldera con los hervidores; los fondos ó casquetes; las patas de fijación ó sustentación, si existen, etc.

Colocados y pegados á un papel los trozos de la caldera, ésta queda reconstituida; haciendo lo mismo con los trozos de cada hervidero en un papel aparte, se tendrá reconstituidos á éstos.



Figs. 72 y 73.—Trozos del casquete del mismo generador de las figs. 70 y 71.

Así dispuesto, será fácil dibujarlos en papel tela. Como se comprende, tanto la caldera como los hervideros salen como si se les hubiese abierto y aplanado, es decir, como se ve en las figuras 70 y 74.

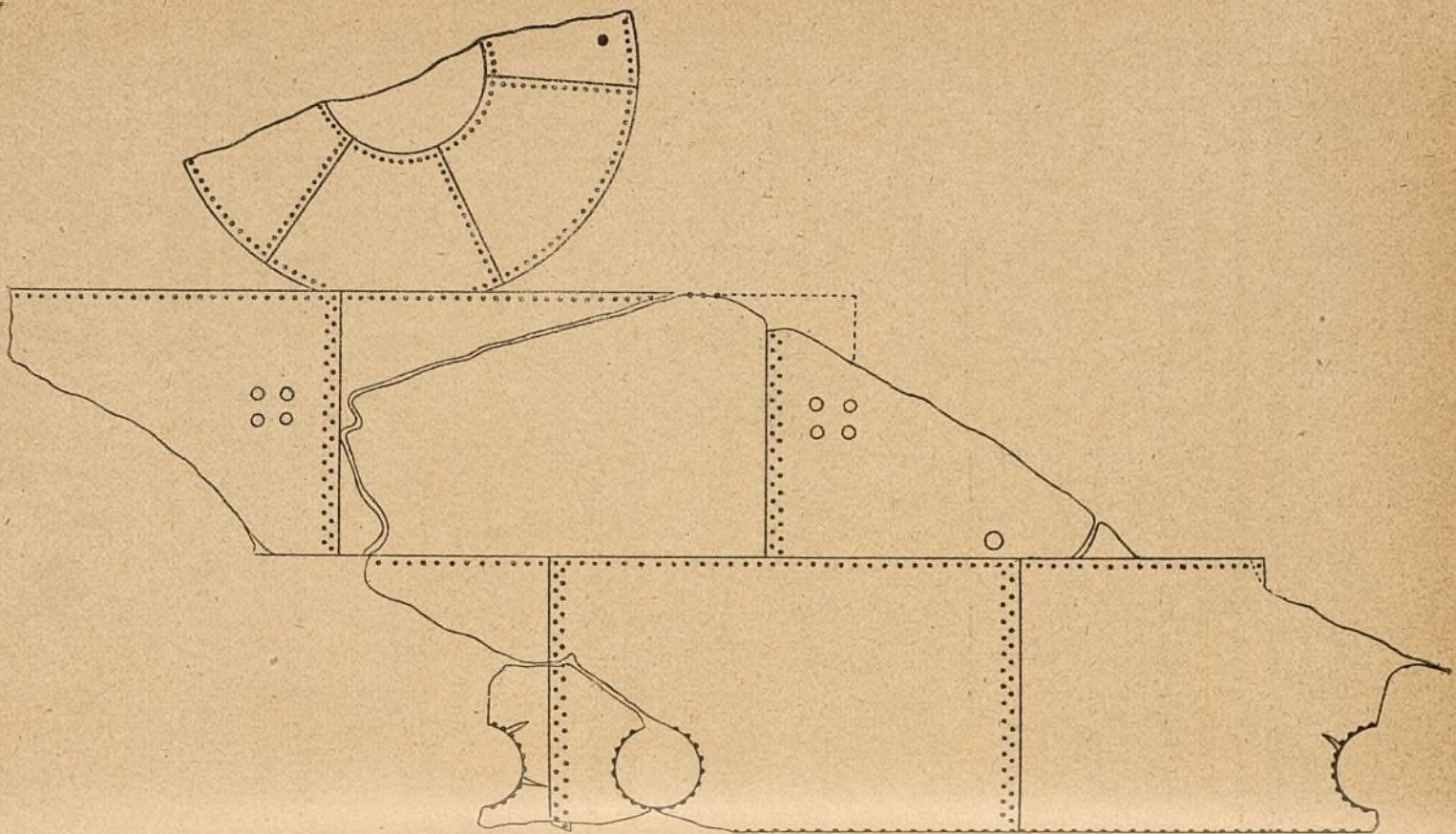


Fig. 74.—Trozo de un generador de vapor, de uno de los que explotaron en Barcelona hace pocos años.

III.—
m
ha
ch

Pa
hay q
movi/a

obras
à los
apara
prime
para l
funci
cular

IV.—
P
II

Op
dro, f
(1)
à dism

III.—Fuerza que debía desarrollar la máquina motriz que alimentaba el generador que ha explotado, para mover los aparatos, coches, buques, etc., á que estaba destinado.

Para saber la fuerza que debía mover la máquina de vapor, hay que tomar inventario de todos los aparatos y maquinas que movía al mismo tiempo. Después, por medio de los Carnets (1),

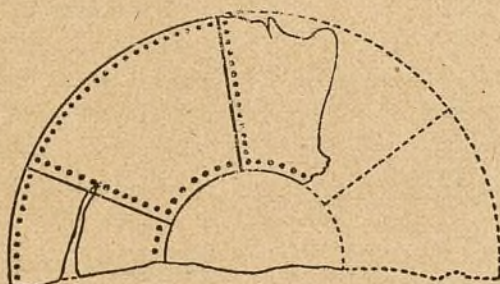


Fig. 75.—Trozo de casquete del generador de la fig. 74.

obras especiales, catálogos de casas constructoras, ó pidiéndolo á los constructores y fabricantes, se vé la fuerza que exige cada aparato ó máquina. Sumando todos estos valores más la de las primeras transmisiones, se tendrá la fuerza que es necesaria para poner en movimiento todos los aparatos y máquinas que funcionaban al mismo tiempo. No damos datos sobre el particular porque sería cosa muy larga y pesada.

IV.—Reconocimiento de la máquina de vapor, para calcular la fuerza que podrá desarrollar.

Ordinariamente no es posible sacar diagramas en el cilindro, á no ser que solo hubiese explotado uno de los varios ge-

(1) Hay que tener presente que es fácil que algunos constructores tiendan á disminuir la fuerza.

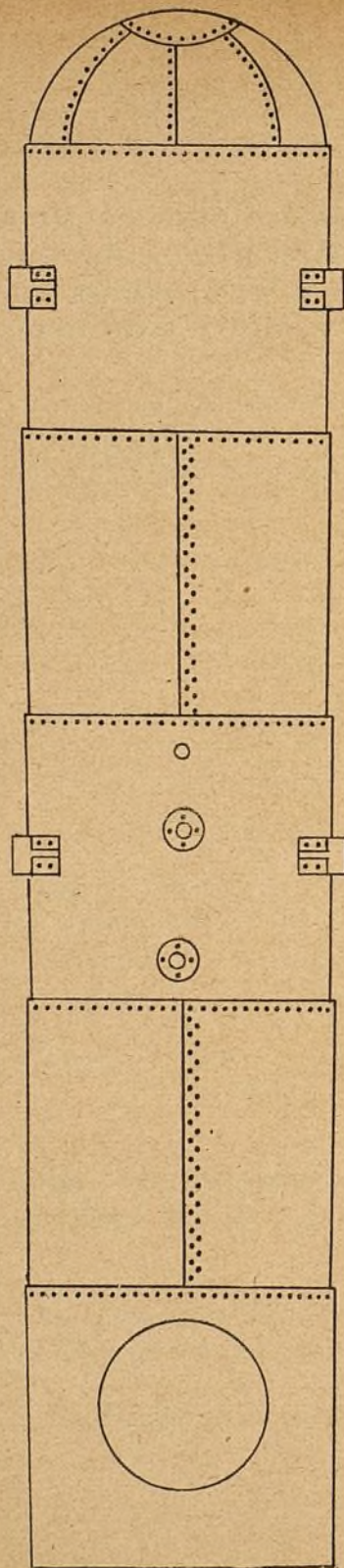


Fig. 76.—Trozo del generador complemento de la fig. 74 que quedó entero.

neradores de vapor que daban vapor á la máquina, bastando y pudiendo los que quedan, hacerla marchar. Asimismo, pocas veces podrá usarse el freno, porque además de lo dicho, con la explosión se deteriora á veces la máquina y se rompe el tubo de admisión de vapor.

Examinemos primero el caso muy común de no ser posible sacar diagramas ni aplicar el freno, y después nos ocuparemos del caso raro en que esto sea posible.

No es posible sacar diagramas.

Para determinar la fuerza máxima que podrá desarrollar la máquina en las condiciones legales, hay que fijar antes la presión inicial máxima del vapor en el cilindro, teniendo en cuenta la máxima que permita en la caldera el ingeniero inspector del Gobierno, Ayuntamiento, etc.; y después, el número de revoluciones por minuto que debía dar el volante en buena marcha de fabricación.

La presión máxima inicial á que legalmente puede tener el vapor en el cilindro

de lo máquina, al principiar actuar sobre el pistón, se obtiene multiplicando por un coeficiente, la presión máxima que según las Ordenanzas municipales, podrá tener el vapor en la caldera, si es que ya no la había fijado el ingeniero municipal. Este coeficiente no solo varía con la longitud del tubo que conduce el vapor de la caldera á la máquina, sino que también depende de estar más ó menos abrigado este tubo; de la relación que existe entre la superficie de irradiación de este tubo y la cantidad de vapor que pasa por él; de la presión que tiene este vapor; de la temperatura del lugar; del sistema de la máquina, de su fuerza, etc., etc. Como se vé es un coeficiente difícil de determinar, y que el criterio del ingeniero en vista de todos estos datos y de los que se pueda recoger de la casa constructora, debe fijar. No obstante, diremos, que Uhland dice variar la presión absoluta del vapor en la caldera entre 101 y 125, siendo 100 la del vapor que principia á accionar sobre el pistón; ó lo que es lo mismo suponiendo 100 el vapor en la caldera, en el cilindro varía de 80 á 99.

El número de revoluciones por minuto que debe darse al volante, es decir, que daba en marcha normal, se determina conociendo primero, el número de revoluciones que debe dar la polea de los aparatos (telares, sierras, etc.,) para verificar un buen trabajo, dato que se adquirirá en fábricas que teniendo máquinas iguales obtengan productos de la misma clase. Después midiendo los diámetros de las poleas y contando los dientes de los engranajes, que forman las transmisiones que ponen en comunicación la rueda dentada ó polea del eje motor de la máquina de vapor con el aparato telar, sierra, etc., sabremos por medio de sencillas reglas de proporción la velocidad ó número de revoluciones por minuto de la primera rueda dentada ó polea motriz, y por lo tanto, las del volante.

En las máquinas ó aparatos cuya polea dá relativamente pocas revoluciones por minuto, y que escogerá el ingeniero forense, bastará pegar en la llanta un papel blanco, y contar hasta 100, las veces que el papel pasa por el mismo sitio, ó sea el número de revoluciones. Con un segundero, provisto de resorte para poder parar la aguja ó ponerla en marcha, á voluntad del operador, se cuenta el número de segundos que se tarda para

contar 100 revoluciones de la polea. El cociente que resulta de partir 100×60 , por el número de segundos que indica el segundero, es el número de revoluciones que da la polea por segundo. Para no tener que restar, si el segundero lo permite, tocando un resorte, se pone la aguja al cero.

Cuando la polea vá á gran número de revoluciones podemos emplear los tan conocidos cuenta revoluciones, los cuales aplicándolos con fuerza sobre el centro del extremo del árbol de la polea, y que es el punto ó pequeño hoyo que queda después de torncarlo, gira el árbol del aparato de la misma manera que el árbol de la polea. Por medio de los engranajes del aparato se mueve una aguja del mismo que marca en su cuadrante el número de revoluciones que ha dado durante los 4, 5 ó más minutos que dura la experiencia. Partiendo este número de revoluciones por los minutos que se han necesitado, se obtiene el número de revoluciones por minuto que da la polea del telar, carda-ú otra máquina que examinamos.

El aparato Schaeffer y Budenberg, fig. 77 dá directamente el

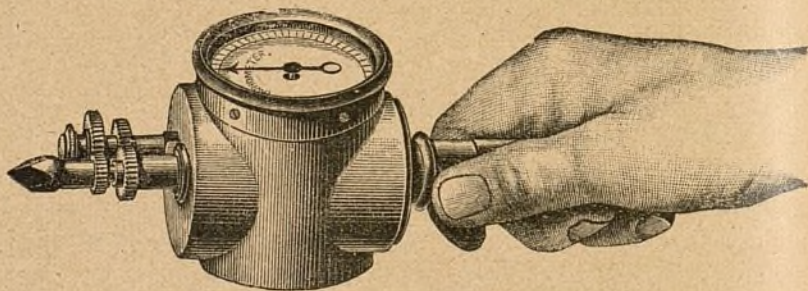


Fig. 76.—Cuenta revoluciones Schaeffer y Budenberg (1).

número de revoluciones por minuto sin necesidad de contar el tiempo. Si bien esto es muy cómodo, no es aparato tan práctico como el anterior.

Con los datos presión máxima inicial del vapor en el cilindro, y el número de revoluciones que daba el volante de la máquina de vapor, fácil será hallar aproximadamente la fuerza máxima que podrá desarrollar la máquina de vapor, empleando las fórmulas que vamos á exponer para los principales sistemas:

(1) Indus, é I. 1891-2-21.

Máquinas de vapor ya sean ó no fijas, en las que la expansión del vapor se verifica en un solo cilindro.

He aquí varias fórmulas para determinar esta fuerza, pareciéndonos que la presentada por Colombo es la más racional.

FÓRMULA SEGÚN ORTOLAN.—La siguiente la trae en su carnet M. Ortolan (1).

$$F = AD^2CN (P - P') 3'49$$

en donde

F—es la fuerza efectiva sobre los pistones en caballos de 75 k.

A—número de cilindros iguales.

D—Diámetro interior en metros del cilindro ó común de los cilindros si hay dos.

C—Carrera de los pistones en metros.

N—Número de revoluciones del volante por minuto.

P—Presión absoluta media sobre los pistones en kg. por centímetro cuadrado.

P'—Contra presión media en kilos por centímetro cuadrado sobre los pistones.

FÓRMULA QUE DÁ COLOMBO.—Ésta es la siguiente:

$$Ne = k (0'000444 nOS (k_1 p_1 - k_0 p_0))$$

Ne—es la fuerza efectiva de la máquina de vapor.

k—el efecto útil de la máquina de vapor que Dolombo dice ser:

Para N = caballo	10	20	30	50	80	120	160	200	250 y más
Máquina á condensación. . . .	—	0'66	0'70	0'75	0'79	0'82	0'84	0'85	0'86
Máquina sin condensación. . . .	0'70	0'74	0'77	0'81	0'84	0'85			

(1) Edición de 1878, pág. 416. Esta es la siguiente simplificada:

$$J = \frac{A \times 3'1416 \times D^2 \times 10000 \times 2 CN (P - P')}{4 \times 60 \times 75}$$

m —es el número de revoluciones del volante por minuto.

O —área del pistón en metros cuadrados, menos la sección del vástago del mismo pistón, que siendo solo por una cara el término medio, será la mitad.

S —carrera del pistón en metros.

p_1 —es igual á 0'90 la presión absoluta del vapor en la caldera, en kilos por metro cuadrado; es decir

$$p_1 = 0'90 \times 10330 (n_e + 1) \dots n_e = \text{presión efectiva.}$$

$$p_0 \dots \text{contra presión} = \begin{cases} 2000 \text{ kg. por metro cuadrado para máquinas á condensación.} \\ 11500 \text{ kg. por metro cuadrado para máquinas sin condensación.} \end{cases}$$

El valor K_1 se halla acudiendo á este cuadro (1).

$m = 0'05$				$m = 0'025$			
E	K_1	E	K_1	E	K_1	E	K_1
1/10	0'3919	1/3	0'7196	1/10	0'3630	1/3	0'7095
1/9	0'4131	2/5	0'7813	1/9	0'3857	2/5	0'7742
1/8	0'4386	1/2	0'8556	1/8	0'4130	1/2	0'8523
1/7	0'4697	3/5	0'9117	1/7	0'4468	3/5	0'9092
1/6	0'5086	2/3	0'9404	1/6	0'4880	2/3	0'9390
1/5	0'5588	3/4	0'9675	1/5	0'5411	3/4	0'9666
1/4	0'6258	4/5	0'9796	1/4	0'6118	4/5	0'9790
3/10	0'6845	9/10	0'9951	3/10	0'6733	9/10	0'9948

(1) Este valor se halla por medio de la fórmula

$$K_1 = E + (E + m) \log \cdot \text{ip.} \frac{1 + m}{E + m}.$$

El valor de K_0 se se halla acudiendo á este cuadro (1).

$m = 0.05$				$m = 0.025$			
E_1	K_0	E_1	K_0	E_1	K_1	E_1	K_0
0.5	1.82	0.8	1.20	0.5	2.09	0.8	1.30
0.6	1.59	0.9	1.06	0.6	1.80	0.9	1.10
0.7	1.38	1.0	1.00	0.7	1.53	1.0	1.00

En estos cuadros:

$E = \frac{S_1}{S}$ = grado nominal de admisión (grado efectivo = $\frac{E+m}{1+m}$).

$E_1 = \frac{S_e}{S}$ relación de la compresión, relación entre la carrera

S_e recorrida al retroceder hasta el momento que principia la compresión y la carrera total.

m — es el espacio nocivo (en fracción de OS). Su valor medio 0.05 para máquinas con distribución de largo conducto y 0.025 para máquinas con distribución dividida ó bien con cuatro órganos de distribución (válvulas, llaves, planas, etcétera).

FÓRMULA QUE DA UHLAND.—Es la siguiente:

$$Ne = \frac{nOz}{30} \times \frac{hm}{75}$$

en donde

Ne = Potencia en caballos vapor indicados en el cilindro.

O = Sección del cilindro en centímetros cuadrados.

n — número de revoluciones por minuto del volante.

T = carrera del pistón del cilindro de vapor.

(1) Este valor se halla empleando la fórmula

$$K_0 = E_1 + (1 + m - E_1) \log_{ip} \frac{1 + m - E}{m}.$$

$hm = kh - h'$, en donde:

h = presión absoluta del vapor contado á partir del vacío en kilos por centímetro cuadrado.

h' = contrapresión accionando sobre el pistón en kilos por centímetro cuadrado.

$k = e + (e + m) \log. \text{ nat. } \frac{1+m}{e+m}$, siendo

e = la relación de la expansión, es decir $e = \frac{z_0}{z}$, en donde

z_0 = fracción del pistón durante la admisión del vapor en el cilindro.

z = carrera total del pistón.

m = á un coeficiente que según Uhland es 0'05 aproximadamente en las máquinas ordinarias; 0'015 á 0'025 en las máquinas Corlis; 0'03 en las máquinas Sulger; 0'066 á 0'8 en las máquinas Woolf entre el pequeño y gran cilindro.

Cuando se hace $m = 0'05$ Uhland da ya calculado el valor de k .

Si $e =$	K =	Si $e =$	K =	Si $e =$	K =	Si $e =$	K =
1/15	0'3230	1/8	0'4386	3/50	0'6845	2/3	0'0404
1/12	0'3585	1/7	0'4697	1/3	0'7196	7/10	0'9523
1/11	0'3739	1/6	0'5086	4/10	0'7812	3/4	0'9675
1/10	0'3919	1/5	0'5588	1/2	0'8556	8/10	0'9796
1/9	0'4131	1/4	0'6258	6/10	0'9117	9/10	0'9951

Para hallar la fuerza efectiva hay que multiplicar la potencia indicada hallada por el efecto útil de la máquina de vapor.

Las locomotoras se calculan lo mismo teniendo en cuenta el valor de la contrapresión, de lo que puede la presión del vapor de la caldera al cilindro y al efecto útil.

El Sr. D. Pablo Sans, ingeniero jefe que ha sido de tracción de los ferrocarriles de Zaragoza á Barcelona dice que la presión

máxima en atmósferas del vapor en el cilindro, es igual á la presión del vapor que marca el manómetro multiplicado por 0'66.

Dice el Sr. Sans en su obra «La locomotora en acción», página 104: «Mr. Gaudry después de enumerar detalladamente los experimentos practicados por varios ingenieros para hallar las resistencias pasivas de una locomotora, concluye manifestando que Mr. Poirée, por lo que toca á la relación entre el trabajo desarrollado dentro el cilindro y el efecto útil, encontró que en una locomotora de la cual se tomó directamente la presión del vapor *dentro los cilindros*, se verificaba en estos un trabajo total de 280 caballos con los cuales se ejercía un efecto útil de 150 caballos á la velocidad media de 40 kilómetros por hora, de lo cual se deduce que la relación antedicha es 0'57, es decir que el trabajo en la circunferencia de las ruedas motrices, según Mr. Poirée, sería igual al del cilindro multiplicado por 0'57. Luego si multiplicamos este coeficiente por el del vapor 0'66, resulta que en este caso el coeficiente de construcción sería 0'38.

»El mismo M. Gaudry manifiesta que por experimentos análogos á los de Poirée, hechos en locomotoras de mercancías de gran potencia ha llegado á alcanzar la relación que nos ocupa hasta 0'70 y luego sin apoyarse dicho autor contra su costumbre, en razón alguna, dice que cree poder adoptar para coeficientes de construcción:

0'60 para locomotoras que no pasen de 300 caballos.

0'65 para las que sean mayores de 300 caballos.

»Obsérvese que M. Gaudry da el nombre de *coeficiente de construcción*, un sentido diferente del que le da Mr. Morin, según hemos dicho antes, entiende por aquel nombre el *producto de los dos coeficientes de reducción*, á saber, el que indica la disminución de presión del vapor en el cilindro respecto la caldera, y el que marca la disminución de trabajo en la circunferencia de las ruedas respecto al del vapor dentro del cilindro; mientras que Mr. Gaudry dá el mismo nombre simplemente al segundo coeficiente de reducción.

»Resulta, pues, que en el sentido que le da Mr. Morin, el coeficiente de construcción según los experimentos hechos

por Mr. Gaudry y los coeficientes medios por el mismo adoptados, estaría comprendido entre los números: 0'46- 0'43 y 0'40, cada uno de los cuales es mucho menor que 0'56 adoptadas por el general Morin, es decir 0.85×0.66 .

»Al aplicar nosotros esos coeficientes al cálculo de la potencia de las locomotoras de la línea de Zaragoza á Barcelona, hemos encontrado que se correspondía perfectamente el coeficiente dado por Mr. Morin, con los resultados de la práctica en dicha línea dentro de los límites de una buena conservación del material. Así no hemos titubeado un momento en adoptar dicho coeficiente.»

FÓRMULA QUE DA CLAUDEL.—Esta es la siguiente:

$$0.0075 n = KVP \left(1 + 2.3026 \log. \frac{z}{z_0} - \frac{P'}{P} \times \frac{z}{z_0} \right)$$

que despejando n y sustituyendo el valor V y simplificado se tiene:

$$n = 105 K z_0 D^2 P \left(1 + 2.3026 \log. \frac{z}{z_0} - \frac{P'}{P} \times \frac{z}{z_0} \right).$$

En esta fórmula

K es el efecto útil de la máquina que ya hemos visto en la página 317.

z_0 = Carrera del pistón hasta que principia la expansión.

D = Diámetro interior del cilindro,

$\frac{z}{z_0}$ es el grado de expansión del vapor: z_0 es la carrera del pistón hasta que principia la expansión y z es la carrera total del pistón.

P = presión absoluta del vapor en el cilindro antes de la expansión.

P' = Contrapresión que ya hemos visto en la pág. 318.

FÓRMULA.—Según Volkers debe emplearse para las máquinas con expansión y condensación:

$$N_e = \frac{Ozn}{30} \times \frac{h_m - \left(\frac{2.788}{D} + 0.048 \frac{P}{D^2} \right) + 0.035 + 0.000021 H}{75 (1 + \delta)}$$

Máquinas con expansión y sin condensación:

$$N_e = \frac{Ozn}{30} \times \frac{h_m - \left(\frac{2.788}{D} + 0.048 \frac{P}{D^2} \right)}{75 (1 + \delta)}$$

Máquinas Corlis:

$$N_e = \frac{Ozn}{30} \times \frac{h_m - \left(\frac{2.788}{D} + 0.048 \frac{P}{D^2} + 0.030 + 0.000019 H \right)}{75 (1 + \delta)}$$

En estas fórmulas $h_m = Kh - h'$ y sustituyendo el valor de K se tiene $h_m = e + (e + m) \log. \text{ nat. } \frac{1 + m}{e + m} h - h'$. Para este valor, véase el cuadro y lo dicho en el caso anterior, página 318.

Las letras N_e , O , n y m , representan lo mismo que en la fórmula pág. 319; la δ es un coeficiente en el que se tiene en cuenta los frotamientos determinados por la experiencia, y que es igual á 0.13; P , peso del volante en kilos y H , altura en centímetros que sube el agua del pozo para la condensación por medio de la máquina; D , diámetro del cilindro en centímetros cuadrados, z , carrera del pistón en metros; e , relación de expansión $\frac{z_o}{z}$; h_m , presión media; h , presión absoluta del vapor á contar desde el vacío; h' , contrapresión; z_o , carrera durante la admisión.

Máquinas de vapor en la que la expansión del vapor se verifica sucesivamente en dos ó tres cilindros.

Hay dos caminos para llegar á saber la fuerza que puede desarrollar una máquina de vapor, en la que la expansión del vapor se verifica sucesivamente en dos ó más cilindros. El primero se reduce á calcular por separado la fuerza que se desarrolla en cada cilindro y luego sumar estos resultados. El segundo se busca directamente por medio de fórmulas.

Respecto al primer camino que puede seguirse, es casi inútil decir como se procede, se reduce á emplear las fórmulas citadas para cuando la expansión tiene lugar solo en un cilindro.

En el segundo hay que diferenciar el caso en que las carreras de los pistones son iguales ó nó.

FÓRMULA QUE DA CLAUDEL Y ORTOLAN PARA LAS MÁQUINAS WOOLF DE CARRERAS DE PISTÓN DESIGUAL.

$$0.0075 n = KVP \left(1 + 2.3026 \log. \frac{z}{z_0} - \frac{P'}{P} \times \frac{z}{z_0} \right)$$

despejando n se tiene:

$$n = \frac{KVP}{0.0075} \left(1 + 2.3026 \log. \frac{z}{z_0} - \frac{P'}{P} \times \frac{z}{z_0} \right).$$

n = Número efectivo de caballos.

V = Volúmen del vapor en metros cúbicos antes de la expansión por segundo, valor que si no se quiere calcular se encontrará en las tablas del formulario de Claudel, tomo 2.º, página 843 y siguientes.

P = Presión absoluta del vapor en el cilindro menor antes de la expansión en kilos por centímetro cuadrado, que es igual el de la caldera multiplicado por un coeficiente. Véase lo dicho en la pág. 318.

P' = Contrapresión en kilos por centímetro cuadrado.

z_0 = Volúmen del vapor en metros cúbicos en el cilindro menor antes de la expansión.

z = Volúmen del cilindro mayor en metros cúbicos.

$\frac{z}{z_0}$ = Expansión del vapor. Si por ejemplo el cilindro mayor es cinco veces el menor y en el pequeño entra el vapor en el cilindro menor sólo durante la mitad de la carrera del pistón, tendremos que $z:z_0$ es como 1 : 10, y por lo tanto, la expansión del vapor $\frac{z}{z_0} = 10$.

K = Efecto útil de la máquina que varía según la potencia que desarrolla. Véase para hallar su valor las páginas 840, 842 y tablas de la página 843 y siguientes del formulario de Claudel.

FÓRMULA QUE DA COLOMBO.—Esta es para una máquina de dos cilindros Woolf.

$$N_i = 0.000444 n S O (K_i p_i - p_o)$$

en donde

$$N_e = N_i \times c$$

N_e = Es la potencia efectiva de la máquina en caballos.

N_i = Es la potencia indicada.

c = Efecto útil de la máquina que se hace 0.70 para las de 25 caballos indicados; 0.75 para las de 50; 0.80 para las de 100; 0.85 para las de 200 y 0.87 para 500 y más potencia.

n = Número de revoluciones del volante por minuto.

S = Carrera del pistón mayor en metros.

O = Sección en metros cuadrados del cilindro mayor.

o = » » » » » » » menor.

$p = 10330 (n_e + 1)$ = presión absoluta de la caldera en kilos por metro cuadrado, en cuya ecuación n_e es la presión efectiva del vapor en la caldera en atmósferas.

$p = 0.90 \text{ á } 0.94 \times p$ = presión absoluta inicial en cilindro en kg. por metro cuadrado.

p_o = Contrapresión en kilos por metro cuadrado = 2000 kg.

K_i = Es una cantidad variable con la diferente expansión

Siendo la admisión:	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	3/10	1/3	2/5
El valor de K_i es:	0.290	0.309	0.330	0.355	0.385	0.421	0.465	0.522	0.597	0.661	0.700	0.767

FÓRMULA DE ORTOLAN.—En el Memorial de Mecánica, página 418, da otra fórmula para cuando las carreras de los pistones son iguales. Esta es:

$$F = K \frac{(0.785 D_o^3 + 0.785 D^3) \times C \times N \times (P - P') \times r}{0.2250}$$

que puesta en mejor forma es:

$$F = 3.5 K r C N (D_o^3 + D^3) (P - P')$$

en donde:

F = Fuerza efectiva en caballos vapor.

K efecto útil de la máquina;

D_o diámetro del gran cilindro;

D diámetro del cilindro pequeño;

- C carrera de los pistones;
 N número de revoluciones del volante;
 P presión absoluta en kilos por centímetro cuadrado en el pequeño cilindro;
 P' contrapresión en el cilindro grande en kilos por centímetro cuadrado;
 r relación que hay entre la presión media durante la carrera total de los pistones á la presión inicial ó en el cilindro menor ó sea durante el periodo de introducción ó $\frac{C}{c}$. Este número se halla en la tabla de Ortolan, pág. 411, en la quinta columna;
 c es la fracción de carrera del pistón durante la cual se verifica la introducción á pleno vapor;

FÓRMULA QUE DA ORTOLAN para una máquina marina en que la expansión se verifica en los tres cilindros, pero el vapor pasa directamente del admisor á los otros dos. Es, pues, el case anterior de dos cilindros y Ortolan da la siguiente fórmula para hallar la potencia en caballos indicados:

$$F = \frac{D^2 \times 2 (C - c' \times C) N \times (P_0 - P_0')}{0.28647}$$

en donde:

- D es el diámetro de los cilindros;
 c' fracción de la carrera C durante la duración de la expansión en el cilindro admisor;
 C carrera de los pistones;
 N número de revoluciones de la manivela por minuto;
 P₀ presión absoluta del vapor en la caldera en kilos por centímetro cuadrado;
 P₀' contrapresión media de cada uno de los otros dos cilindros por centímetro cuadrado.

Para comprobar los resultados que obtengamos, será muy conveniente ver si concuerdan con las tablas que traen algunos *carnets*.

G. J. DE GUILLÉN-GARCÍA.

(Se continuará.)



RESISTENCIA DE MATERIALES ⁽¹⁾

ESTUDIO SOBRE LOS ENSAYOS DE LOS HIERROS Y ACEROS

(Conferencia dada por M. E. Cornut en el Congreso de Mecánica aplicada)

(Continuación)

Fórmula de M. Marché.—M. Marché en su memoria ya citada, ha procurado establecer una fórmula dando á conocer el valor del alargamiento en función del diámetro de la barreta, de la longitud de la espiga y de la naturaleza del acero, definida por el alargamiento de la parte de la barreta que no está sometida ni á la estricción, ni á la perturbación de las barretas y que él ha llamado la zona media.

Más adelante se encontrará la definición de las diferentes zonas, de las cuales se ha preocupado M. Marché, y se comprenderán perfectamente las notaciones que siguen.

Si se llama:

- l_1 — La longitud primitiva de las zonas de fijación, Δ_1 el alargamiento medio producido en estas partes de la espiga ó barreta.
- l_2 — La longitud primitiva de la zona media, Δ_2 el alargamiento correspondiente.
- l_3 — La longitud de la zona de estrangulamiento, Δ_3 el alargamiento correspondiente.
- l — La longitud total de la barreta, Δ el alargamiento proporcional á la ruptura.

Se tiene:

$$l_1 \Delta_1 + l_2 \Delta_2 + l_3 \Delta_3 = l \Delta.$$

$$l_2 = l - l_1 - l_3$$

de donde:

$$l_1 \Delta_1 + l_3 \Delta_3 + l \Delta_2 - (l_1 + l_3) \Delta_2 = l \Delta$$

$$\Delta = \Delta_2 + \frac{l_1 \Delta_1 + l_3 \Delta_3 - (l_1 + l_3) \Delta_2}{l}.$$

(1) Véase la REVISTA correspondiente al mes de Enero.

Admitiendo M. Marché que l_1 y l_2 son proporcionales al diámetro primitivo d de la espiga, obtiene:

$$(1) \quad \Delta = \Delta_2 + m \frac{d}{l}.$$

En el ejemplo que hemos citado y que ha servido á M. Marché para esta fórmula, se tiene:

$$\Delta_2 = 18 \quad \text{y} \quad m = 47,5$$

y la ecuación resultará:

$$\Delta = 18 + 47,5 \frac{d}{l}.$$

Las hipótesis de M. Marché no son absolutamente exactas, y esta fórmula no es verdadera más que para la naturaleza de los aceros, que M. Marché ha estudiado; Δ_2 y m pueden tomar valores muy diferentes según se opere con aceros dulces duros ó dulces. M. Marché ha tenido, sin embargo, una idea ingeniosa introduciendo justamente en la fórmula un coeficiente Δ_2 que es una de las determinantes de las propiedades físicas del acero.

Ensayos de M. E. Cornut.—Según los datos que acabamos de indicar, se ve que los diferentes experimentadores han tenido que abandonar pronto la idea de encontrar para los hierros y aceros, una fórmula que ligue de un modo absoluto las longitudes de las barretas de prueba y los alargamientos totales de ruptura en los ensayos de tracción, ya sea el metal duro ó dulce, ó sea distinta la fábrica de donde procede.

Ciertos autores que han hecho un gran número de experimentos con productos de una misma fábrica, han dado fórmulas aproximadas que se aplican exclusivamente á estos metales, y no dejan de reconocer, que es necesario modificar las constantes de la fórmula para los metales que, aún procediendo de la misma fábrica, tengan cualidades físicas distintas.

Creo que estas fórmulas dejan de ser exactas en la práctica, cuando se trata de metales de la misma naturaleza, procedentes de una misma fabrica, pero en épocas distintas.

He hecho bastantes ensayos sobre este punto, con planchas

de acero dulce Martín para generadores, fabricados por la misma casa en épocas diferentes; las barras de prueba de las mismas dimensiones, se prepararon por el mismo constructor, y se rompieron con la misma máquina por el mismo personal.

Todas las planchas de acero satisfacían las condiciones de resistencia y de alargamiento impuestas por el pliego de condiciones.

Es evidente que si la relación que liga el alargamiento l á la ruptura, con la longitud L de la barreta de prueba era, como se ha propuesto, de la forma

$$l = a + \frac{b}{L}$$

siendo a y b constantes, esto equivaldría á decir que para dos valores de L , 200 milímetros y 100 milímetros por ejemplo, las diferencias de alargamientos p. % deberían ser constantes.

He aquí los resultados de nuestros ensayos:

PLANCHAS DE 10 m/m Y DE 11 m/m

	Número de barras de prueba rotas	Resistencia á la ruptura	Alargamiento % á la ruptura		Δ
			para 200 m/m	para 100 m/m	
Ensayo del 19 Abril 1890.	4	36 K	28,3	37,2	8,9
— 5 — —	6	37	30,2	36,5	6,3
— 18 Nov. 1889.	5	36,5	29,7	37,8	8,1
— 18 — —	7	36,7	29,8	38	8,2
— 18 — —	13	37	30,1	38	8,1
— 16 Octub. —	6	37,2	29,7	37,2	7,5
— 11 Septb. —	20	36,6	30,1	36,6	6,5
— 9 Agosto —	15	36,3	30,5	35,6	5,1
— 9 — —	5	36,7	30,3	38	7,7
— 9 Julio —	19	36,3	30,7	37,8	7,1
— 25 Junio —	13	37,3	30	36,2	6,2
— 18 Mayo —	8	37	30,7	38,3	7,6
— 14 — —	4	36,6	31	38,5	7,5
— 9 Febr.º —	2	36,6	31	36	5

PLANCHAS DE 14 m/m

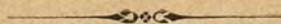
	Número de barras de prueba rotas	Resistencia á la ruptura	Alargamiento % á la ruptura		Δ
			para 200 m/m	para 100 m/m	
Ensayo del 12 Septb. 1889.	12	36,6	30,7	38,6	7,9
— 9 Agosto —	7	36,3	29,9	38	8,1

PLANCHAS DE 16 m/m

	Número de barras de prueba rotas	Resistencia á la ruptura	Alargamiento % á la ruptura		Δ
			en 200 m/m	en 100 m/m	
Ensayo del 19 Abril 1890.	3	36,4	28	38,3	10,3
— 5 — —	3	36,9	30,1	37	6,9
— 30 Octb. 1889.	7	37,2	32	40,1	8,1
— 18 Mayo —	4	37,6	30,4	38	7,6

Examinando las columnas 2 y 3 de estos cuadros, se observa la notable regularidad de la fabricación de estas planchas, cuyas entregas se han escalonado casi en 15 meses y sin embargo las diferencias de alargamiento distan mucho de ser constantes.

(Se continuará).



NOTICIAS

CONCURSOS.—*La Société Industrielle de Mulhouse* y la de *Amiens*, han remitido á esta Asociación los programas de los premios y cuestiones propuestas para los concursos anuales para el año 1894-95.

En la Secretaría de esta Asociación estarán expuestos para todos aquellos á quienes pueden interesar, no obstante que la primera de las dos Sociedades citadas, lo manda á toda persona que lo solicite á la Secretaría de la misma.

RAIL DE 18 METROS.—*El Engineering* dice que el *Norfolk and Western Rail-road* de los Estados Unidos, ha encontrado, después de varios ensayos, que el rail de 18 metros es de una colocación y entretenimiento más económico que los antiguos rails cortos. Aunque el precio de los largos es superior de 10 fr. por tonelada, á los rails de 9 metros, se ha reconocido que la economía que resulta de la supresión de la mitad de las placas de unión y el entretenimiento es bastante más elevado que el aumento de gastos. Por otra parte, los rails ensayados han soportado diferencias de temperatura comprendidas entre -15° y 110° Fahrenheit.

TUBERÍAS.—*El Engineering* ha dado á conocer un nuevo sistema para conducir agua y que alegrará á los que tienen bosques. La ciudad de Denver (Colorado) emplea estas cañerías; su primer ensayo se hizo en 1884, época en la cual hubo precisión de colocar una nueva canalización en los gramers, cantos rodados que forman la berge de Platte River al norte de la ciudad. Como la diferencia de nivel entre la toma de agua y la ciudad, es muy débil, era preciso emplear tubos de gran diámetro, los cuales hechos de metal hubieran costado mucho. M. C. P. Alleu, ingeniero en jefe del servicio de las aguas, tuvo la idea de emplear conductos de madera de 1^m,20 de diámetro contruidos como los toneles con las duelas unidas por medio de hilos de hierro. Los excelentes resultados dados por este sistema han conducido á emplear después conductos análogos á medida que se ha desarrollado la canalización y principalmente por una línea de 0^m,75 de diámetro y de 27 kilos de longitud establecida en 1889. Este último conducto ha sido construido para resistir una carga de agua de 56 metros; la madera empleada ha sido pino de Texas; las duelas tienen 32 milímetros de espesor sobre 3^m,60 de largo y están dispuestos de manera que las juntas transversales cabalgan de 0'60 á metro las unas sobre las otras. Los ensamblajes por testas de dos duelas sucesivas se hacen por medio de languettes metálicos. Los conductos se construyen en el mismo sitio que deben colocarse y cuestan á 6'85 francos el pié corriente, unos 33 francos el metro, colocación comprendida.

UN PUENTE DE ALGODÓN.—Hace unos cuantos meses los Sres. Ulrich y Wendler, de Zurickan, se vieron obligados á reemplazar la antigua caldera de su fábrica por otra que pesaba 28,000 kilogramos.

Cuando esta enorme masa llegó á la estación y fué preciso trasportarla á la fábrica, se cayó en la cuenta de que el puentecillo que daba acceso á aquélla no podía resistir con aquel peso. Entonces se pensó en construir una pasarela, cuyas pilas fueran balas de algodón, que, como es sabido, están fuertemente comprimidos con arcos de hierro.

Se puso estas balas unas sobre otras y se las sujetó con barras de hierro, colocando sobre ellas gruesos tablones de madera.

La operación se llevó á cabo con toda felicidad, y la caldera pudo trasportarse sin el menor inconveniente.

El coste total fué de 2,500 francos.

EL TELEBARÓMETRO.—Como la mayor parte de los Observatorios meteorológicos asientan sobre las cimas de montañas, no en todo tiempo accesibles, y cuya permanencia en ellas en la estación invernal es peligrosa, sobre todo para personas dedicadas al estudio y acostumbradas á relativas comodidades, se ha tratado el medio, con el auxilio de la electricidad, de que los respetables empleados de estos Observatorios puedan desde sus mismos gabinetes seguir el curso de los instrumentos en aquellos establecidos.

De aquí el origen del *telebarómetro*, inventado por M. Johnston Stephen. El sistema consiste en la intercalación de una serie de electrodos soldados al tubo de un barómetro, á intervalos de milímetros 2'5, y enlazados á bobinas de resistencia, de tal modo que la columna del mercurio, al descender, establezca sucesivamente las bobinas en corto circuito ó disminuya ó aumente la resistencia. Cada movimiento igual á milímetros 2'5, aumenta ó disminuye la resistencia de un ohm, y la resistencia de las series de bobinas se mide por un puente de Wheatstone al otro extremo de la línea; dicho se está que se debe tener en cuenta la resistencia de ésta. Medida la resistencia combinada de la línea y del barómetro, la diferencia representa la resistencia de las bobinas, y se obtiene así la altura de la columna del mercurio. El otro extremo de la línea en el Observatorio va á tierra ó al barómetro, como se desee, por medio de un conmutador relais polarizado, pues la lengüeta de éste verifica el cambio de contacto, según se emita por la línea una corriente positiva ó negativa. Suponiendo, pues, que la resistencia de la línea sea de 100 ohms, y la de ésta y de las bobinas 125, en este caso la resistencia del barómetro será de 25 ohms, que corresponde á 62'5 milímetros de la altura barométrica. M. Stephen se propone instalar también sus barómetros en las cúspides de sus montañas accesibles solamente para los habitantes del país, ya prácticos en las ascensiones, como los guías del monte Blanco, y enlazar aquellos instrumentos por medio de cables con el observatorio más próximo.

RADIFONO.—Las experiencias de M. Bell relativas á su fonógrafo le han conducido á combinar otro instrumento muy sencillo, el *radifono*, del cual ha dado su descripción el *Electrical World*.

El transmisor consiste en una lámina delgada de vidrio plateada formando membrana cibrante. Las rayas de una lámpara de arco colocada delante de este espejo, son reflejadas y alcanzan á una distancia considerable un espejo parabólico, en el foco principal del cual se encuentra un recipiente conteniendo corcho carbonizado. Las vibraciones del espejo hacen desviar el rayo reflejado y el haz cae más ó menos completamente sobre el vaso que contiene el carbón. Parece que uniendo este vaso al tubo auditivo, se oye los sonidos emitidos delante del transmisor, pero aun se ha logrado transmitir la articulación de la palabra.

NUEVA ALEACIÓN.—En los *Berichte der Deutschen chemischer gesellschaft* M. Poleck ha publicado una nota sobre una nueva aleación descubierta indirectamente por electrolisis.

La *neolframita* de Bohemia, sustancia rica en un metal raro, el tungsteno, habiéndose sometido á la electrolisis, ha dado una mata de una aleación de hierro y de tungsteno. Parece haberse abierto un nuevo camino para la producción del hierro tungstenado, del cual conocemos la gran dureza que presenta, asimismo que su notable fuerza magnética. Según Siemens, un iman en herradura de acero ordinario pesando un kilo, se le considera de buena calidad si sostiene siete veces su propio peso, pues bien, el iman construido con acero tungstenado puede sostener hasta veinte veces su peso.

BICICLETA DE MOTOR NEUMÁTICO.—MM. Hildebrand y Wollmuller, de Munich, son los inventores de una bicicleta de motor, y á juzgar por el prospecto, la nueva máquina debe ser perfecta ó casi perfecta.

El motor es de bencina. El aspecto del aparato no difiere en nada de los de pedal y se parece más bien á una bicicleta de señora.

Lo único que llama la atención al que la ve funcionar, es que el jinete lleva los pies quietos durante la marcha. El ruido que produce el motor es imperceptible y se pierde con el movimiento.

Así que se enciende la maquinilla, monta uno, y pone en marcha la bicicleta ayudándose con los pies en el suelo. Funciona en seguida el motor y se colocan los pies en unas estribas de descanso y se deja rodar lentamente sin el menor esfuerzo. Una escala graduada colocada en la palanca, convierte á ésta en regulador de velocidad, desde la mínima, que es el paso de hombre, hasta la máxima de 40 kilómetros por hora. Cuando se quiere parar no hay más que oprimir un boton de contacto, y entonces cesa de funcionar el motor, y con auxilio del freno y con los pies tocando en el suelo, desmonta el ciclista.

En todo sistema de locomoción hay accidentes que pueden ocurrir, y el nuevo invento no está exento de ellos, pero ofrece más seguridad la bicicleta de Hildebrand y Wollmuller, que las ordinarias de pedal.

La provisión de materia para que funcione el motor, y que el ciclista lleva consigo, es más que suficiente para un trayecto de 200 kilómetros. Cuesta dos pesetas, y en todas partes se encuentra, en donde haya droguería.

Además, si el invento se generaliza no habrá pueblo sin depósito especial de bencina para la nueva velocipedia.

MICROBIOS EN LOS TRENES.—El gobierno ruso ha tenido la feliz idea de ordenar que el comité de salubridad hiciera un detenido estudio acerca de los gérmenes microbiológicos que existen en el polvo de los vagones de los trenes. De este examen se obtuvieron resultados verdaderamente aterradores.

En los coches de primera clase se hicieron constar 16,000, en segunda 34,000 y en tercera 78,000 *por pulgada cuadrada*.

Un trabajo análogo hecho en Alemania el año último dió resultados idénticos, y es natural que en los ferro-carriles ingleses, españoles y franceses ocurra una cosa parecida.

El mal es, por decirlo así, internacional, y el remedio, según leemos en *Le Figaro*, ha de venir de Francia.

A los hombres de ciencia franceses, en efecto, se debe el descubrimiento, explicado hace pocos días por Emilio Gautier, que consiste en tapizar las paredes, los asientos y las divisiciones de los coches con telas antisépticas, donde los microbios no puedan ni posarse ni vivir.

CAÑÓN DE DINAMITA.—Un despacho de Nueva York dice que continúan en Sandy Hook, frente á la entrada de aquel puerto, los experimentos del cañón neumático de dinamita.

El cañón ha sido sometido á una serie de pruebas de descargas rápidas, llegando á hacer 10 en 15 minutos, cuando el contrato solo requiere 40 minutos para el mismo número de 10 disparos.

Las demás condiciones impuestas han sido cumplidas ámpliamente. La más importante era la de proyectar á 2.000 yardas una bomba cargada con 500 libras del poderoso explosivo; otra conteniendo 2.000 libras á 3.550 yardas, otra de 100 libras á 4.500 yardas, y 5.500 yardas.

INVENTO.—El abate Crispi, sacerdote de Milán, ha inventado el medio de dar al cartón-cuero la dureza del metal. Ayudado por un moldeador, ha construido un magnífico órgano con 1,400 tubos, el cual funciona en la iglesia de Santa Catalina de aquella ciudad. Obtenido el privilegio de invención, una casa alemana le ha ofrecido 50,000 francos, á lo cual se ha negado.

S.

LIBROS RECIBIDOS

COULEURS ET VERNIS por *G. Halpheu*, químico del Laboratorio del Ministerio de Comercio.—París, Librería de J. B. Baillière é Hijos, 19, Rue Haute feuille, 1 vol en 16, de 388 págs. con 29 figuras, encuadernado, francos 5.

Los progresos incesantes de la química así como las necesidades de la industria, han hecho hacer un gran número de colores, algunos de ellos del mejor tinte ó brillo. Por desgracia, si se han realizado grandes progresos en la preparación de los colores bajo este punto de vista, no se puede decir lo mismo cuando se examinan estos productos bajo el punto de vista de su solidez, es decir, de su fijeza, de su resistencia á los diversos agentes físicos y químicos á los cuales tan fácilmente están sometidos, por algún cuidado que se tenga en la conservación de los objetos sobre los cuales están aplicados.

Las causas, las encontramos facilmente en las exigencias comerciales que obligan al fabricante á entregar al mercado, productos hermosos teniendo el aspecto de una mercancía excepcional, y al precio más bajo posible.

Para indicar los procedimientos que deben emplearse para obtener productos irreprochables bajo todos aspectos, el presente libro ha sido escrito.

Este libro presenta pues el conjunto de conocimientos generales relativos á la fabricación de estos productos, tanto bajo el punto de vista técnico, que en sus relaciones con el arte, la industria y la higiene.

En este volumen, se encontrarán reunidos todos los datos que pueden guiar al artista ó artesano para la elección de las sustancias que quiere emplear y al fabricante, en las manipulaciones que requiere su preparación. Se ha seguido una marcha uniforme al tratar de cada color; la sinonimia, la composición química, la fabricación, las propiedades y los usos.

El autor ha podido recoger de los industriales un gran número de datos prácticos sobre los procedimientos más empleados en la fabricación de los colores y de los vernices, aumentando así la utilidad de este libro que recomendamos eficazmente á nuestros lectores.

FABRICACIÓN DE AZUCAR DE CAÑA tal como se practica con los aparatos más modernos en la Isla de Cuba por el ingeniero D. Juan Tatjer y Riqué.—Habana 1887. Donativo de nuestro apreciado compañero D. Ramón Rodríguez.

En su excelente obra el Sr. Tatjer hace su estudio completo sobre las diferentes fases por las cuales pasa la fabricación del azucar, desde la extracción del jugo de la caña hasta el envase de su fruto para destinarlo al mercado.

Los progresos más recientes realizados en esta importante industria con el auxilio de aparatos y procedimientos nuevos, están expuestos de un modo muy claro, al mismo tiempo que la descripción de estos, dando á la obra un valor eminentemente práctico y demostrando los extensos conocimientos que el autor posee en esta materia.

La obra está dividida en tres partes:

En la primera parte, después de hacer el estudio y análisis del jugo de caña, para el de las diferentes máquinas preparatorias como son de moler, desfibrar, etc.; enseña los medios para determinar la fuerza de

las máquinas y concluye con el estudio de los aparatos que se emplean en esta fabricación antes de los aparatos al vacío.

En la segunda parte, que trata de la fabricación propiamente dicha, estudia los aparatos al vacío más modernos, así como todos aquellos aparatos y máquinas auxiliares.

Finalmente, en la tercera parte se ocupa de los diversos aparatos que complementan un ingenio; de las calderas de vapor; los hornos de quemar bagazo verde y concluye exponiendo varios datos sobre instalaciones de fábricas de azúcar en la Isla de Cuba.

Completa el valor de esta obra, una serie de láminas originales según dibujos que el autor ha hecho directamente de los aparatos.

Felicitemos pues al Sr. Tatjer por su obra que se recomienda especialmente por su gran utilidad á los Sres. Hacendados de la Isla de Cuba, Administradores de Ingenio, Maestros de azúcar, Maquinistas y á cuantos de nuestros lectores se interesen por esta importante industria.

ARTE DE LA EXPLOTACIÓN DEL AGUA EN POZOS, FUENTES Y ALUMBRAMIENTOS.—Con este título se acaba de publicar una obra de utilidad y necesidad para los propietarios, agricultores, municipios, etc., escrita por el Ingeniero *D. Antonio Montenegro*, tan competente y reputado en aquella especialidad. En dicha obra se trata de la lluvia, su origen y efectos, riegos, saltos, algibes, etc.; del aprovechamiento de las aguas corrientes y torrenciales, y del de las aguas subterráneas por medio de pozos y norias; descubrimientos de manantiales; enriquecimiento de las fuentes, ríos y arroyos; purificación y aforo del agua, extensión regable, etc., etc., terminando con un plan general para dominar las aguas torrenciales, construcción de embalses, pantanos y presas rústicas, y repoblación de montes. La obra se halla ilustrada con 44 grabados, y se vende á 4 pesetas en Madrid. A provincias se remite franca de porte y certificada, enviando una libranza de 5 pesetas á la librería de Hijos de D. J. Cuesta, Carretas, 9, en Madrid.

DICCIONARIO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.—Está ya terminándose de publicar el importante *Diccionario de Electricidad*, del cual hemos dado ya varias noticias á medida que las entregas se publicaban. La casa Bailly-Bailliere é Hijos nos remite las entregas 56 á 60, y reconocemos es una obra indispensable para todo el mundo, pues contiene infinidad de datos sobre la electricidad.

MINUTES OF PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS.—Vol. CXVII.—London 1894.

MINISTERIO DE HACIENDA DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY.—Memoria presentada á la honorable asamblea, que comprende el ejercicio económico de 1892-93.—Montevideo 1894.

JOSÉ PLAYÁ.

Año 17.

Núm. 11

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; con
medalla de plata en la de Paris de 1889, y con mención honorífica
en la de Filadelfia de 1887

NOVIEMBRE, 1894

BARCELONA

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
RAMBLA DE SAN JOSÉ, NÚMERO 80, PISO 1.º

COMISIÓN DE REDACCIÓN

PARA EL AÑO ACADÉMICO DE 1893-94

Sr. D. Guillermo J. de Guillén-García.

„ „ José Playá y Suñé.

„ „ Emilio Riera y Calbetó.

„ „ Víctor Rossich y Barsé.

„ „ Joaquín Rios y Climent.

„ „ Alvaro Llatas y Agusti.

SUMARIO

Explosiones de generadores de vapor, por G. J. de Guillén-García
(continuación).

Crónica de la Asociación.

Noticias:

Nuevos ingenieros.

Premio.

De regreso.

La casa Planas Flaquer y C.^a

Un nuevo aparato hidráulico.

Cosas de Yankées.

¡Sujetar el Niágara!...

Libros recibidos.

LA

TALL

Máquinas o

buques de h



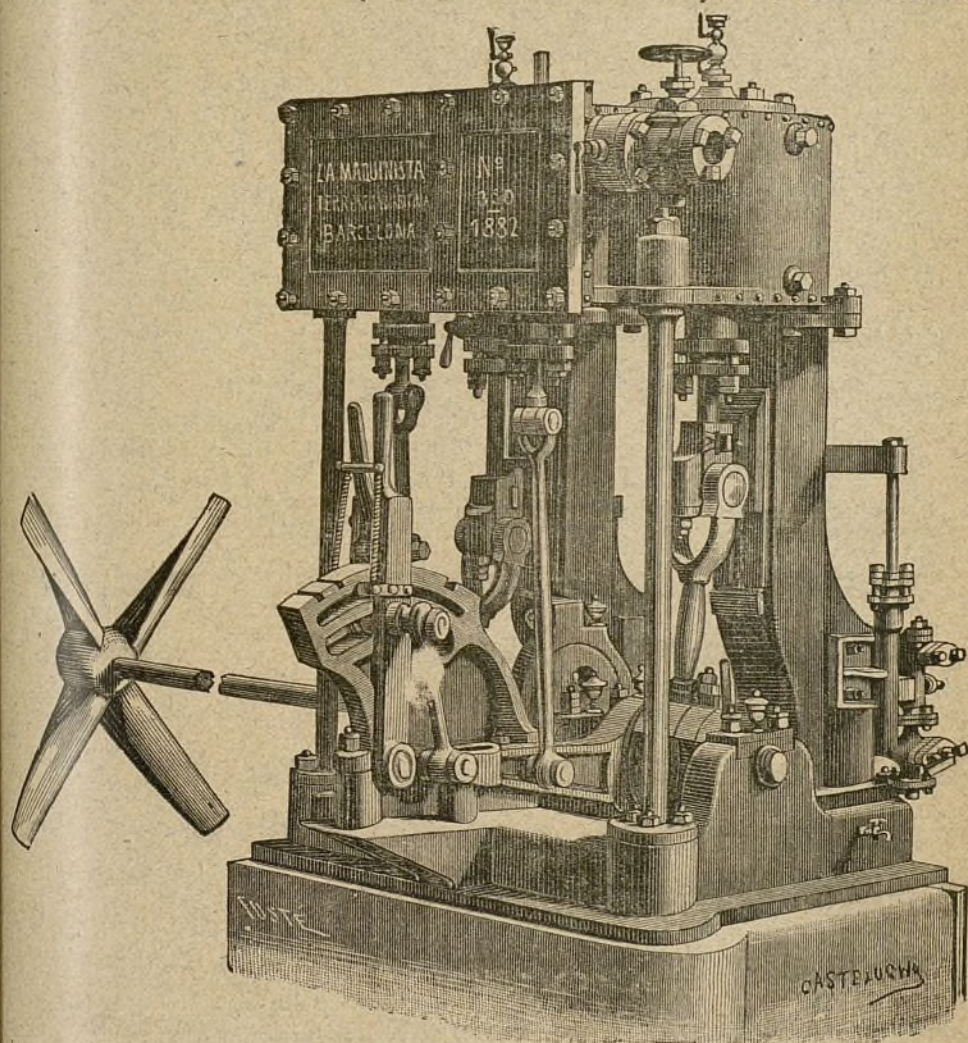
Loco
Puentes
de n

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARITIMA

BARCELONA

TALLERES DE CONSTRUCCIÓN. — BARCELONETA

Máquinas de vapor fijas, semifijas y portátiles. — Máquinas para extracción y desagüe de minas. — Máquinas para la marina. — Generadores de vapor. — buques de hierro y acero. — Trabajos de calderería. — Hierro forjado de todas dimensiones



Locomotoras y material fijo para ferro carriles. — Construcciones metálicas. — Puentes y armaduras. — Mercados públicos. — Motores hidráulicos. — Trasmisiones de movimiento. — Fundición de hierro y bronce. — Proyectos industriales.

ARSENAL CIVIL

DE BARCELONA

SOCIEDAD ANONIMA

OFICINAS: Plaza del Duque de Medinaceli, núm. 4, 1.º

Construcción de **Máquinas de vapor** de varios sistemas, y de todas fuerzas para pequeñas y grandes industrias.

Máquinas de vapor para la Marina.

Generadores de vapor de todos sistemas.

Locomotoras y Material para ferrocarriles y tranvías.

Construcciones metálicas, Puentes, Armaduras, Tinglados y toda clase de edificios metálicos.

Motores hidráulicos, Bombas.

Transmisiones de movimiento.

Construcciones navales y Reparaciones.

Plaza del Duque de Medinaceli, núm. 4, 1.º

BARCELONA

CORREAS de Cuero, de Pelo y de Algodón

MARCA DE FÁBRICA

DE

PRIVILEGIADAS

PREMIADAS

con

treinticinco



PREMIOS

por su

excelencia

GANDY

ROST Y JANUS

LAS MAS ANTIGUAS

LAS MEJORES

LAS MAS ECONOMICAS

MANCHESTER

AGENTE GENERAL - DEPOSITARIO EN ESPAÑA

E. SCHIERBECK - INGENIERO - CORTES, 280, 282
BARCELONA

Oficina técnica para el estudio y establecimiento de instalaciones industriales y suministro de material para las mismas. - **Especialidad en las eléctricas.**

Se desean agentes con buenas referencias en las poblaciones industriales.

EL ALUMINIO Nueva fase del metal Aluminio SUS ALEACIONES

escrito por D. G. J. de Guillén-García.

Este nuevo folleto, premiado junto con otros, con DIPLOMA DE HONOR, véndese en las librerías de Verdaguer, Rambla del Centro; Puig, Plaza Nueva; Subirana, Puertaferri; Casals, Pino 5; Bastinos, Pelayo; y Mayol, Fernando VII.

COLECCIÓN LEGISLATIVA

REFERENTE Á LOS

INGENIEROS INDUSTRIALES

Comprende todo lo legislado respecto á los Ingenieros Industriales desde la creación de la carrera; forma un tomo de 260 páginas encuadernado en rústica y se vende en esta Administración al precio de 3 pesetas ejemplar.

RAMBLA DE SAN JOSÉ, NÚMERO 30, PISO 1.º

CONSTRUCCIONES É INDUSTRIAS RURALES

por el ingeniero Industrial **D. José Bayer y Bosch**: consta esta obra de 2 tomos de unas 300 páginas cada uno con numerosos grabados; es muy útil á los propietarios rurales y á cuantas personas se dediquen á construir en el campo. De venta en las principales librerías y en esta administración al precio de 10 pesetas.

EL INDICADOR DE PRESIONES

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

D. JUAN A. MOLINAS

De reconocida utilidad para Ingenieros, Constructores de máquinas de vapor, Jefes de taller y Maquinistas.

Forma un esmerado volumen con grabados intercalados en el texto, y véndese en esta administración al precio de Pesetas 3'50.

EL HUESO EN LA INDUSTRIA

Y EN LA AGRICULTURA

POR **D. J. G. DE GUILLÉN GARCIA**

INGENIERO INDUSTRIAL

Esta interesante obrita está dividida en 20 capítulos, en los cuales se trata con la extensión requerida, del estudio del hueso, su composición é importancia y trata detenidamente las aplicaciones y productos que del mismo pueden extraerse.

Véndese al precio de 2 pesetas.

Para los pedidos dirigirse á las librerías de: Verdager, Puig, Subirana, Casals, Bastinos y Mayol.

CORREAS "REDDAWAY"

PARA TRANSMISIONES

Se fabrican de cualquier largo ó ancho sin juntura alguna

ESTAS **CORREAS** LLEVAN LA MARCA REGISTRADA **REDDAWAY**



Y SE GARANTIZA QUE SON LAS DE MAYOR RESISTENCIA Y DURACIÓN

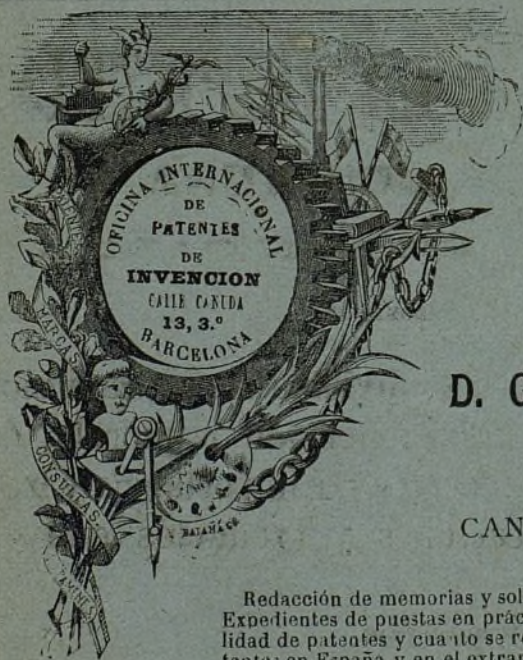
Las correa REDDAWAY transmiten mayor fuerza que las de cuero doble y son mucho más baratas.

Ni el calor, ni frío, ni vapor, ni humedad, ni los vapores químicos las afectan. Funcionan bien en horquillas y cruzadas.

REPRESENTANTE Y DEPOSITARIO EXCLUSIVO

G. SOLÀ ESCAYOLA - INGENIERO

CORTES, 313-315 — Almacenes de Maquinaria — BARCELONA



PATENTES DE INVENCION

MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

D. GERONIMO BOLIBAR

INGENIERO INDUSTRIAL

CANUDA, 13, 3.º, BARCELONA

Redacción de memorias y solicitudes. — Planos. — Pago de anualidades. Expedientes de puestas en práctica. — Consultas y dictámenes sobre nulidad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de patentes en España y en el extranjero.

BARCELONA. — Establecimiento tipográfico de Pedro Ortega, Aribau 13.