

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL.

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

BARCELONA.

PREMIADA CON MENCIÓN HONORÍFICA EN LA EXPOSICIÓN DE FILADELFIA DE 1876
Y CON MEDALLA DE ORO EN LA EXPOSICIÓN DE BOSTON DE 1883.

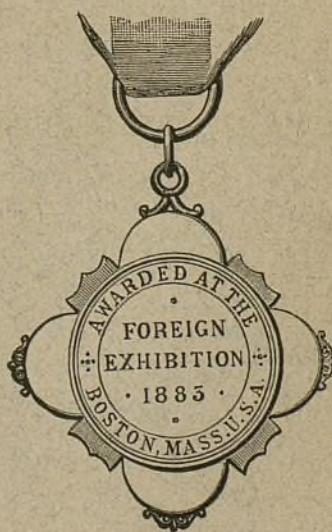


Año 8.

Noviembre 1885

N.º 11.

BARCELONA.



LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
CALLE DEL PINO, NÚMERO 5, PRAL.

PRECIOS CORRIENTES EN ESTA PLAZA EN 31 OCTUBRE 1885.

Drogas y productos químicos.

	100 ks. Pts. C.
Azufre de 1. ^a Sublimado (flor de).	23 50
» 1. ^a bella.	17 50
» 2. ^a »	16
» 3. ^a ventajosa.	13 75
Sal común en partidas de más de 1000 k.	2
» sosa de 80°.	28
» de Solvay.	21
Cristal de sosa.	14
Cloruro de cal (hipoclorito de).	35
Pirolinito de hierro.	12 50
» de alumina.	15
Sal saturno (acetato de plomo).	72
Nitrato de sosa (97°5 nitrato puro).	31
Litargirio.	50
Crémor tártaro.	310
Cromato rojo de potasa (bicromato).	100
Alumbre mazarrón.	20
» refinado (sin hierro).	21
Caparrós (sulfato de hierro).	8
Ciprés (sulfato de cobre).	70
Sal de estaño (cloruro de).	200
Acido muriático (clorhidrico).	15
» sulfúrico 66°.	10
» » 52°.	6
» nítrico 36°.	50
» » 40°.	59
» » 48°.	120
» oxálico.	135
» cítrico.	475
» tartárico.	450
Almidón inglés.	75
Fécula patatas.	48
Albúmina de huevos.	600
» de sangre.	1 75
Extracto de campeche sólido.	100 y 115
» de palo Brasil.	425
» graneta.	375
Aceite de anilina.	400
Alizarina roja.	550
» violada.	600
Añil.	1750
Sal de anilina (clorhidrato).	250
Sulfato de alumina.	18
Sal amoníaco.	125
Clorato de potasa.	175
Tierra creta.	5
» de pipa.	16
Cachú en panes.	75
» en cuadros.	155
Polvos de zinc.	70
Biborato sódico (borraj).	120
Acido bórico.	3 50
Silicato de sosa 35°.	15
Fósforo.	7
Prusiato amarillo.	250

Metales.

Plomo en panes.	29
Plancha y tubo.	34
Estaño.	260
Zinc.	62
Cobre.	160
Antimonio. Régulo.	150
Hierros redondos y cuadrados, de 25 á 27	
» planos.	de 26 á 29
Hierro planchas de n.º 1 á 5 de 33 á 40	
» » 5 á 12.	47
» » 12 á 20.	49
Flejes.	de 33 á 33 50
Vigas I hasta 180 m/m.	29
Id.	de 31 á 34
Carbon Cardiff.	3 75
» llama.	3 50
Tierras re-	Del país, á 8 rs. qq. de 41'60 k.
fractarias.	Inglesa, á 15 » de » »

Ladrillos refractarios, á 165 ptas. millar.
Cristales rayados para cubiertas y claraboyas,
1/4 pulgada inglesa de espesor, á 15 pesetas metro cuadrado.

Tejas planas de cristal. } Hasta 100, á 4 ptas. una.
 } Desde 100 en adelante, á 3'75 pesetas una.

pinamita, núm. 1. 21 rs. kilo.

» » 3. 13 rs. »

Cápsulas sencillas. 10 rs. ciento.

» dobles. 14 rs. »

» triples. 18 rs. »

Baldosas de cristal para pavimentos.
25 milímetros grueso.

Medidas corrientes. $\left\{ \begin{array}{l} 1'50 \times 1 \text{ m.} \\ 1'50 \times 0'50 \\ 1 \times 1 \\ 1 \times 0'50 \\ 0'50 \times 0'50 \end{array} \right\} \text{ á } 4'50 \text{ rs. k.}$

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 45 » »

» 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 cuerda De 13 á 20 » » á 44 » »

ro lona. De 21 á 30 » » á 45 » »

Las demás anchas como el de las dobles.

De 0 á 5 cent. ancho, á 34 rs. k.

Correas De 5 á 6 » » á 36'25 » »

senci- De 7 á 16 » » á 37'50 » »

llas. De 17 á 20 » » á 38 » »

De 21 á 30 » » á 39 » »

De 31 á 50 » » á 40 » »

Tiretas de becerro sin grasa, 1.^a á 30 rs. Kilo.

» » engrasadas, 1.^a á 28 » »

Tiratacos del lomo, 1.^a á 30 » »

» de pescuezos engras. 2.^a á 20 » »

Maderas en tablones

Tablones. Rusos de 14 pés y 3x9 pulg. á 66'25 pta. d.

Noruegos de 14 » » á 56'25 » »

Abeto de 15 » » á 57'50 » »

Calichs de 14 » » á 35. » »

Rusos de 14 pés y 4x9 pulg. á 1'50 rs. pl.

Melis de 14 » » á »(0'20m). Ptas.

Ladrillo. tochu de 0'06 grueso. Lleno ó hueco 45

comun de 0'045 grueso. Lleno. . . 30

» mediano. 27

» delgado y picholi. 24

Picholi tochu. 32

Rasilla (Rajola) común. 30

Baldosa delgada de 0'25 de lado. . . 40

» gruesa de 0'25 » » 70

Rasilla grande cortada. 37'50

» mediana. » » » 30

Baldosa cortada de 0'15 de lado. . . 22'50

Teja llana comun. Metro cuadrado á 1'75

» » vidriada. » » á 4'75

Baldosa de alfarero de 0'15 el millar á 37'50

de 0'210 de diámetro, metro lineal á 2

» de 0'170 de » » á 1'50

» de 0'135 de » » á 1'25

» de 0'120 de » » á 1

» de 0'100 de » » á 0'90

» de 0'085 de » » á 0'85

» de 0'050 de » » á 0'75

» de 0'040 de » » á 0'57

Sifones. uno. . . á 1'50

Caballote comun rosad, el metro. á 2'50

Baldosa blanca barnizada 1.^a clase. á 0'20

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL.

ÓRGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE BARCELONA.

Revista mensual de ciencias é industrias. Cada número se compone por lo menos de 32 páginas de texto y 8 de anuncios ilustrados con grabados intercalados y láminas sueltas. Se ocupa de los principales adelantos de todos los ramos de la física, de la mecánica, de la química y de las matemáticas; dá á conocer importantes trabajos industriales, aparatos, máquinas, etc.; publica interesantes artículos sobre asuntos de legislación y enseñanza industrial, especialmente en lo que se refiere á la profesión del ingeniero; inserta los extractos de las actas de las juntas generales celebradas por la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona y los discursos pronunciados en las sesiones de la misma, etc., etc., y sobre todo se fija en lo que tiene interés particular para este país.

PRECIO DE SUSCRICIÓN:

10 pesetas anuales en toda España y 12 en el extranjero.

Un número suelto 1 peseta.

SE ADMITEN ANUNCIOS.

Para los pedidos dirigirse á la Redacción de la Revista

Pino 5. pral.

ó á las principales librerías y centros de suscripción de esta ciudad.

21

J. ROMEU Y ESCOFET.

FÁBRICA DE PRODUCTOS CERÁMICOS.

Se fabrican tejas mecánicas comunes y barnizadas en todos colores, tejas-pizarras, azulejos, baldosines finos blancos, encarnados y negros de colores permanentes, tubos, canales y toda clase de objetos de alfarería.

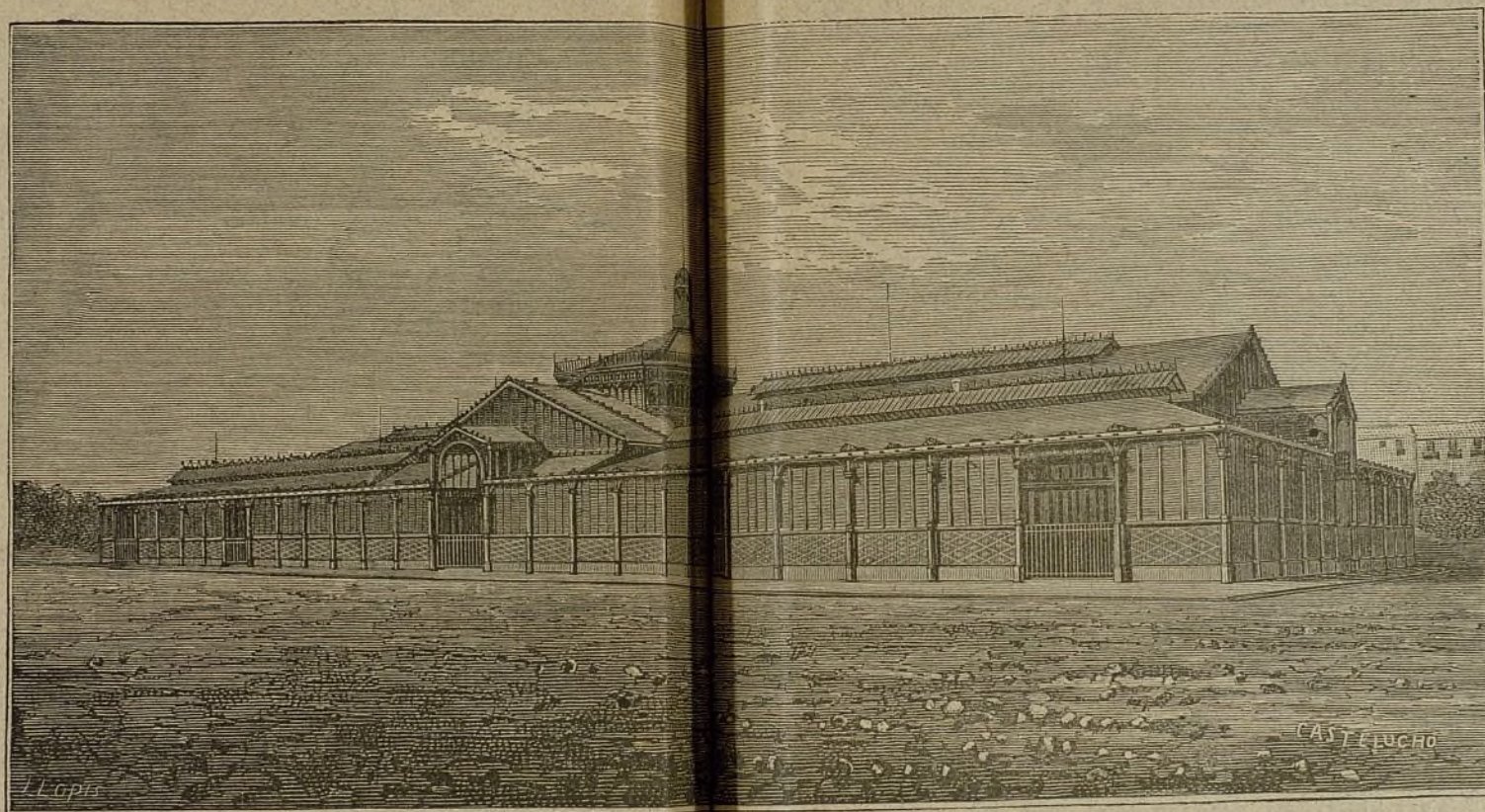
Los productos de esta fábrica son elaborados al vapor, con máquinas de nueva construcción y las tierras cuidadosamente escogidas y preparadas. Los barnices de calidad superior, son preparados en la misma fábrica y las cubiertas del mercado de San Antonio y Museo del Parque, construidas por esta Casa, son una muestra de la buena calidad de los barnices que salen de sus hornos. Se preparan cargamentos de tejas, baldosines y toda clase de obra de barro ordinario para Ultramar.

Calle de Pelayo, 44, bajos.—Barcelona.

32

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARÍTIMA.

BARCELONA.



MÁQUINAS DE VAPOR
FIJAS, SEMIFIJAS Y PORTATILES.

MÁQUINAS
PARA EXTRACCIÓN Y DESAGÜE DE MINAS.

MÁQUINAS PARA LA MARINA.

GENERADORES DE VAPOR.

TRABAJOS CALDERERÍA.

HIERRO FUNDIDO TODAS DIMENSIONES.

LOCOMOTORAS.

MATERIAL PARA FERRO-CARRILES.

CONSTRUCCIONES METÁLICAS.

PUENTES Y ARMADURAS

MERCADOS PÚBLICOS.

MOTORES HIDRÁULICOS.

TRANSMISIONES DE MOVIMIENTO.

FUNDICIÓN DE HIERRO Y BRONCE.

PROYECTOS INDUSTRIALES.

EL ARTE DEL TINTORERO

POR

D. JOSÉ VALLHONESTA Y VENDRELL

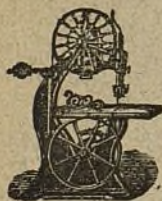
INGENIERO INDUSTRIAL

Obra útil á los que desean conocer los procedimientos para teñir el algodón, la lana y la seda con las materias colorantes antiguas y modernas.

Constará de 6 á 7 cuadernos de 96 páginas, con 50 grabados intercalados en el texto.

Los cuadernos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º se venden al precio de 2 pesetas cada uno, en Madrid, en la librería de la Viuda de Cuesta, calle de Carretas n.º 19, y en la de D. Carlos Bailly-Bailliere, plaza de santa Ana, n.º 10: y en Barcelona en la de D. A. Verdaguer, rambla del Centro, y en las principales del Reino.

HECKNER Y C.^a Braunschweig (Alemania)



Talleres de construcción para maquinaria para trabajar la madera de todas clases y de superiores condiciones.

Primeros premios en todas las exposiciones.

Dibujos y prospectos á la disposición de quien los pida.



Representante en España: GUILLERMO STRAESSLE, Paseo de Gracia, 80.—Barcelona.

4

FABRICACIÓN DE ALCOHOLES, VINOS, AGUARDIENTES, AZÚCAR Y OTRAS INDUSTRIAS ANÁLOGAS

Conferencias puramente prácticas para los que hayan de dedicarse á dichas industrias ó en alguna basada en sus productos secundarios, por D. José Bayer y Bosch.

Calle Mayor, 104, 2.º.—GRACIA.

MÁQUINAS AGRÍCOLAS, VINÍCOLAS É INDUSTRIALES.

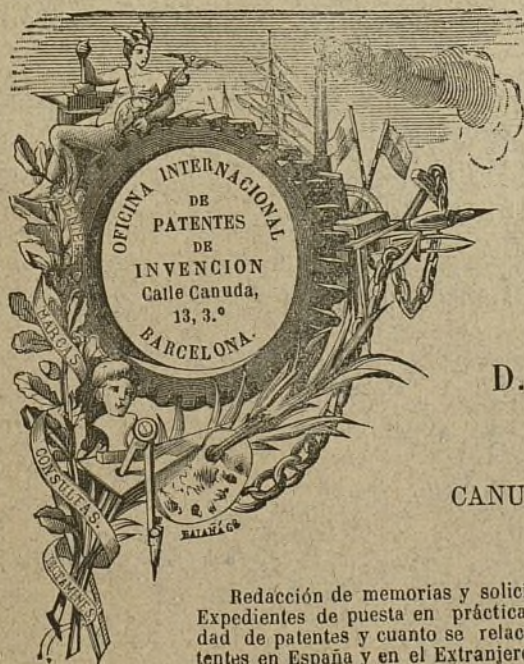
DIRECTOR MONSIEUR BUREAU, INGENIERO.

MORATONA, GENIS, BARCONS Y C.^a

Calle de la Princesa, número 55.

Máquinas de vapor de dos cilindros, sistema Waulf, con ó sin condensador.
Id. Sistema Compound, legítimas Corliss y otros tipos de alta y mediana presion.
Máquinas para vapores, remolcadores, etc.
Nuevo motor de gas, sistema Ravel, de la Compañía Francesa de París.
Este nuevo motor vertical, que marcha sin ruido, es el más económico, menos voluminoso, y el más barato de todos los motores de gas conocidos.
Instalación general de molinos de vapor é hidráulicos para trigo, cemento, yeso, azú-
re, etc., así como fábricas de azúcar, aserraderos, etc., etc.
Bombas de vapor de todas fuerzas para alimentación de calderas, abastecimiento de
fábricas, grandes poblaciones y riegos.
Bombas centrifugas, sistema Aversenq garantizando un rendimiento de 65 %.
Bombas de mano sistema Fafeur Frères.
Filtros y toda clase de efectos y accesorios necesarios á los comerciantes de vinos.
Calderas de vapor de todos sistemas y accesorios completos de calderas y máquinas.
Venta de engrasadores, Giffards, manómetros, etc., etc., toda clase de tubos de hie-
rro, bronce, laton, goma y lona.

21



PATENTES DE INVENCION

Y

MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

D. GERÓNIMO BOLIBAR.

INGENIERO INDUSTRIAL.

CANUDA, 13, 3.º, BARCELONA.

Redacción de memorias y solicitudes.— Planos.— Pago de anualidades.
Expedientes de puesta en práctica.— Consultas y dictámenes sobre nuli-
dad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de pa-
tentes en España y en el Extranjero.

48

MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

ÁCIDO SULFÚRICO, NÍTRICO, CLORHÍDRICO SULFATO, NITROSULFATO.
NITRATO DE HIERRO Y SULFATO DE SOSA,

DE BOADA Y BUIGAS.

DESPACHO: Plaza del antiguo Borne, 14, bajos.

A

SOCIEDAD MATERIAL

PARA FERRO-CARRILES Y CONSTRUCCIONES

Vigas de hierro laminado y armadas, hierros de todas clases, carriles y sus accesorios, puentes, tinglados y demás construcciones relacionadas con la metalúrgia.

Coches y wagones para ferro-carriles y para tran-vías.

Despacho, calle Ancha, número 2.

BARCELONA.

20

INDUSTRIA É INVENCIONES.

REVISTA SEMANAL ILUSTRADA

de Ciencias, Artes, Legislación y Comercio en sus relaciones con la Industria y la Agricultura.

DIRECTOR: D. GERÓNIMO BOLIBAR,

INGENIERO INDUSTRIAL.

Publica descripciones de las patentes más notables que se conceden en España y en el extranjero, y una relación de todas las patentes y marcas solicitadas, concedidas y caducadas en España.

PRECIOS DE SUSCRICIÓN { España un año. 18 pesetas.
Extranjero. 25 " }

REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: Canuda, 13, 3.º—BARCELONA.

8

ESTATUTOS DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS.

ART. 47 La Asociación no es responsable de los actos ni solidaria de las oposiciones particulares de cada uno de sus miembros, ni aún de las insertas en las publicaciones de la Asociación.

ADVERTENCIAS.

1.ª La Asociación suplica á los Autores de obras y Directores de periódicos que copien de esta Revista, se sirvan indicar la procedencia.

2.ª Insértense ó nó, no se devuelven los originales.

Barcelona.—Establecimiento tipográfico de José Miret, Calle de Cortés, núm. 289 y 291.

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

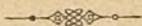
PUBLICADA POR LA
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona.—Noviembre de 1885.

SUMARIO.

FERRO-CARRILES: Ferro carriles de poco coste, discurso leído por don Antonio Sans y García, al tomar posesión del cargo de presidente de la Asociación de Ingenieros industriales de Barcelona. (Continuación) —TECNOLOGÍA: El indicador de presiones, por el Ingeniero industrial D. Juan Antonio Molinas. (Continuación.)—Algunas consideraciones sobre el cálculo de las columnas metálicas por el ingeniero industrial D. Luis Canalda. (Continuación).—NOTICIAS VARIAS: El Ictineo Monturiol y el buque submarino Nordenfett.—Lámina.

FERRO-CARRILES.



DESARROLLO DE LOS FERRO-CARRILES DE POCO COSTE EN ESPAÑA (1).

DISCURSO LEÍDO POR D. ANTONIO SANS Y GARCÍA AL TOMAR POSESIÓN
DE LA PRESIDENCIA DE LA ASOCIACIÓN.

(Continuación.)

Se procurará que en cuanto lo permita la economía del trabajo se equilibre el volúmen de los desmontes con el de los terraplenes, para evitar el tener que hacer depósitos ni préstamos de tierras; pues aquí es más bien que en los perfiles transversales donde debe buscarse la baratura de la obra, no importando que por término medio sea un cinco por ciento mayor el de los últimos que el de los primeros.

El ancho de la parte superior de los terraplenes está sujeto á

(1) Véase el número del mes de Diciembre de 1884 y Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo de 1885.

las mismas condiciones que el ancho de los desmontes en la parte comprendida entre las aristas interiores de las cunetas de caja ó inferiores. Así pues, el perfil transversal puede afectar una de las formas representadas en las figuras 21, 22, 23 y 24 correspondiendo á la vía ancha las dos primeras que exigen respectivamente un ancho de 5^m,61 y 5^m,11, y á la vía de un metro las últimas, que dan una amplitud de 4^m,20 y 3^m,70. No debe aconsejarse nunca la supresión de ambos paseos *a*, porque puede dar lugar á desgracias personales por la cogida por los trenes de los agentes que en el cumplimiento de su cargo vénse obligados á pasar por la vía, á no ser que se pongan refugios, consistentes en unas mesetas de un metro cuadrado á los lados de la vía y á distancia de 15 á 20 metros unas de otras.

El talud de los terraplenes no puede variar entre límites tan extensos como el de los desmontes, porque las tierras una vez escavadas ó una vez perdida su cohesión natural, tienden á obrar como la arena tomando por sí solas una inclinación más uniforme. De aquí; que sea muy común el dar á los terraplenes 1 ¹/₂ de base por una de altura por ser el más aproximado y más general de los taludes afectados por las tierras abandonadas á sí mismo, este es el que aconsejamos. No obstante, cuando el terraplen se haga con piedra ó arcilla muy dura que no se vuelva jabonosa con el agua se podrá llegar hasta darle 1 de altura por una de base.

En cuanto á consolidación de desmontes y terraplenes hay mucho que decir, y es asunto que en un proyecto bien hecho no se debe descuidar, presupuestando cantidades adecuadas al terreno que se atraviesa, aunque no pueda formularse con seguridad pensamiento alguno concreto hasta que se practiquen las escavaciones. Los medios propuestos son muchos, cada uno de los cuales tienen su particular aplicación, y en la imposibilidad de examinarlos detenidamente vamos á tratar de agruparlos y exponer lo más saliente y más práctico en los terrenos que ordinariamente se presentan en los ferro-carriles españoles, recomendando el estudio de las obras de Mr. Sazilly y de Mr. Bruère á aquellos de nuestros lectores, que quieran adquirir conocimientos más detallados.

Principiemos por los desmontes, que son los que pueden dar más que hacer, pues, los terraplenes son mucho más fáciles de defender. Los procedimientos empleados en los desmontes pueden clasificarse en: medios de *contención*, de *descarga*, de *desección* y de *recubrimiento*.

El medio más eficaz es siempre el de descarga; esto es, el recortar los taludes hasta darles mucha suavidad; pero frecuentemente incompatible con la economía por lo excesivo vo-

lúmen de tierras á escavar, y, sin embargo, en ciertos casos, no hay más remedio que hacerlo así, tales son, las arcillas flojas, y margas esquistas azules, si bien puede contribuir á la consecución de estos fines la desecación del terreno. Esta, se consigue con tubos de *drenaje*, con zanjas rellenas de piedras, con minas ó galerías, etc., cuidando, en lo posible, que estas salidas artificiales corten transversalmente la línea de máxima pendiente de los hilos de agua ó de la simple humedad.

La contención se hace con muros de tierra ó de mampostería. en seco ó con mortero y el recubrimiento se efectúa con muros delgados, empedrados, mantos de tierra consistente y plantaciones. Además de estos medios, empléanse á veces los túneles *artificiales* y los muros con ancha banquetta, mas con el objeto de evitar que las tierras y piedras, que caigan vayan á parar á la vía, que con el de que la caída tenga lugar.

Nada tenemos que añadir al primer medio: el de la descarga de los taludes, despues de lo que hemos manifestado con respecto á su inclinación, añadiendo solo que si bien permite trabajar con mucha baratura el poder dejar en forma de caballeros las tierras extraídas de las trincheras, no deberá permitirse nunca en terrenos flojos porque su peso favorece los desprendimientos.

Muros para la consolidación de desmontes.—Los medios más comunes de contención son los muros de piedra, que tratándose de desmontes no habrá que darles el espesor que se deduce del cálculo fundado en el empuje de las tierras removidas; porque, sobre resultar un volúmen muy considerable que implica un gran coste tampoco hay necesidad de ello, ya que los ángulos de las líneas de máximo empuje, con respecto á la vertical, son menores y se deducirán en cada caso, de los taludes que antes hemos fijado. De modo, que los prismas de presión serán los comprendidos entre el presunto plano de resbalamiento y el talud del desmonte, y su volúmen nos permitirá apreciar su empuje.

En pocos casos ocurrirá tener que aplicar muros de sostenimiento tan altos como el desmonte, limitándose en la mayor parte de los casos á su mitad ó tercio inferior y especialmente al terreno flojo que queda debajo de los bancos de piedra que haya, ó entre ellos. Si los bancos de piedra á que aludimos son muy fuertes bastará apoyarles con pilares de uno ó dos metros de ancho por un metro de grueso, espaciados de cuatro á cinco metros, y si se temen socavaciones en los huecos así formados se recubrirán con muros de unos cuarenta centímetros de espesor.

El sentido práctico, es, más que otra cosa, el que ha de servir de guía en este género de obras, y hasta, la mayor parte de las veces, será preferible dejar que el tiempo manifieste de una ma-

nera clara y precisa lo que es conveniente hacer ahorrando, mientras tanto, el interés del coste de las obras que de ejecutarlas desde un principio sería necesario invertir; sin exponer por esto la vía á interrupciones que desde luego pueden preverse.

Otro medio de consolidación de desmontes.—Cuando por causa de la humedad, ayudada de la falta de cohesión de las tierras y aún de la existencia de capas inferiores inclinadas y más fuertes se rompe un enorme prisma, que poco á poco va resbalando hacia la vía, el medio de consolidación que hay que emplear y que hasta ahora nos ha dado buen resultado, consiste: 1.º En construir un gran cunetón superior de 4 ó 5 metros de profundidad, y en general de la que sea suficiente á romper la capa de resbalamiento,

y recubrir, luego, con un muro en seco de un espesor de $\frac{1}{5}$ ó $\frac{1}{6}$ de su altura, rellenando despues, con tierra buena, apisonada, el resto de la zanja; 2.º Construir al pié del talud un muro de mampostería y tierra de mucho espesor (10 ó 12 metros, si la cantidad de tierra es importante), á cuyo fin se dispone una caja de mampostería formada por un suelo de piedra en seco de 80 centímetros de espesor, inclinado convenientemente para poder extraer las aguas que en él se acumulen por medio de una cuneta hecha con material hidráulico; una de las paredes de esta caja, la que más se separa de la vía, es un muro en seco de un espesor de $\frac{1}{4}$

ó $\frac{1}{5}$ de su altura, que llegue desde el fondo de la caja hasta el talud de las tierras, y la otra pared es otro muro de mampostería ordinaria contiguo á la vía de muy poca altura y de un espesor que no baje de la mitad de ésta. Dicha caja se rellena con tierras arcillosas de buena calidad, que adquieran consistencia con el apisonado que se hará á medida que se vayan extendiendo y se extenderán por capas de unos 30 centímetros de espesor, regándolas abundantemente. Y 3.º, en desecar la masa formada por las tierras y mamposterías comprendidas entre el cunetón superior y este refuerzo inferior, no sólo por los muros en seco que á manera de drenajes conduzcan fuera el agua que llegue hasta ellos, sino por minas convenientemente dispuestas para que recojan todas las filtraciones. De este modo se llega á conseguir una masa inmensa de tierra sustraída á las causas determinantes del movimiento, y es más eficaz todavía si dicha masa se recubre con tierras de buena calidad con taludes suaves, escalonados y céspedes que eviten la acción superficial de las aguas, su filtración y la corrosión de la superficie por causa de la mismas. No debe

olvidarse nunca que el agua es un poderoso enemigo de toda clase de construcciones de tierra y hay que prevenirse constantemente contra ella: no obstante, debemos confesar, que hemos visto ciertos terrenos arcillosos compactos que resisten las filtraciones con toda seguridad por abundantes que sean; pero como esto no es lo común no hay que contar con esta probabilidad mientras no esté comprobada.

Los terraplenes exigen á veces tambien, saneamientos para evitar que se corran hacia uno de los lados sobre todo si están sentados en terreno inclinado y poco permeable. Otras veces para contener sus taludes se construyen en la parte inferior de los mismos, muros de tierra compacta y bien apisonada, ó se contienen con estacadas, plantaciones de árboles, etc.; sin embargo, siempre que el terreno no sea muy caro y que el metro cúbico de terraplen no cueste mucho, será preferible dejar que las tierras tomen todo el talud que su naturaleza exija.

Muros de contención. — Cuando por causas verdaderamente motivadas no es posible dar la amplitud debida á un terraplen, tal sucede al atravesar una población, al lamer una carretera ó una corriente de agua, cuya desviación sea muy costosa, etc., se podrá construir entre muros de contención y vamos á decir algunas palabras respecto á la construcción económica de estos, que serán igualmente aplicables á toda clase de muros de esta especie, que por cualquiera motivo deban emplearse.

El espesor de los muros de contención se determina, como es sabido, procurando, de una parte, que el momento de estabilidad del muro sea mayor que el momento de la fuerza con que el prisma de empuje solicita al muro, y de otra, haciendo que la resistencia de cohesión del muro ó la resistencia al rozamiento de la parte superior del mismo sobre la inferior con respecto á un plano horizontal cualquiera, sea en cada punto mayor que la citada fuerza correspondiente en aquel punto. Para llenar cumplidamente la primera condición, se hace el momento de estabilidad del muro doble del momento del empuje, en cuyo caso queda satisfecha siempre la segunda condición.

Para cada naturaleza de tierras distintas el empuje, ya hemos dicho que era diferente, dependiendo su mayor ó menor intensidad del mayor ó menor ángulo que forma el plano de rotura con la vertical. Para poder establecer un término de comparación, supongamos que se trata del caso más común ó de tierras de regular consistencia cuyo peso por metro cúbico es de 1600 kilogramos, cuyo ángulo de rotura es de $46^{\circ}50'$, y que el muro es de

mampostería ordinaria pesando 2200 kilogramos por metro cúbico. El empuje es sabido que en general es:

$$Q = \frac{\delta h^2}{2} \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} \alpha \dots \dots \dots (1)$$

en cuya expresión, δ es el peso del metro cúbico de tierras, h la altura de las mismas y α el ángulo del plano de rotura con la vertical. Y aplicando los valores supuestos resulta, para el extricto equilibrio de un muro de paramentos verticales

$$e' = 0'213 h$$

Puesto, que hemos dicho, que para la debida estabilidad debíamos hacer el momento del muro doble del momento del empuje resulta:

$$2 h e' \delta \frac{e'}{2} = h e \delta \frac{e}{2}$$

de donde

$$e = e' \sqrt{2}$$

$$e = 1'4142 e' = 1'4142 \times 0'213 h$$

$$e = 0'3012246 h$$

ó sea sensiblemente: *el espesor de un muro de paramentos verticales es igual al tercio de la altura.*

Pero puede conseguirse la misma solidez dando al muro formas especiales que permitan ahorrar mampostería, procurando simplemente que si el área de la sección del muro disminuye, lo que equivale á decir, que disminuye su volúmen y su peso, aumente, en cambio, el brazo de palanca, de tal modo, que sea constante el producto; es decir, se ha de procurar que el centro de gravedad de la sección se aleje cuanto sea posible de la arista exterior al rededor de la cual tiende el muro á girar. De aquí, que los muros con talud exterior sean muy favorables á la economía, tanto más cuanto mayores es el talud, y los de talud interior lo sean poco.

Esto sentado, fácil es averiguar cuál es la influencia que la forma del muro puede tener y se hallará, que la misma estabilidad ofrecerá un muro de paramentos verticales cuyo espesor sea de 0,30 de la altura, que un muro de un talud exterior de $\frac{1}{5}$ (esto es, por uno de altura la quinta parte de base), cuyo espesor en la parte superior sea 0'1214 h; que un muro de un talud exterior de $\frac{1}{10}$ y un espesor de 0'2055h arriba, tambien; que un muro con

talud de $\frac{1}{20}$ y espesor de 0'2513h; etc., lo cual resumimos á continuación:

<i>Espesor.</i>	<i>Volumen por metro lineal.</i>
Un muro vertical requiere $e=0'3012$ h ó sea próximamente $e=\frac{h}{3}$...	$V=0'3012h^2$

Y equivale á:

Un muro con talud exterior de $\frac{1}{20}$	requiere $e=0'2513$ h	id. id. $e=\frac{h}{3}$...	$V=0'2764h^2$
Id. id. id. id. $\frac{1}{10}$	id. id. $e=0'2055$ h	id. id. $e=\frac{h}{4}$...	$V=0'2555h^2$
Id. id. id. id. $\frac{1}{5}$	id. id. $e=0'1214$ h	id. id. $e=\frac{h}{8}$...	$V=0'2214h^2$

En cuya tabla se vé, que el talud de $\frac{1}{20}$ ya es poco ventajoso respecto del muro de paramentos verticales; siendo el de $\frac{1}{5}$ el que lo es más.

Los muros con talud interior ya hemos dicho que ofrecen muy poca ventaja, por cuya razón se deben desechar y en caso de no ser posible el talud exterior se emplearán muros escalonados interiormente, que si en sí se hallan en igual caso que los ataludados interiormente tienen cuando ménos la ventaja de ayudar á su estabilidad el peso de las tierras que cargan encima de los retallos. En este caso, suponiendo un talud que pase por el centro de los escalones como equivalentes á estos se hallará que el

<i>Espesor.</i>	<i>Volumen por metro lineal.</i>
Muro vertical requiere..... $e=0'3012$ h ó sea próximamente $e=\frac{h}{3}$...	$V=0'3012h^2$
Id. con escalones interiores	
equivalente á un talud de $\frac{1}{20}$...	$e=0'2563$ h id. id. $e=\frac{h}{4}$... $V=0'2813h^2$
Id. id. id. id. $\frac{1}{10}$...	$e=0'2148$ h id. id. $e=\frac{h}{5}$... $V=0'2643h^2$
Id. id. id. id. $\frac{1}{5}$...	$e=0'1222$ h id. id. $e=\frac{h}{8}$... $V=0'2222h^2$

Lo cual prueba lo que acabamos de decir, y comparando con la tabla anterior se verá que no son muy notables las diferencias que en economía ofrecen las dos clases de muros que recomendamos.

Los de contención más económicos, son los de contrafuertes exteriores y talud exterior, los cuales llegan á economizar muy cerca de un tercio de la mampostería que exigiría un muro de

paramentos verticales sin contrafuertes. Desgraciadamente, pocas veces se pueden construir esta clase de muros por el estorbo que ocasionan los contrafuertes.

En ellos se acostumbra á dejar un intervalo de unos tres metros entre dos contrafuertes consecutivos; estos se hacen de un metro de ancho y su salida se determina por la expresión

$$x = \frac{h}{c} \left(-4 \pm \sqrt{12 + 0.36 c^2} \right),$$

tratándose de paramentos verticales, en la que $\frac{h}{c}$ es el espesor del muro y se vé que cuanto mayor sea c menor resultará x ; de modo, que conviene hacer bien delgado el muro para conseguir economía. Pero, esta regla tiene una limitación práctica para que el muro no se curve entre uno y otro contrafuerte, por cuya razón no se hace $\frac{h}{c}$ menor de $\frac{h}{6}$ y lo mejor es hacer dicho espesor como Talabot igual á $\frac{h}{4}$

Los muros con contrafuertes interiores ofrecen poquísimas ventajas y deben desecharse recurriendo solo á ellos cuando no sea posible otra solución; pues, casi no se consigue más que fraccionar la cantidad de tierra que les empuja, variando muy poco el brazo de palanca del momento de resistencia.

En fin, otra clase de muros de contención son los de paramentos de sección ortogonal curva, que se van generalizando de algún tiempo á esta parte, creyendo algunos que deben ser los más económicos, porque se asemejan más á la forma que toma el talud natural de las tierras, que en la base se extiende más que en ninguna otra parte. Sin embargo, á nuestro entender, no está justificada por la teoría esta opinión; porque si relacionamos la altura del muro y el espesor del mismo, que son las dos únicas variables del problema, puesto que el empuje para un caso determinado es una cantidad constante, y si bien varía también con la altura, es fácil tener una ecuación en la que quede eliminado dicho empuje, de esta manera:

La ecuación de equilibrio de momentos, llamando Δ el peso por metro cúbico de mampostería; y ε , al coeficiente de estabilidad, será

$$e h \Delta \times \frac{e}{2} = Q \frac{h}{3} \times \varepsilon$$

y sustituyendo el valor de Q , sacado de la expresión (1) se tendrá

$$e h \Delta \times \frac{e}{2} = \delta h^2 \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} \alpha \times \frac{h}{3} \varepsilon$$

de donde

$$e = h \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} \alpha \sqrt{\frac{2 \delta \varepsilon}{3 \Delta}}$$

Expresión en la cual no entran más variables que la h y la e , y que nos dá la ecuación de una recta de la forma $y = x a$.

VII. Vía.

Balasto.—Excepto al tratarse de casos muy especiales que están fuera de lo conveniente al conjunto de una vía, y sobre todo, en el caso de estar ésta sentada en una calle adoquinada ó en una carretera engravada, forma el lecho ó cimentación de toda vía una capa de *balasto* cuyo objeto es repartir su presión en una mayor superficie de terreno, darle elasticidad, permitir fácilmente corregir los defectos de nivelación, y conservarla seca y á cubierto, en parte, de la acción del sol. Por considerarlo cimiento de la vía es porque principiamos por él al hablar de ella.

La piedra machacada, al máximo tamaño de 5 centímetros, es la que reúne mejor estas condiciones, por más que no sea tan buena como la arena y los pequeños cantos rodados mezclados con ésta para reparar los defectos de nivelación, puesto que cuesta más de remover; pero, en cambio es más difícil que estos defectos aparezcan en aquella. Otro defecto de la piedra machacada es lo que dificulta el paso por la vía á los agentes de la misma que han de inspeccionarla, siendo causa de que estas inspecciones se hagan mal.

Se procurará, que no tenga mezcla de arcilla el balasto arenoso, y en lo posible, se preferirá el que tenga la arena silíceá al que la tenga calcárea, y se preferirá la de grano grueso, porque se pulveriza con más dificultad. La piedra machacada, para ser buena, deberá reunir todas las condiciones, prescindiendo del tamaño y forma, de la buena piedra de construcción. En igualdad de circunstancias se preferirá la piedra de grano fino muy compacto, ó de estructura cristalina ó chonchoídea á la arenisca de grano grueso, que además de ser más floja, se machaca mal.

Para las vías económicas, no obstante, pocas veces será ventajoso el uso de la piedra machacada, por ser casi siempre mucho más cara que la arena ó la grava de río menuda, pudiéndose asegurar que cuando se tienen ambas á mano y en iguales condiciones de distancia de la vía y carga, la segunda no costará la tercera parte de la primera: ya porque es aquella más fácil

de cargar y descargar, ya porque no exige el trabajo de machaqueo. El gasto que ocasiona el balastado es importante, por la mucha cantidad que se gasta de este material, pero no debe repararse en gastar algo más siempre que sea preciso, para conseguir que el balasto sea bueno. Por lo mismo que es la cimentación de la vía no se conseguirá que ésta sea buena si él no lo es.

En localidades industriales ó mineras, si no se tiene á mano los materiales que hemos dicho, podrá emplearse carbón de piedra que apenas tenga piritas, para que no se inflame espontáneamente, escorias, carbonilla, etc.

El balasto se extrae de los préstamos ó taludes de la vía, y este es el caso más ventajoso, ó bien de los cauces ó canteras más próximas. Se extiende por medio de carros volquetes la capa que ha de ir debajo de las traviesas, y luego de sentada la vía encima de ella puede aprovecharse ésta para distribuir el resto en vagonetas ó mejor, mucho mejor, en trenes que puedan cargarse en acopios hechos al lado de la vía ó en desvíos que entren en los mismos cauces ó canteras de donde se ha de extraer.

El conjunto del balasto de una vía se denomina *caja de balasto* y tiene la forma adecuada al sistema de aquella. En el supuesto de tratarse de una sentada sobre traviesas, si es de ancho ordinario, las dimensiones mínimas que deberá tener serán: 40 cms. de altura, 50 centímetros de ancho la *banqueta* ó sea en la parte exterior del carril y al nivel de éste en vía recta y 60 centímetros en curva, y una caída de 60 centímetros en sentido horizontal. Esta distinción de ancho entre recta y curva no se acostumbra hacer; pero, es ilógico que se dé igual apoyo lateral en ambos casos, siendo así, que las curvas, sobre todo las de pequeño radio, se deforman mucho más fácilmente que las rectas. No conviene bajar de las dimensiones que hemos fijado si se quiere una vía regular, debiéndose aumentar hasta 50 centímetros la altura y 70 y 80 centímetros el ancho de las banquetas y la caída de éstas en proporción de la misma á 75 centímetros, si la vía ha de soportar trenes pesados y velocidades de 40 kilómetros por hora. Para buenas vías económicas puede fijarse en 45 centímetros la altura y en 60 y 70 centímetros el ancho de las banquetas; pero, como la economía de esta reducción es poca, casi siempre, lo mejor será atenerse á las dimensiones ordinarias que quedan dichas y señaladas en la fig. 17 de la lám. III.

Para los ferro-carriles de vía de un metro podrán reducirse las dimensiones de la caja de balasto, y como se indica en la figura 18 de dicha lámina se les dará 32 centímetros de altura, 60 centímetros al ancho de las banquetas y 48 á la caída de las mismas.

La disposición que venimos explicando es la que se adopta en el sistema de vía Vignole llevando la parte superior de la banqueta hasta el nivel del carril con una ligera inclinación hacia afuera para que el agua que caiga en ellas escurra al exterior de la vía; y en el interior de ésta se pone el balasto necesario para cubrir las traviesas de la acción de la intemperie, y aún, para que, formando bombeo con su parte más alta á 2 ó 3 centímetros por debajo del nivel de los carriles, deje al descubierto toda la clavazón al objeto de poderla apretar si se afloja, á cuyo fin, también se tiene la precaución de poner en la parte interior de la vía las tuercas de los tornillos de brida. En la vía de carriles doble *T*, por ejemplo, hay que dejar más baja la banqueta donde corresponden los coginetes, cuando ménos, para poder apretar las cuñas.

En algunos ferro-carriles, con la mira de gastar ménos balasto, ponen la caja de éste embutida en el terreno, y hasta hay sistemas, que sientan cada carril en una caja distinta paralela al eje de la vía embutida en el terreno. Sin embargo, debemos desechar estos procedimientos; porque, por muchos saneamientos que se hagan hacia las cunetas de la explanación, queda humedad en la vía á causa de la obstrucción frecuente de los mismos, sin contar con la mayor facilidad que hay de que la tierra contigua ensucie el balasto cada vez que se ha de reparar la vía. Al contrario de esto, ya dijimos, que convenia dar una pequeña inclinación á la explanación hacia las cunetas para que el agua que se reúne en ella filtrando al través del balasto tenga fácil salida, y aún conviene, y nunca deberá dejarse de hacer, que cada dos ó tres carriles ó cada carril según los casos y á cada lado de la vía si está en recta, ó solo en la parte interior si está en curva se abran desagües ó sangrías por debajo de los carriles en el espacio que media entre dos traviesas consecutivas y se procurará tenerlos siempre bien despejados.

Lo que hemos dicho no permite aún calcular exactamente el balasto que se necesitará para construir una vía, por varias razones. Si se trata de un desmonte que tenga mucha humedad, ó deberá sanearse con cunetas profundas laterales, que cuando el agua sea mucha convendrá revestir con muretes si la rasante tiene una inclinación menor de 5 milímetros por metro, ó convendrá aumentar el espesor de la capa de balasto de debajo de las traviesas. En los terraplenes ocurre á menudo que antes de dar por concluida la línea la vía vaya bajando por la depresión de las tierras de los mismos y entonces ha de irse levantando con balasto, lo que obliga á veces á que haya debajo de las traviesas una capa de más de un metro de espesor; por otra parte, el atacado de ellas comprime mucho el balasto y hace aumentar el vo-

lúmen del empleado como lo hace aumentar también el mayor desnivel que debe darse á la parte exterior de la vía, siempre que se halle en curva. Por todo lo cual, no solo debe contarse con el cubo resultante de las dimensiones generales de la caja de balasto, sin descontar el volúmen de las traviesas, sino, que si se juzga factible que ocurra alguno de los casos mencionados convendrá aumentar dicho cubo en un 5 p % próximamente, para no equivocar el presupuesto.

Hemos detallado las cualidades más ó ménos apreciables de las diversas clases de balasto en el supuesto de una vía sentada sobre madera; pero, si se trata de una vía metálica, ya la cosa varía un poco; pues, si bien todas las distintas clases citadas se podrán emplear, será poco recomendable la piedra machacada y muy preferible á toda otra clase la arena mediana.

Traviesas.—En el supuesto de que se trata de una vía que las tiene, lo que debemos examinar es: de qué material se harán, qué número pondremos y qué dimensiones deberán tener.

Los materiales más á propósito para ellas son, el hierro y la madera. Sobre cuál de estos dos es más ventajoso, ha habido largas discusiones que damos por sabidas y que no repetiremos concretándonos á sintetizar la cuestión.

Unos opinan que la inmensa cantidad de traviesas que se necesitan para construir los ferro-carriles que faltan hacer y conservar los que ya existen no solo ha de destruir, en España sobre todo, muchos de sus bosques, harto escasos ya, sino que no han de quedar los suficientes para suministrar anualmente los dos ó tres millones que serán necesarios. Otros, prescindiendo de esto y del perjuicio que talas tan considerables pueden acarrear á la climatología del país, miran la cuestión bajo el punto de vista de la economía en la conservación de la vía; teniendo en cuenta la mayor duración de las traviesas de hierro sobre las de madera resulta más económico un exceso de gasto, cuando la instalación de la vía, y poner traviesas de hierro, que durarán muchos años, en lugar de ponerlas de madera que si bien costarán poco de compra deberán corregirse y renovarse con frecuencia. Y otros, en fin, les preocupa la manera de dar salida á los productos de las herrerías y vuelven los ojos con cariño á los considerables millones de traviesas que se consumen en el mundo para convertirlas en uno de los principales veneros de riqueza de la siderurgia, pretendiendo además, que el transporte de estos materiales de las fábricas á los puntos de aplicación han de ser uno de los elementos que durante largo tiempo enriquecerán el transporte de mercancías en los mismos ferro-carriles.

Todas estas opiniones pesan más ó ménos en favor de las tra-

viesas de hierro ó acero; por más que esta última consideración de los transportes es algo atrevida, y como todas las del dominio de la economía política, no es para fallarse á primera vista; pues si no cabe duda que las compañías que por su proximidad á los grandes centros siderúrgicos saldrían muy favorecidas, no sucedería lo mismo con las otras, y resultarían muy perjudicadas las más distantes, que por regla general son las más pobres; y aún todas, casi, este exceso de transporte las perjudicaría: sin contar, que esta nueva salida de productos de los altos hornos haría sostener el precio del hierro más elevado de lo conveniente para que la ventaja económica del empleo de traviesas metálicas subsistiese, y aún podría dar lugar á un acrecentamiento de instalaciones de aquella clase de aparatos, para subvenir á las necesidades de la primera época de renovación, que despues serían causa de nuevas crisis para aquella industria.

Nada puede proporcionar mejor una buena vía, cuando nueva, que la madera, y su empleo universal tan sostenido, bien claramente lo revela; pero, su renovación y conservación ha de ser tan asidua y tan cara, y el abandono de dicha conservación tan peligroso para los trenes, que no nos equivocaremos si aseguramos que el porvenir de las traviesas no puede ser la madera; tal vez sea algún material cuya existencia ó aplicación no columbramos todavía, pero, hoy por hoy, ninguno parece satisfacer mejor que el hierro y el acero. Y en efecto, hay miles de kilómetros colocados ya con traviesas de esta clase, sin que las compañías estén descontentas de su uso, por más, que todos los sistemas ideados no cumplen igualmente las condiciones de seguridad de la vía y facilidad de reparación como es de desear.

Toda traviesa debe proporcionar al carril: una base de sustentación para que no se hunda en el balasto; ha de conservar invariable la posición relativa de los carriles; ha de ofrecer el suficiente peso y resistencia al rozamiento con el balasto, para que la vía no se corra en ningún sentido; ha de permitir el fácil relevo de los carriles y ha de dar elasticidad á la vía. Tres son las especies de madera empleada generalmente que cumplen bien estas condiciones: el roble, el pino y la haya. El roble tiene ventajas incontestables sobre las otras dos, especialmente la duración; pero, es más caro de compra; no obstante, aún así, casi siempre sale más económico, por dicha mayor duración. No hay necesidad de inyectar esta clase de madera con sustancias antisépticas, como las otras, que sin esta inyección no duran más de tres á cuatro años, á no ser que se dé con un pino muy resinoso, que en este caso, y colocado en balasto excelente y explanaciones secas, puede durar hasta 16 años. Pero esto, está fuera de lo co-

mún, no pudiéndose dar mayor duración de 5 á 6 años, por término medio, á las traviesas de pino y de haya, y de 10 á 12 á las de roble; de modo, que serán preferibles, éstas sobre las primeras, aunque cuesten doble; porque, cuando no otra cosa, se ahorrará la mano de obra que el relevo exigirá. Mucho más lo serán, hoy día, en España en donde hay poca diferencia entre el precio de unas y otras suponiendo inyectadas las primeras, y téngase presente que si la inyección está mal hecha, como es muy frecuente, la ventaja resulta mayor.

Los inventores, pues, han procurado que las traviesas metálicas reunieran las condiciones citadas, y si no lo han conseguido por completo, son bastante satisfactorios algunos de los sistemas ideados; de tal manera, que: *para los ferro-carriles económicos, á no ser que se establezcan en comarcas donde la madera sea muy abundante, no titubearemos en optar decididamente por las traviesas metálicas.*

¿Y por cuál sistema hay que decidirse? se nos dirá. Antes de contestar categóricamente, permítasenos añadir algunas palabras más.

No comprendemos entre las vías de traviesas metálicas las que están constituidas por dos platos de asiento unidos entre sí por tirantes transversales que sirven para mantener invariable el ancho de la vía sino aquellas que á manera de las traviesas de madera tienen una sección próximamente igual en toda su longitud y en toda ella también apoyan sobre el balasto, constituyendo la base de asiento de la vía. Los sistemas que se fundan en este principio son varios, distinguiéndose principalmente los de Mr. Desbrière, de Vautherin ó de las Forjas de Fraisans, de Mr. Le Cremiér, de Mr. Zorès, el Nierlandés, etc., en todos los cuales se emplea por traviesa un hierro laminado de sección en *U*, invertido, más ó menos abierto, que unas veces lleva encima, para cada carril, una placa de asiento ó un cojinete como en los dos primeros, placa que á veces es de madera, para dar mayor elasticidad á la vía, como en el de Desbrière y otras veces se consigue el objeto principal de dicho suplemento, que no es otro que procurar al carril la inclinación debida con respecto á la vertical, por una dobladura que se dá á la traviesa misma, como se ha hecho últimamente con el sistema Vautherin, ya mencionado, y otros.

La unión de la traviesa con el carril si se trata de carriles doble *T*, se hace por el mismo procedimiento inherente á este sistema, esto es, por cojinetes de fundición atornillados á la traviesa y luego con cuñas de madera se sujeta el carril al cojinete; pero si se trata de carriles Vignole, unas veces se emplean unas planchuelas terminadas en un diente que coje el carril por el

pié á la manera que lo hacen las escarpías, las que se sujetan por su parte inferior con dos remaches ó tornillos á las caras laterales de la traviesa poniendo una á cada lado de la misma, tal sucede en el sistema Desbière; otras veces la sujeción se hace con tornillos que colocados uno á cada lado del pié del carril aprietan una pata cada uno que corresponden una enfrente de otra y cruzando por encima de dicho pié ván á apretar la parte inferior del nervio del carril en un mismo punto y por opuesto lado, así sucede en el sistema de Mr. Le Cremer; y otros, como el sistema Vautherin antiguo, sujetan el carril por la parte exterior de la vía con una grapa que coje por uno de sus extremos la traviesa, introduciéndose en un agujero y por el otro coje el patin del carril y por la parte interior, con una cuña doble que se introduce en un agujero de la traviesa, una de cuyas partes móviles coje á ésta y al patin, mientras la otra, de forma de una escarpía con la punta de la cabeza vuelta hacia el centro de la vía se introduce á golpes por el mismo agujero, resbalando por detrás de la primera parte; ó tambien, como en el sistema moderno de dicho inventor, se sustituyen estas cuñas de la parte interior de la vía con un resorte que se introduce y se quita con el auxilio de una palanca que apoya agarrando á un agujero abierto en la misma traviesa.

En el sistema Desbrière la traviesa tiene las ramas de la *U* verticales; sin embargo, el cojinete forma una traviesa elástica por el intermedio de la cuña de madera entre ella y el carril; pero en los demás sistemas la forma abierta divergente de la sección, dá de por sí, mayor elasticidad sin el uso de los platos de madera y permite un cojinete más sencillo, y tan suave que no se nota, yendo en el tren, el pasar de la vía de madera, á la metálica ó al revés.

Debe procurarse que en el punto donde se sienta el carril tengan las traviesas metálicas mayor espesor, (8 ó 9 milímetros) á fin de que no se deformen por el peso de la vía y esto se consigue hoy día con los actuales procedimientos de laminado; se ha de evitar tambien, que la clavazón se afloje, á cuyo fin prestan muy buenos servicios los tornillos con ovalillos de acero de hélice cuya elasticidad tiene siempre sujeta la tuerca, y la traviesa, que sobre ser de alas divergentes puesta boca abajo tenga sus extremos terminados en dos caras, construidas con estampas ó con simples piezas de ángulo colocadas transversalmente con roblones para impedir que la grava se escape por dichos extremos y que la vía se corra lateralmente.

Todas estas condiciones reúne el sistema Vautherin más moderno, y puede adoptarse en la seguridad de obtener buen éxito procurando, empero, que los muelles estén situados al interior

de la vía, porque en el exterior cederían en las curvas al paso de los trenes y el Le Cremièr con ovalillos de resorte y grapas que permiten variar el ancho de la vía. En todos casos, se procurará que la traviesa pese por lo ménos 40 kilos si es de vía ancha y los extremos de la *U* de ella estén tapados trasversalmente como se ha dicho. Las Vautherin sencillas pesan 36 kilos, las de junta pesan 43 kilos ó lo mismo que las primeras, supuestas ambas para la vía española; las de Le Cremièr fabricadas por Bochum pesan 65 kilos; y las de Webb, empleadas en el ferro-carril de North-Western, que son análogas á las de Vautherin en cuanto á la forma de su sección, con cojinetes de fundición para carriles doble *T* ó cuñas de roble como las de Desbrière pesan 80 kilos.

Con respecto á sus dimensiones y al número de las que se han de emplear téngase en cuenta que no conviene que el balasto por la sola acción de un par de ruedas sufra mayor presión de 2 kilógramos por centímetro cuadrado si se trata de traviesas de roble ó metálicas y 1,95 kilógs. con traviesas de pino y en el espacio comprendido por una locomotora no deberá exceder de 0,75 kilógs. por centímetro cuadrado.

Estos datos bastarán para determinar el área ó base de asiento sobre las traviesas, y dada su longitud, que para la vía ordinaria podrá ser de 2,80 ms. y para la vía de un metro de 1,70 ms., y su ancho de 0^m,24, supongamos, en la primera, y 0^m,17 en la segunda, se deducirá el número de traviesas convenientes que podrá modificar en cerca de una unidad por cada par de carriles la distribución que se adopte.

Esto con referencia á la presión de las traviesas sobre el balasto, que en cuanto á la que ellas sufran por la acción de los carriles es muchísimo mayor; siendo ésta y el carril lo que no permite ir más allá con la primera ya que ni por la traviesa ni por el balasto hubiese inconveniente en aumentarla. La ejercida directamente por el carril es relativamente demasiado grande en todos los casos y por esta razón cuando sean de madera conviene colocar planchas de asiento entre uno y otras.

Pero, todos estos principios son los mismos que se aplican en los ferro-carriles ordinarios y es inútil, no siendo tampoco este nuestro propósito, extendernos demasiado en aquello que no entre de lleno y casi exclusivamente en los ferro-carriles económicos. Basta decir que todas las consideraciones aplicables á aquellos se pueden extender á éstos teniendo en cuenta el peso del material móvil, la resistencia adoptada para el carril según la separación de dos traviesas consecutivas y la proporcionalidad que entre una y otra clase de ferro-carriles debe existir en todas sus partes y en todos sus elementos.

(Se continuará)

TECNOLOGIA.

EL INDICADOR DE PRESIONES (1).

(Continuación.)

Cuando hay escapes en los órganos de la distribución en la parte que se relaciona con la evacuación, la presión del vapor descende más abajo de la línea teórica; y puede darse el caso que haya además escape de vapor por la parte que se relaciona con la admisión y confundirse entonces por concurrir ambas causas, la línea de expansión trazada por el indicador, con la teórica, sin que pueda precisarse exactamente el valor de tales pérdidas al analizar el diagrama. Para descubrir en tal caso la existencia de estos escapes, se atenderá á la coincidencia de ambas curvas (la teórica y la del diagrama) en los puntos que corresponden á la presión inicial y á la final, notándose que la curva del diagrama presenta una ligera depresión con relación á la otra, cuando tales escapes existen, pues precisamente es al principiar la expansión que las pérdidas por escape á la evacuación resultan las mayores y más importantes, siéndolo igualmente por parte de la admisión al finalizar el período de expansión.

Los escapes de vapor á través de los órganos de admisión ó de los recubrimientos exteriores de las válvulas planas, se traducen en parte durante la expansión, por la magnitud de la presión final; en tanto que en el período de la evacuación, por el contrario, no dan indicio de existencia y son, no obstante, mucho mayores, porque la diferencia de presión es mucho mayor y el vapor escapa sin efectuar ningún trabajo útil, bien sea elevando la contrapresión, ó bien destruyendo una parte del vacío que sin los referidos escapes resultaría.

Por tal motivo se parte siempre de la presión final que acusa el diagrama, para calcular el gasto de vapor de las máquinas de este nombre, según más adelante tendremos ocasión de explicar.

Puntos muertos. — El émbolo, como la válvula de distribución del vapor, funcionan en las máquinas siguiendo un movimiento rectilíneo alternativo y en algún caso el circular de este nombre; y al funcionar así, están animados de velocidades tan desiguales

(1) Véase el número anterior, pág. 385.

que apenas resulta ésta sensible en el extremo de la carrera, lo cual dificulta conocer de una manera exacta el momento preciso en que dichos órganos alcanzan el extremo que es justamente el punto muerto donde se verifica el cambio de dirección del movimiento.

Pero si en vez de fijarnos en los citados órganos, atendemos preferentemente al manubrio ó al excéntrico que transforma el movimiento rectilíneo alternativo del émbolo y de la válvula en otro circular continuo, observaremos que á la simple vista, podremos reconocer mejor la posición del punto muerto, sin que, sin embargo, podamos precisar su exacta posición, y, por consiguiente, ello obligará á emplear el siguiente procedimiento.

Supongamos que se tiene una máquina horizontal y otra vertical de balancin, la primera fig. 32, lám. IV, la representaremos sencillamente por el manubrio, la barra ó conectora del émbolo y la cruceta guía, y la segunda, fig. 33, lám. III por el manubrio, la conectora, el balancin y el vástago del émbolo á falta de cruceta guía; y que se desean conocer los puntos muertos de las máquinas citadas.

Se hará girar el eje de la máquina en el sentido natural de rotación, supongamos en el de la flecha, llevando el manubrio á la posición inmediata del punto muerto y de modo que venga á formar un pequeño ángulo arbitrario a ó b con el plano b ó c de los puntos muertos; y ya en esta posición se cesa de hacer girar el eje, señalando un punto r sobre el tubo del manubrio y del coginete, comun á ambas piezas, y al propio tiempo se señala otro punto m sobre la guía el cual coincida con otro de la cruceta. Se gira ó vira en el propio sentido y naturalmente, el manubrio pasa por el plano de los puntos muertos c ó b , arrastrando la cruceta hacia la izquierda en el presente caso, mas, traspasado el punto muerto, entonces la cruceta retrocede marchando de izquierda á derecha y hasta alcanzar la coincidencia anterior en m , en cuyo caso debe cesarse de virar y el manubrio habrá alcanzado la posición a' , resultando que el punto r ha recorrido un cierto ángulo manifestado por la señal hecha en el coginete y en el tubo o , centro del manubrio; si se divide dicho ángulo por mitad por medio del compás, y si se vira la máquina hasta que coincida con el nuevo punto últimamente señalado, el que antes se hizo en el manubrio, éste y el émbolo ó mejor diremos la máquina, estará en su punto muerto exterior. Resulta de aquí que toda señal común que se haga en esta situación al manubrio ó eje y al coginete ó soporte, servirá para situar la máquina en el referido punto muerto.

De la misma manera se procedería para determinar el punto muerto interior de la máquina.

Para la de balancín fig. 33, lám. III se hará indispensable elevar el manubrio en a, hacer una señal común al soporte ó coginete y al manubrio ó eje y partir de otra señal m, hecha en uno de los vástagos de los émbolos sobre el rás de uno de los prensaestopas despues de haberlo apretado sobre un calzo de madera, y entonces proceder de la misma manera que antes lo hemos explicado, lo cual seguramente no habrá de ofrecer ya dificultad ninguna.

Observaremos que no conviene hacer girar el eje de máquina unas veces en un sentido y otras en sentido contrario á fin de que no resulte error que podría provenir del huelgo de las articulaciones, como tampoco y por igual razón conviene virar dicho eje en opuesto sentido á su rotación natural para el que está dispuesta la máquina; es preferible en todo caso y cuando se traspase el límite de coincidencia de los puntos, dar una vuelta completa en vez de retroceder.

Advertiremos, que cuanto mayor sea la máquina, más atención y cuidado debe ponerse en seguir el anterior consejo.

Para determinar los puntos muertos de las válvulas de distribución y de los consiguientes excéntricos que las mueven, se procede de la misma manera que para los manubrios y émbolos, y es muy conveniente dejar indicados aquellos puntos por si se quiere sacar alguna curva de regulación en frío, como en algunos casos se hace conveniente hacerlo.

Resulta, que los excéntricos del eje de máquina van colocados en él de tal manera, que su centro forma en éste un cierto ángulo mayor de 90 grados con el manubrio; y su ángulo de avance es precisamente el ángulo excedente ó complemento, es decir, lo que le sobra de dichos 90°.

Es pues, evidente, que si para tomar las curvas con el indicador se conectara su tambor rotativo con cualquiera pieza que recibiera movimiento del excéntrico, los diágramas obtenidos no acusarían los puntos muertos verdaderos del émbolo, y al par que manifestarían un trabajo defectuoso, podrían dar lugar á formarse un falso concepto analítico de la regulación de la máquina, lo cual debe tenerse muy presente y por ello es que hemos insistido tanto sobre este particular.

Diágramas sacados con relación á la carrera del distribuidor.—

Si en vez de darle movimiento al tambor rotativo del indicador, tomándolo del émbolo de la máquina ó de toda pieza con él relacionada, se toma directamente de cualquier órgano de transmisión de las válvulas de la distribución, se obtiene una curva ó diágrama A. B. C. D. E. F. fig. 34, Lám. III, que permite apreciar, mejor que el trabajo y regularización de la máquina, los

puntos de la carrera del repartidor en donde empiezan sus funciones de abrir y cerrar las aberturas ó lumbreras, la extensión de sus recubrimientos, y aún sus condiciones generales, no obstante de que deben admitirse sus indicaciones con muchísima reserva á causa de que no son tan precisas como fueran de desear.

Desde luego que la línea atmosférica, I. J. [quedará trazada sin variación ninguna, cualquiera que sea el órgano de donde se tome el movimiento, y la porción de la misma línea comprendida entre los límites C. E. de la curva será proporcional á la carrera de la válvula de distribución y de ninguna manera podrá tomarse proporcional á la carrera del émbolo. La curva, naturalmente, indicará por su forma las variaciones de la presión durante la carrera, no del émbolo, sino del órgano distribuidor y consiguiente recta de cada punto en donde se produce un cambio notable en sus importantes funciones. Sin embargo, no todas estas funciones vienen tácitamente indicadas así, pues que en algunas de ellas no se producen deformaciones y cambios bastante acentuados que puedan ser reconocidos inmediatamente en el diágrama.

Desde luego se reconocen en éste, los dos puntos notables A y D que, evidentemente, corresponden á la máxima abertura del orificio á la introducción y á la evacuación del vapor.

El punto E en donde la curva se eleva bruscamente, indica, como en los diágramas ordinarios de trabajo, el principio de la compresión y de consiguiente corresponde precisamente donde la válvula cierra el orificio de evacuación en cuyo momento ella ocupa el punto e de su carrera en el sentido de su marcha retrógrada; esto es, de derecha á izquierda ó de F á I. Pero precisamente tambien en el mismo punto e, considerado en su marcha directa de izquierda á derecha ó de I á F, se verifica la abertura del orificio de evacuación; y el C de la curva que corresponde á dicho punto al principiar la evacuación, se encuentra sobre la perpendicular e. C. á la línea atmosférica en e, sin que, como ya se ha indicado antes, sean bastante marcadas y bruscas las inflexiones de la curva para reconocer con toda precisión la situación exacta del punto C.

Se observará que en F se manifiesta una inflexión ó pequeña aceleración en el aumento del valor de la presión, y precisamente es que dicho punto corresponde al principio de la abertura á la introducción cuando la válvula se encuentra en f al seguir su marcha retrógrada de F á I, en tanto que en el propio punto f de su carrera directa, la misma válvula dá en B. el punto de la curva en donde se cierra el orificio á la introducción y donde empieza la expansión, si bien que, como antes, no puede precisar-

se con rigurosa exactitud la situación de dicho punto por la forma del diagrama.

Fácil sería señalar en éste la posición aproximada de los orificios de introducción y de evacuación. El primero mediría por lo ménos una amplitud fI , en tanto que el último, no debería ser menor de $J. e$. Los recubrimientos exterior é interior medirán la distancia que va desde el centro de IJ á f ó á e respectivamente; pero el último de dichos recubrimientos será positivo ó negativo según que el punto e caiga á la izquierda ó á la derecha del punto centro de carrera.

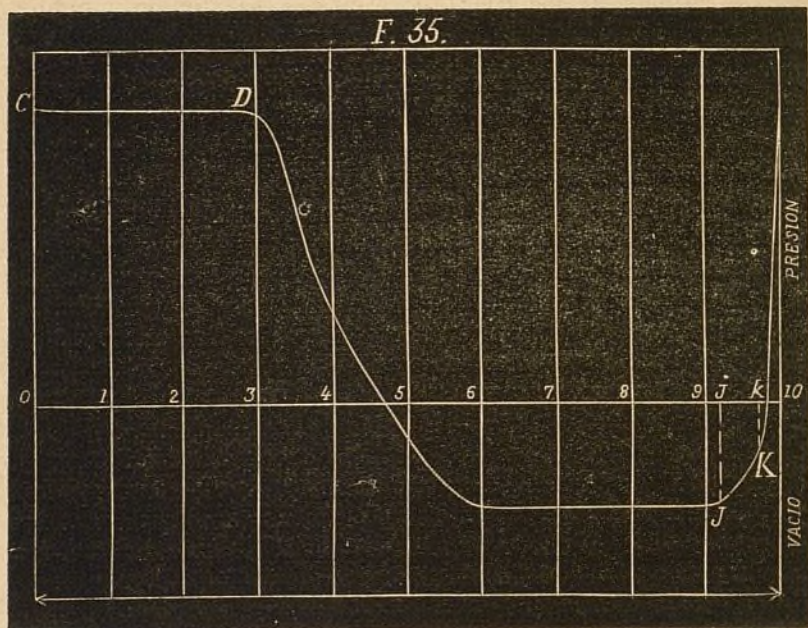
Esta clase de diagramas ¡no sirve, pues, para determinar el trabajo y regulación de las máquinas de vapor; y debe ponerse mucho cuidado é insistimos aún en que se atienda mucho á la manera de conectar con la máquina el tambor rotativo del indicador para obtener los que realmente sirven. Y como por lo demás, los de las válvulas no dan sino valores muy poco precisos respecto á las dimensiones y condiciones de funcionamiento de las válvulas de distribución, de aquí que no tengan aplicación sino en casos y circunstancias especialísimas.

Diagramas relacionados con el movimiento rotativo del eje de la máquina.— Cuando quiere averiguarse el tiempo que duran las diferentes funciones de la válvula de distribución con respecto á una vuelta del eje, de la máquina, es necesario disponer el indicador de tal manera, que la hoja de papel del tambor tenga la longitud ó extensión necesaria para que al dar una revolución el referido eje se desarrolle aquel de una cantidad conveniente; y se conecta dicho tambor despues de quitarle su resorte, de modo que pueda girar indefinidamente con el movimiento rotativo del eje de la máquina, valiéndose al efecto de una pequeña polea de garganta, de diámetro proporcionado y de un hilo ó cuerda sin fin.

Así dispuesto el indicador y colocado en comunicación con el extremo del cilindro, traza una curva tanto más larga y prolongada cuanto más tiempo funciona el aparato, curva que queda cortada ó no por la línea atmosférica, según que la máquina es ordinaria y de condensación ó según que el cilindro que se ensaya es de alta ó baja presión ó pertenezca á máquina-Wolf ó Compound. Cada sección de la curva correspondiente á una revolución completa del eje, es decir, que parte y concluye en el mismo punto muerto del émbolo ó mejor diremos en los dos más elevados sobre la línea atmosférica, es un diagrama; y la distancia comprendida entre dichos dos puntos medida por la que media entre las respectivas perpendiculares á la línea atmosférica, representa el camino proporcional al desarrollo de una revolución, y dividién-

do dicho espacio en 10 partes iguales, cada una de ellas corresponde á un intervalo de tiempo de un décimo de vuelta.

Como siempre, se notarán fluctuaciones en la presión representadas por las diferencias entre las ordenadas de la curva sinusoide, fluctuaciones que representarán las principales funciones de la válvula. De manera, que si la curva obtenida fuese por ejemplo la de la fig. 35, deberá deducirse á la vista de ella, que en la 3.^a ordenada ó en sus inmediaciones entre la 3.^a y la 4.^a empieza la expansión; que la introducción dura unos $\frac{3}{10}$ del tiempo de una vuelta del eje. Observaremos que la evacuación apenas se nota en la curva; pero en cambio, si no se conoce cuan-

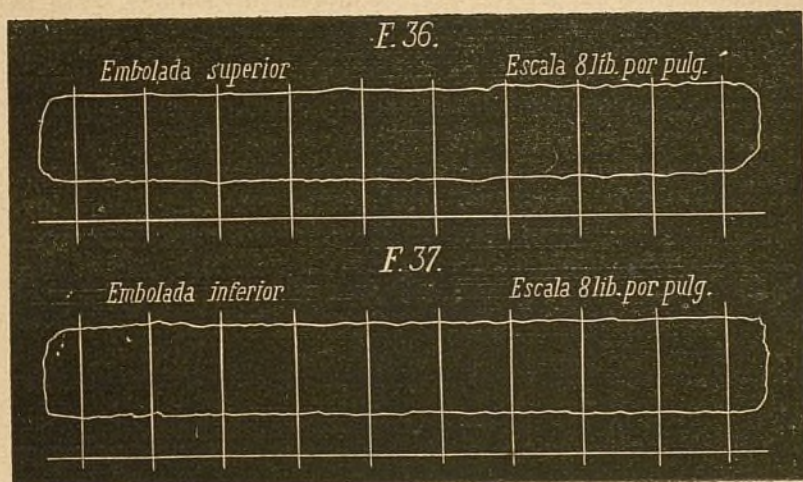


do empieza, manifiesta no obstante, que la compresión y el avance á la admisión empiezan respectivamente en J y en k. El período de compresión vale poco ménos de $\frac{1}{10}$, en tanto que el segundo es poco menor de $\frac{1}{20}$ de una revolución.

Esta clase de diagramas son muy preferibles á los anteriores obtenidos con relación al movimiento de la válvula, pues permiten, hasta cierto punto, apreciar mejor y dan más clara idea de las fases de la distribución; y comparados, además, con los diagramas relacionados con el émbolo, indican que los diferentes períodos del juego de la válvula, que empiezan poco antes de los puntos muertos, son más extensos de lo que en realidad podrían

hacer creer los diagramas ordinarios. Hay, sin embargo, poca afición á examinar la distribución por este procedimiento, á causa de que no compensa las dificultades que ofrece un ensayo de esta naturaleza.

Empleo del Indicador para calcular el trabajo de las bombas.— Para averiguar el trabajo de las bombas, es necesario aplicarles el indicador de la misma manera que se aplica á los cilindros de las máquinas de vapor y sacar los diagramas correspondientes, solo que el movimiento debe comunicársele al tambor en relación con el vástago del émbolo de la bomba, tomándolo de dicho órgano. Una vez en posesión de los dos diagramas respectivos uno de cada extremo de la bomba, se deduce el esfuerzo medio sobre el émbolo midiendo la presión media en cada extremo, que se reduce á kilogramos por centímetro cuadrado, multiplicando el



promedio de dichas presiones por la superficie del émbolo en centímetros cuadrados y por la carrera del mismo en metros, lo que dá el trabajo en kilográmetros por embolada.

Como en la práctica puede darse que la bomba sea de simple efecto, que sea de aire, de alimentación, etc., es siempre muy preferible tomar los dos diagramas uno de cada extremo, hallar la presión media de cada diagrama, sumar ambas presiones medias, reducirlas á kilogramos, por cm^2 cuadrado, multiplicar el área del émbolo en cm^2 cuadrados por dicha presión y por la carrera del émbolo en metros, obteniendo así el trabajo en kilográmetros de la bomba por embolada doble y dividir por 4500, como se ha explicado para las máquinas y para obtener la fuerza en caballos y por segundo.

A fin de que se comprende mejor el procedimiento, vamos á deducir el trabajo efectivo de una bomba valiéndonos de los diágramas de la misma y que se representan en las figs. 36 y 37 pertenecientes á las dos emboladas superior é inferior. La bomba es de circulación continua y trabaja inyectando agua del mar á través de los tubos refrigerantes de un condensador seco ó de superficie, aspirándola con dos metros de carga sobre el centro de su carrera y elevándola á unos 5 metros sobre dicho centro; tiene 0'24 metros diámetro y 0'35 de carrera y dá 75 dobles emboladas.

Medida el agua elevada por la bomba en 1" resultan 30'450 kilógramos ó sea 29'678 likros, y como la altura efectiva es de 3 metros, resulta que el trabajo efectivo es de $30'450 \times 3'0 = 91'550$ kilográmetros; esto es, $\frac{91'35}{75} = 1'218$ caballos.

El promedio de presiones de los citados diágramas deducido como en el caso ya explicado de las máquinas de vapor y por cualquiera de aquellos procedimientos, resulta ser de

$$\frac{0'253 + 0'265}{2} = 0'259 \text{ kilógramos}$$

por cm^2 cuadrado; y por lo tanto, verificando las operaciones arriba indicadas, tendremos:

$$\frac{452 \times 0'35 \times 2 \times 75 \times 0'259}{4500} = 1'365 \text{ caballos.}$$

La diferencia que se nota entre el trabajo teórico 1'218 caballos, medidos en agua elevada, y el que arrojan los diágramas de la bomba, se explican sin duda, por el rozamiento del agua en la tubería ó pérdida de carga, por la resistencia de las válvulas, etc., y, por lo mismo se deduce en el presente caso, que el efecto útil es de $\frac{1'218}{1'365} = 0'892$; de modo que la fuerza que se calcule ser necesaria emplear para un caso similar, deberá dividirse por 0'892 ó sea aproximadamente 0'90, para tener la que realmente ha de emplearse.

Si se conociese la fuerza de una máquina que exclusivamente estuviese dedicada á impulsar la bomba de referencia, y se conociesen, además, los rozamientos de la misma, la diferencia entre dicha fuerza y la antes hallada daría el esfuerzo real aplicado á la bomba, y el exceso entre la fuerza obtenida con los diágramas de ésta, y la diferencia anteriormente hallada, daría el consumo de fuerza aplicada á rozamientos de los órganos de transmisión.

Respeto á los diágramas figuras 36 y 37, haremos notar que en ellos la línea de presiones resistentes está situada á 1'60 libras

de la escala de presiones encima de la línea atmosférica, sin duda porqueno hay aspiración del agua, que entra natural en la bomba; y además, que la presión inicial es de 5'1 libras y 5'38 libras respectivamente en cada diagrama, medidas á la escala de $\frac{8}{15}$ ó de 8 libras por pulgada, presiones que se sostienen casi en toda la carrera del émbolo y en ambas emboladas ascendente y descendente.

Diagramas de las máquinas Woolf.—Los diagramas de las máquinas, de dos y de tres cilindros, se estudian hoy, cualquiera que sea la disposición de los cigüeñales que conectan con los émbolos, de la misma manera y aisladamente cual si se tratara de máquinas de un sólo cilindro, en las que se verifican los períodos ordinarios de admisión, expansión, comprensión y escape como de ordinario.

En el tipo de las máquinas Woolf de dos cilindros, que se diferencia bastante del de tres, debe hacerse una clasificación muy importante, partiendo del punto de vista de cómo se mueven ambos émbolos: así ocurre, que las máquinas de balancin tienen una sola conectora ó puntos muertos más que concordantes, comunes para los émbolos y produce en ellos un movimiento proporcional; que las que construyen los Sres. Alexander hermanos llamadas de movimiento directo, tienen una sola conectora que establece igualdad de movimiento en ambos émbolos y que hay otras que, sin embargo de tener dos conectoras independientes, producen sobre los émbolos por el empleo de dos cigüeñales opuestos, el mismo movimiento, pero en sentido opuesto; en tanto que pudiendo variar el ángulo de los dos cigüeñales y llevar dos conectoras, los espacios recorridos por los respectivos émbolos no pueden ser iguales ni aún proporcionales, y en este caso entiendo que debe aplicársele á la máquina el nombre de *Compound*, que algunos dan exclusivamente á aquellas cuyos cigüeñales guardan la posición de 90°, que produce la mayor desproporcionalidad posible en la carrera de los émbolos, así conjugados, á cambio de obtener mayor regularidad. El vapor entra en uno de los dos cilindros á plena admisión ó con admisión parcial y la expansión se verifica en el otro.

En cuanto á las máquinas de tres cilindros, generalmente y para lograr los mismos efectos que en las *Compound*, y aún el máximo de regularidad, se disponen con cigüeñales á 120° y con cilindros iguales y tres conectoras distintas. El vapor entra en uno de los cilindros, generalmente el central, á plena presión ó con admisión parcial, y en los otros dos pasa á verificar su expansión. En muchas de estas máquinas se disponen los tres ci-

güeñales á 90° , de donde resulta que el cilindro que recibe vapor directo tiene el émbolo á mitad de su carrera, en tanto que los otros dos los tienen en los puntos muertos y funcionan en dirección opuesta, de aquí procede que cualesquiera que sean los ángulos, adoptados, siempre les está bién aplicado el nombre de *Compound*.

Modernamente se han hecho ensayos que han dado excelentes resultados con las máquinas de tres cilindros llamadas *de cascada* y más comunmente de triple expansión, las que constan de 3 cilindros uno de alta y elevada presión, otro intermedio de alta y otro de baja. Los dos primeros cilindros van dispuestos uno á continuación de otro con una sola conectora ó cigüeñal, y el otro de baja presión con cigüeñal á 90° del anterior; de manera que el cilindro con vapor directo y el intermedio, forman un grupo Woolf; y este grupo y el cilindro de baja presión constituyen una máquina *Compound*. Otras hay que tienen los tres cilindros separados y con conectora independiente aplicada en el cigüeñal respectivo, formando acoplamiento á ángulo de 120 grados y trabajan como las anteriores.

Conociendo ya la manera de determinar por medio del diagrama correspondiente á cada cilindro de una de las máquinas enumeradas de dos y de tres cilindros *Compound* ó de *Cascada*, la fuerza parcial que en cada uno de ellos se desarrolla, no puede ofrecer dificultad ninguna venir en conocimiento de la fuerza total de la máquina; más, sucede á veces, que interesa al estudio mismo de la utilización del vapor por medio del exámen de los diagramas, obtener el trabajo teórico correspondiente á una máquina comparativa ó simple de un solo cilindro de la capacidad de aquel y en cuyo interior se verifica la expansión, aumentado dicho cilindro, de una longitud conveniente, para poder hacer en él la admisión misma de la máquina Woolf, *Compound* ó de *cascada* que se trata de estudiar.

Rankine ha dado el método de obtener fácilmente la reducción del cilindro de admisión al de expansión ó vice-versa; y, al efecto, halla el volúmen del cilindro de admisión multiplicando el área de su émbolo por la carrera del mismo y dividiendo este volúmen por el área del émbolo del cilindro de expansión; el cociente, así obtenido, dá la carrera del émbolo del cilindro de admisión reducida á la carrera del émbolo del cilindro de expansión; y por el contrario, dividido el volúmen engendrado en el cilindro grande ó de expansión, por el área del émbolo del cilindro de admisión, se tendrá la carrera del primero reducida á la del émbolo del último.

Supongamos para aclarar mejor el citado procedimiento, que tenemos los diagramas de cada uno de los cilindros de una má-

Fácil será, pues, una vez conocidas esas carreras reducidas, hallar las relaciones que median con las carreras proporcionales de los diagramas respectivos, para determinar uno nuevo perteneciente á un cilindro ficticio y único que permita estudiar la curva de expansión, el mayor ó menor aprovechamiento del vapor, y las demás circunstancias de la regulación; y, sobre todo, las pérdidas que resultan por enfriamiento, etc., etc.

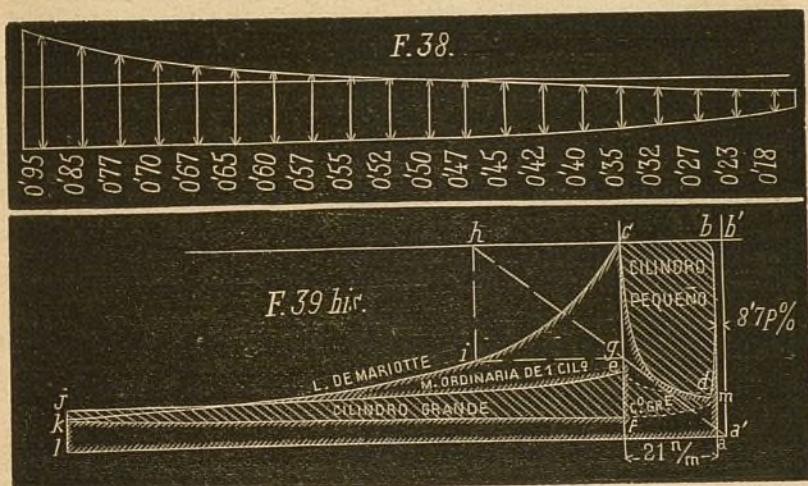
En efecto; si quiere trazarse el nuevo diagrama con relación á la carrera efectiva del cilindro de expansión, se tomará por base del trazado el diagrama del indicado cilindro sin modificación alguna, y luego se establecerá la proporción siguiente: Carrera del émbolo de expansión, es á la longitud del diagrama del cilindro grande, como carrera reducida del cilindro menor, hallada antes, es á la que debe corresponderle en el nuevo diagrama; proporción que en el presente caso, traducida en números será: $1'225:0'135::0'197:x$; y, por lo tanto, bastará multiplicar el valor antes hallado, por la longitud del diagrama del cilindro mayor y dividir luego por la carrera del émbolo de éste, para tener por cociente la longitud que se busca; así, $\frac{0'197 \times 0'135}{1'225} = 0'021$

metros. Pero, si se quiere, lo que nunca será tan conveniente, adoptar como base del trazado, el cilindro menor, reduciendo á él la sección del mayor, será necesario establecer la relación $\frac{0'135 \times 5'276}{0'85}$, que dá 0'837 metros de carrera de émbolo; carrera excesivamente larga, que dificulta la adopción del diagrama del cilindro menor como á base del nuevo diagrama, por las dimensiones extraordinarias que debería tener, y por este motivo es más cómodo y preferible partir siempre del diagrama del cilindro mayor y reducir la carrera del émbolo del cilindro menor.

Conocida la longitud 0'021 metros que corresponde á la carrera así reducida, se aplicará sobre la línea atmosférica de la curva del cilindro mayor y á continuación de la misma, obteniendo la carrera total en el supuesto de dos emboladas ó una revolución completa del eje de máquinas, pues el vapor llena á la primera embolada el cilindro pequeño, y á la segunda ocupa el espacio del cilindro mayor; por consiguiente, se divide el largo 0'021 metros en diez ó veinte ordenadas; y del propio modo, el diagrama del cilindro pequeño. Se toman luego estas últimas ordenadas una á una á la escala con que las haya trazado el indicador y se reducen á la del diagrama de baja, colocándolas ordenada y sucesivamente partiendo siempre de la línea atmosférica; se siguen luego con un trazo los puntos obtenidos, á fin de obtener el diagrama del cilindro pequeño á la misma escala del diagrama

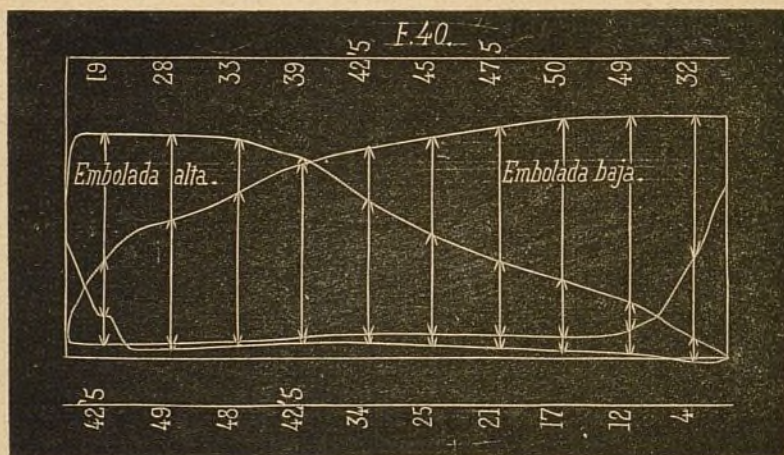
del grande, resultando en definitiva el diagrama representado fig. 39 bis.

Partiendo ahora de la presión en la caldera, puede trazarse la línea isoterma ó de Mariotte, conforme en otro lugar hemos explicado, determinando antes la línea de los espacios nocivos, sobre la que convendrá demos algunas explicaciones, y procurando por medio de tanteo trazar la curva que pase tangente á la del diagrama del cilindro pequeño en el punto donde cierra la admisión ó donde indica que dá principio á la expansión. La curva isoterma completa, servirá de tipo comparativo para estudiar la expansión y determinar las circunstancias que conviene conocer concurren en este sistema de máquinas, por más que la comparación de la curva teórica con la línea real trazada por el indicador, representada en ambos diagramas, y reducida como se ha explicado, haya dado ocasión á notables críticas sobre las causas de las diferencias que entre ellas se notan.



Cuando se trata de estudiar la máquina de dos cilindros por entero; y sobre todo, cómo se produce y comporta la expansión con respecto á la máquina de un solo cilindro, interesa el trazado completo de la curva de Mariotte, conforme lo acabamos de hacer partiendo del espacio nocivo del cilindro pequeño; pero cuando solo parcialmente desea conocerse y estudiar la expansión del cilindro grande, entonces debe partirse del punto c donde acaba la expansión, que en el caso práctico que hemos tratado por ser máquina que está dispuesta para admisión en toda la carrera, es en donde principia dicha expansión, y se parte del referido punto para trazar la curva del espacio nocivo del cilindro pequeño.

Con respecto á la línea de los espacios nocivos, no podrá trazarse sino despues de conocer el volumen de dichos espacios, que no es otro que el de uno de los conductos de vapor, el que arrancando en el espejo del cilindro corresponda al extremo considerado y en el cual termina, sumado con el espacio libre ó huelgo que en el propio extremo, deja el émbolo respecto de la tapa del cilindro. Este volúmen, dividido por la superficie del émbolo, dá la parte de aumento que sufre el cilindro y dividiendo dicho aumento de carrera por la carrera del émbolo, se tiene el tanto por ciento que corresponde añadir y que en otro lugar hemos aplicado. De manera, que siendo el volúmen del mayor de los conductos de la máquina Woolf considerada 0'003000 metros cúbicos y 0'001102 el huelgo detrás del émbolo, el volúmen del

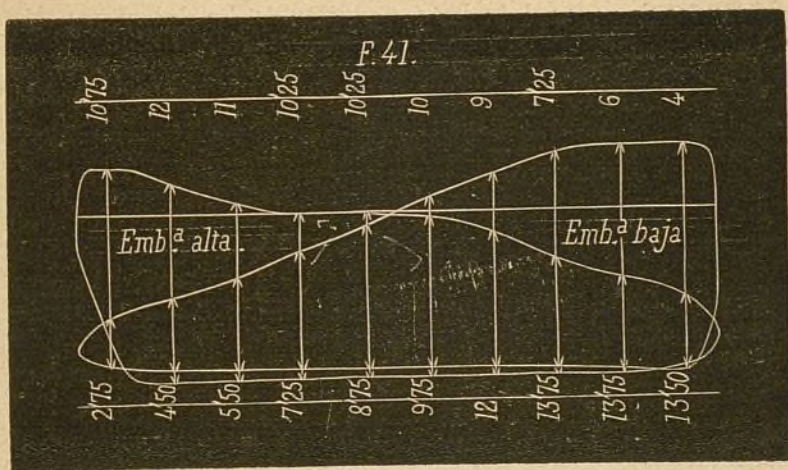


espacio nocivo será $=0'003000 + 0'001102 = 0'004102$ metros cúbicos; y reducido á longitud de cilindro medirá $\frac{0'004102}{0'055126} = 0'074$ metros lineales; de donde se deduce, que el aumento es de $\frac{0'074}{0'85} = 0'087$; esto es, de 8'7 p. %.

Este 8'7 p. % conocido, se toma en longitud del diágrama del cilindro pequeño sobre la línea atmosférica; y á continuación de la curva se levanta una perpendicular y se tiene, como lo hemos explicado en otro lugar, una de las asíntotas de la hipérbola y que sirve para el trazado de ésta, juntamente con la línea de vacío absoluto que representa la segunda asíntota. Haciéndolo así, partimos del supuesto de que ambos cilindros tienen iguales espacios nocivos; pero puede suceder que no lo tengan y en tal caso no es posible poder apreciar con rigurosa exactitud la mo-

dificación que las curvas del indicador del cilindro de alta y de baja hayan podido tener con respecto á su curva teórica, lo que no es de una grande importancia con relación á la que darán las primeras, comparadas con la que se deducirá para la máquina comparativa de un solo cilindro, en el supuesto de tomar los espacios nocivos en la misma relación que se hallen los del cilindro pequeño de la máquina de dos cilindros con que se compara la anterior. La figura 39 bis, dá el nuevo trazado por la reducción de Rankine para la máquina Woolf, partiendo de espacios nocivos de 8·7 p. %, al que pocas veces alcanzan las máquinas de un solo cilindro.

Debemos observar que al trasladar las curvas figs. 38 y 39 para obtener la 39 bis, correspondiente á la reducción de Rankine, para comparar la expansión de la máquina Woolf de balancin



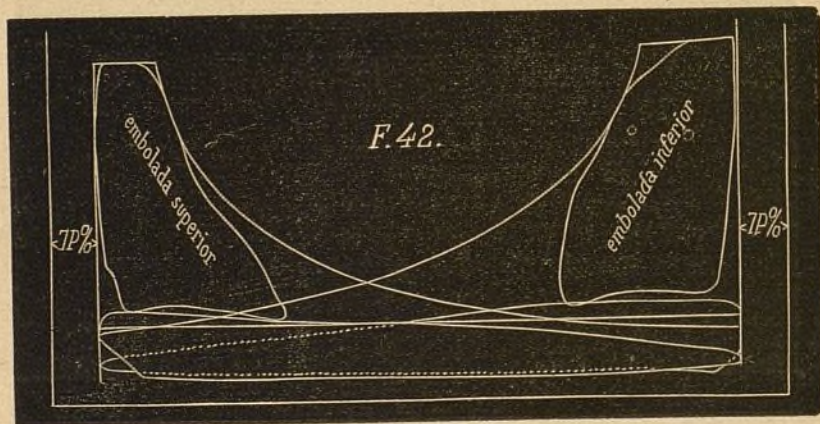
con la de un cilindro, resulta que la colocación de las dos primeras difiere de la que toman cuando pertenecen á máquinas *Compound* llamadas de alta y baja presión de cigüeñales á ángulo recto.

Creemos que no habrá dificultad de hacer la reducción de carrera del cilindro de alta presión en este otro sistema de máquinas, transportar su diagrama, trazar la curva de expansión y estudiarla despues de lo que llevamos dicho, y á mayor abundamiento, frente á la figura 42, y que representa el gráfico obtenido con los respectivos diagramas 40 y 41 correspondientes á las dobles emboladas de los émbolos de alta y de baja presión de la máquinas *Compound* del vapor *Fivaller*, cuyas máquinas tienen las siguientes dimensiones:

Diámetro del cilindro de alta presión. . .	1'118 metros
Id. del id. de baja id. . .	2'082 »
Carrera general de los émbolos. . .	1'144 »
Revoluciones que realiza por minuto. . .	56
Presión de trabajo en las calderas. . .	65 libras=4'569
Escala de presiones 30 libras por 1 pulgada (alta presión)	
Id. de id. 8 id. por 1 id. (baja presión)	

Facil sería despues de los dos ejemplos que hemos dado, resolver la cuestión en el caso de una máquina de *Cascada*; y por lo tanto, renunciamos á dar mayor número de ejemplos, á mayor abundamiento, porque no es fácil que de momento halle inmediata aplicación el que omitimos, pues esas modernas máquinas no han tomado aún un gran desarrollo y se ven de ellas pocos ejemplares relativamente á las *Woolf* y *Compound*.

Consumo de vapor deducido con auxilio de los diagramas.—Era antes costumbre muy generalizada escribir en los diagramas



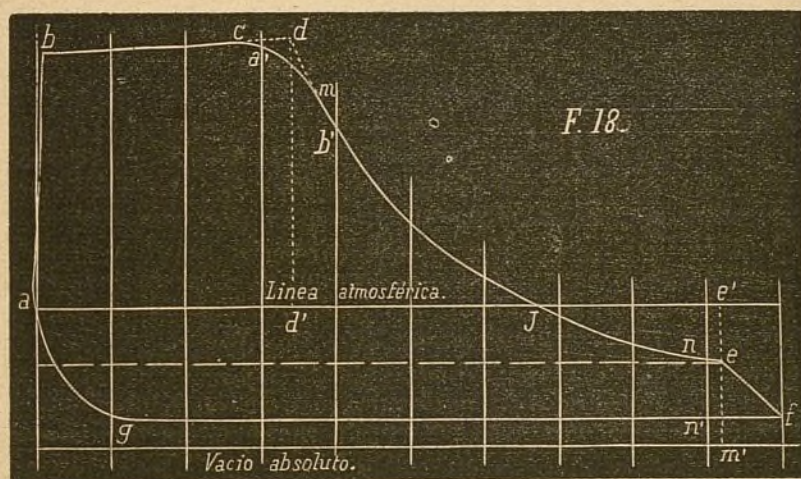
sacados con auxilio del Indicador, el consumo de vapor deducido de los mismos, pero sin razón ni fundamento que abone el desuso en que dicha práctica ha caído, son raros aquellos diagramas que lleven escrito este importante dato comparativo, que tiene aplicación al cálculo de las máquinas por el procedimiento de comparación.

Dos medios hay para calcular dicho consumo: el llamado método ordinario y el de Warrington.

Para calcular el peso de vapor gastado por una máquina por el método ordinario, se necesita ante todo determinar los elementos necesarios, como son el grado de expansión ó el de admisión de la máquina y el sistema de su regulación, ó mejor dire-

mos de distribución que ella tenga. Sabido es que es fácil inquirir uno y otro, pero tampoco se ignorará que si la máquina es de las llamadas de expansión automática, entonces es casi imposible fijar el primero de los elementos que interesa conocer. Supondremos, pues, que cualquiera que sea el sistema del aparato distribuidor, se conoce, para hacer más comprensible el procedimiento, el grado de admisión ó de expansión con que funciona.

Empezaremos, pues, por la hipótesis indicada, y partiendo del diagrama fig. 18 por ejemplo, supondremos que la máquina á que éste pertenece, tiene una admisión constante a d' de la carre



ra del émbolo y una expansión d' e'; y como sabemos que durante el período de tiempo en que el émbolo del cilindro va desde d' á e' no entra ni sale vapor de éste por estar cerrada la válvula de distribución tanto á la admisión como á la evacuación, resulta que la cantidad así encerrada solo cambia de volumen sin variar de peso aún prescindiendo del que pueda condensarse por enfriamientos y otras causas; y por lo tanto, resulta de aquí, que hallado el peso del vapor contenido en el cilindro en cualquiera de los instantes en que el émbolo recorre el espacio d' e' del diagrama, es decir, desde el cierre á la admisión hasta abrir la evacuación, se habrá logrado resolver el problema.

(Se continuará.)

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CÁLCULO DE LAS COLUMNAS METÁLICAS. (1)

*Memoria leída en la Asociación de Ingenieros Industriales
de Barcelona.*

(Continuación.)

II.

Tratemos ahora ya de aplicar los principios expuestos al cálculo de las columnas metálicas.

Hasta el presente las conclusiones teóricas de la resistencia de materiales han sido poco aplicadas á la determinación de las dimensiones de las columnas ó soportes aislados de hierro ó de fundición; habiéndose limitado en general los autores á discutir los resultados de las principales experiencias, y al empleo de fórmulas empíricas deducidas de dichas experiencias por el método de interpolación.

M. Hodgkinson, principalmente ha publicado numerosas experiencias ejecutadas en columnas macizas y huecas de igual diámetro en toda su longitud y teniendo por bases medias esferas, un plano perpendicular al eje, planos más anchos que el diámetro, y en otras columnas cuyo diámetro iba aumentando desde las bases hasta el medio de la longitud, formando así dos conos ó pirámides truncadas reunidas por sus mayores bases; se iban aumentando las cargas por compresión hasta la rotura de la columna, y se observaron los efectos siguientes:

1.º Que en todas las columnas, á dimensiones iguales, la resistencia á la rotura es próximamente tres veces mayor cuando las bases son planas y perpendiculares á la longitud así como á la dirección del esfuerzo, que cuando las bases son redondeadas ó en forma de semi-esferas.

2.º Una columna de diámetro uniforme, que tenga las bases planas y fijadas á uu disco ó á cualquiera otra pieza que impida la separación de sus fibras longitudinales, presenta la misma resistencia á la rotura por compresión que una columna de igual sección, pero de una longitud mitad de la anterior, cuyas bases fuesen esféricas, aún cuando el esfuerzo se halle dirigido según el eje.

3.º El aumento del diámetro de las columnas hacia el medio

(1) Véase el número de Octubre.

de su longitud, aumenta únicamente su resistencia de $\frac{1}{7}$ á $\frac{1}{8}$.

Discutiendo los resultados de sus experiencias, el observador inglés dedujo las fórmulas empíricas siguientes que determinan la carga de rotura en columnas de fundición cuya longitud ó altura se halla comprendida entre 25 y 120 veces el diámetro:

$$\text{Columnas macizas á bases planas.... } P^{\text{kg.}} = 10676 \frac{d^{3,6}}{l^{1,7}}$$

$$\text{Columnas huecas á bases planas..... } P^{\text{kg.}} = 10676 \frac{d^{3,6} - d'^{3,6}}{l^{1,7}}$$

P es la carga de rotura expresada en kilogramos, d y d' diámetros exterior é interior en centímetros, y l longitud de la columna en decímetros.

En la práctica la prudencia aconseja que las columnas no se hallen cargadas más que del sexto de la carga de rotura, de modo que las fórmulas que deberán emplearse son:

$$\text{Columnas macizas á bases planas.... } P^{\text{kg.}} = 1780 \frac{d^{3,6}}{l^{1,7}}$$

$$\text{Columnas huecas á bases planas. } P^{\text{kg.}} = 1780 \frac{d^{3,6} - d'^{3,6}}{l^{1,7}}$$

(Se continuará.)

NOTICIAS VARIAS

El Ictíneo Monturiol y el buque submarino Nordenfellt.—Copiamos de nuestro apreciable colega *Industria é Invenciones* la siguiente carta del ilustrado ingeniero don José Pascual y Deop, ya para rendir un justo tributo al excepcional talento del insigne cuanto malogrado D. Narciso Monturiol, ya para reivindicar la prioridad de un invento español, que hoy conmueve al mundo científico, atribuyéndolo á una nación extranjera y que á pesar de la publicidad que se le dió en su época parecen ignorar muchos españoles.

«SR. D. GERÓNIMO BOLIBAR.

Muy Sr. mio y distinguido amigo:

Hace como unos dos meses anunciaron varios periódicos, to-

mándolo de uno inglés, la verificación en Noruega de ensayos submarinos con una nave inventada por M. Nordenfelt. Aunque en una de las ilustraciones inglesas venía una pequeña representación del buque submarino, era el dibujo tan incompleto y la explicación aclaratoria tan corta, que no era posible formar siquiera aproximado concepto de la importancia del invento. Por su último número de *Industria é Invenciones* veo que ha venido *The Times* despues á satisfacer nuestra curiosidad, dándonos una reseña del buque, que aunque ligera, permite apreciar las condiciones fundamentales de la invención sueca.

De lás noticias que dieron varios periódicos sobre los ensayos de Laudeckona, y por las que da ahora el periódico inglés, de su composición se deduce: que de lo que se trata ahora en Estokolmo, y que tan vivamente ha interesado á los especialistas ingleses, es, ni más ni ménos, que de un Ictíneo exactamente igual al inventado hace 24 años por nuestro compatriota Monturiol, y que como en Inglaterra ahora, interesó vivamente la opinión pública con sus notabilísimos ensayos públicamente hechos en los puertos de Barcelona y Alicante.

La suficiente publicidad dada en aquél entonces al invento de nuestro malogrado compatriota, los notables dictámenes dados á su favor por el Ateneo Barcelonés y por distinguidos marinos de la armada; las descripciones científicas publicadas por gran parte de la prensa técnica y las relaciones de las pruebas dadas á conocer por casi toda la prensa política y literaria; la intervención á que se vió obligado el Gobierno del general O'Donnell, impulsado por el entusiasmo de todas las clases; fué todo ello de bastante bulto para que, cuando ménos en el orden de los sucesos científicos, no pasase á nadie desapercibido.

Sin embargo, no ha sido así, pues *The Times* precisamente en la noticia que da del buque sueco, se le ve enteramente ignorante de cuanto llevamos hecho en España sobre navegación submarina, y así se le ve empezar la descripción del buque de M. Nordenfelt, con el siguiente desenfado:... *el buque de Nordenfelt, el primer buque serio en su clase, fué construido en Stokolmo hace dos años... despues de hacernos saber... que la historia de estos buques no deja de ofrecer desastres, pues varios de ellos se fueron á pique con sus tripulaciones, y otros quedaron sumergidos en el fondo del mar, salvándose la tripulación gracias á sus esfuerzos y sangre fría...*

Dado el exíguo papel que España representa en Europa en casi todos los asuntos, y más que todo en asuntos científicos, conocedores los ingleses de nuestra exigüidad y acostumbrados á vernos poco dados á trascendentales invenciones, comprendo desdeñasen cuanto se hizo en España en navegación submarina,

desde 1859 á 1868, sin mostrar siquiera curiosidad por conocer lo que podía haber de sólido en la obra de nuestro ilustre compatriota.

¡Y lo que son las cosas! Para mucho ménos de lo que hizo Monturiol con su buque sumergible, los ingleses se entusiasman ahora con el buque sueco, sentando con imperturbable formalidad que nada se ha hecho hasta ahora que iguale á las pruebas de Landeckona *presenciadas por reyes y príncipes extranjeros, y 39 oficiales representando la mayor parte de naciones de Europa, Asia y América.*

Amigo decidido del progreso humano, aplaudo con verdadero desinterés á quien quiera que sea que con su talento arranque una victoria más á la Naturaleza. En este sentido aplaudí desde la primera noticia al insigne Nordenfelt por su trascendental invención.

Pero al ver sentar tan absolutamente al importante diario inglés, que nada se ha hecho parecido á los ensayos del buque extranjero; que el buque submarino de Nordenfelt es el primer buque serio de este género que se haya construído: siéntome heridas, con tales afirmaciones, en las fibras de mi patriotismo á la par que las de mi amistad hacia el inventor español, y á pesar de lo poco que valgo, me siento impelido á protestar enérgica y públicamente contra tales aseveraciones en nombre de la patria y del amigo.

Pero como los medios de publicación que convienen á una protesta semejante no están á mi alcance, he de recurrir necesariamente á quien disponga de ellos, y con esta intención me dirijo á Vd., que á la mucha autoridad de su nombre, hay que añadir la de un periódico acreditadísimo, para suplicarle—conociendo como conoce cuanto ha hecho en navegación submarina nuestro malogrado Monturiol—haga suya mi protesta; afirmando rotundamente, que lo que han visto ahora en Landeckona los príncipes de Noruega, Inglaterra, Rusia, Alemania, y los 39 oficiales representantes de la mayor parte de las naciones de Europa y América, lo hemos visto nosotros hace 23 años en aguas de Barcelona y Alicante con el buque submarino inventado y construído por Narciso Monturiol. Que si bien es cierto que no todos los inventores han sido afortunados en la realización de su obra, siendo muchos de ellos las primeras víctimas de sus errores, el Ictíneo de Monturiol ha llegado á contar más de 60 submersiones, alguna de ellas de siete horas sin que un solo accidente haya venido á sombrear larga carrera de triunfos alcanzados con el frágil Ictíneo de prueba.

Que la trascendencia del invento y la confianza en el talento del inventor que sienten ahora ingleses y suecos despues del

ensayo de Landeckona, se sintieron aquí en tanto y más alto grado por el pueblo español, ya que no solo el primer buque de ensayo, sino el segundo dotado de mayores recursos industriales, fueron debidos al entusiasmo que inspiró á todas las clases sociales la seriedad del invento y su incalculable trascendencia como arma guerrera y cámara de exploración.

Al reclamar en esta forma la prioridad del invento á favor de nuestro compatriota, paréceme estar en el terreno firme de la razón y de la equidad. De la existencia de los dos Ictíneos, respondemos todos. De sus concluyentes ensayos, queda fiel relación en las Memorias y relaciones publicadas por el inventor, y en el testimonio de cuantos fuimos actores y espectadores de ellas

Varias fueron las Comisiones que en representación de la marina y Centros científicos diversos honraron la cámara Ictínea para cerciorarse debidamente de las conclusiones adelantadas por el inventor.

Todo el mundo sabe, porque todo el mundo [se enteró de ello, que el Ictíneo de Monturiol con su cámara herméticamente cerrada y con entera independencia de la vida y acción atmosférica, navegaba horas enteras entre dos aguas, ascendiendo y descendiendo con la ligereza y libertad del pez.

Y si el primer Ictíneo de ensayo—en razón á la escasez de recursos pecuniarios—solo pudo probar la eficacia de los procedimientos inventados para asegurar la navegación sub-acuática, el segundo Ictíneo demostró la trascendencia de su acción como arma de guerra, disparando repetidos cañonazos á flor de agua que preparaba y cargaba sumergido. Y se habría hecho la importante prueba de disparar torpedos que estaba ya muy adelantada, si la terrible falta de dinero no hubiese entrigado en mal hora el Ictíneo á sus acreedores.

Con estas afirmaciones, que repito, nadie puede rechazar siquiera como dudosas, ya que son la historia reasumida de cuanto hizo el Ictíneo públicamente, creo podrá encontrar *The Times* seria corrección á su lijereza; logrando al mismo tiempo el doble resultado de que cuantos españoles desconozcan, como el mismo diario inglés, lo que hizo en España en tan trascendental asunto, sepa, al leer estas líneas, que con el buque sueco y las pruebas de Landeckona se ha hecho exactamente lo mismo que hizo Monturiol con su buque submarino.

La descripción del buque sueco que hace el diario inglés, aunque ligera, es lo suficientemente expresiva para poderse dar cuenta de la naturaleza de los elementos sustanciales que caracterizan la invención. En este terreno, puedo formalmente garantizar á Vd., que si se estableciera un parangón entre bu-

que y buque, la ventaja estaría toda ella de parte de la invención española. No rehuyo hacer este estudio el día que algunos de los acreditados periódicos técnicos ingleses nos den una descripción completa del buque extranjero.

Mientras tanto, permítame Vd., y con ello daré por concluidas estas mal hilvanadas líneas, que con los elementos esenciales de la invención que cita el diario inglés, establezca un paralelo con sus correspondientes del Ictíneo para que vea cuánta semejanza, por no decir identidad, existe en algunos elementos capitales de ambas obras, y con cuánta razón presiento que de un exámen comparativo de todas ellas resultaría á favor del Ictíneo una considerable ventaja.

BUQUE SUBMARINO DE NORDENFELT.

Cámara hermética afectando la forma de cigarro, de 19-metros de largo por 2'75 de manga. Escotilla y mirador central.

Admisión de agua para disminuir el calado cuando flota.

Timones horizontales para asegurar la horizontalidad del buque sumergido.

Hélices horizontales como único medio de submersión.

Freno automático para parar la función de los hélices de submersión al llegar á cierta profundidad. El ascenso se obtiene por la paralización de estos hélices.

Medios de ascenso rápido para caso de peligro, ninguno se cita.

Vapor de agua aplicado en máquina de vapor y generado en una caldera ordinaria, como motor flotante, moviendo un hélice de la paleta.

Motor submarino.—El vapor generado cuando flotante y almacenado en depósitos á 1'5 atmósferas de presión para alimentar una pequeña máquina de vapor, distinta de la máquina flotante.

Respiración. No habla el periódico inglés de medio alguno para la renovación de la atmósfera Ictínea. La prueba de Landeckona, dice, se hizo sin renovar la atmósfera interior, á pesar de una duración de seis horas y no lleva *depósitos de aire comprimido*.

BUQUE SUBMARINO DE MONTURIOL.

Cámara hermética afectando la forma de pez de 17 metros largo por 3 metros manga. Escotillón y mirador central.

Vejigas de flote para admision de agua, á fin de disminuir el calado cuando flota.

Lastres de equilibrio interiores para asegurar la horizontalidad del buque sumergido.

Hélice horizontal como único medio de submersión en el buque de ensayo. Abandono del hélice en el 2.º Ictíneo por las *vejigas natatorias*.

El ascenso y descenso confiado á las vejigas natatorias cuyo mecanismo es todo interior.

Para ascensos en casos de apuro, á más de las vejigas natatorias, los *lastres áridos* y los *lastres de apuro*.

Vapor de agua aplicado en máquina de vapor y generado en una caldera ordinaria como motor flotante, moviendo un hélice de la paleta.

Motor submarino.—El vapor de agua, obtenido cuando el buque está sumergido y á medida que se necesita, por medio de una mezcla de combustible y comburente sólido, que no dan gases como producto de la combustion. El vapor á 1'5 atmósfera se suministra á una pequeña máquina de vapor distinta de la máquina flotante.

La renovación de la atmósfera Ictínea se logra por la absorción del ácido carbónico, y la emisión de nuevo oxígeno generado en la misma cámara.

La casi identidad de recursos empleados, según se desprende de esta lijera comparación, creo que sorprenderá á Vd. como á mí me ha sorprendido. Los medios de equilibrio y submersión; la multiplicidad de máquinas motrices para los dos servicios flotante y submarino; la forma de la nave; el propulsor; todos parecen obedecer á un pensamiento común, aunque algunos de ellos, con visible superioridad por parte del Ictíneo español.

Si la creación de Monturiol hubiese venido 26 años después de la de Nordenfelt, así como vino 26 años ántes, de seguro que serían muchísimos los que darían por cierto que la invención española era una torpe imitación de la creación extranjera.

Si para su ilustración necesita Vd. más ámplios informes sobre el Ictíneo de los que contienen estas pocas líneas, me bastará su más pequeña indicación para ampliárselos hasta donde sea necesario.

Aprovechando esta nueva ocasion, se repite su amigo y S. S.

q. b. s. m.

JOSÉ PASCUAL DEOP,
Ingeniero Industrial.

Barcelona 16 Noviembre 1885.

BARCELONA.—Establecimiento Tipográfico de José Miret, calle de Cortés, 289 y 291.