

# REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL.

---

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
BARCELONA.

---

PREMIADA CON MEDALLA DE ORO EN LA EXPOSICIÓN EXTRANJERA DE BOSTON

---

Año 8.º núm. 4.º Abril 1885.

---



BARCELONA.

---

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



# PRECIOS CORRIENTES EN ESTA PLAZA EN 31 MARZO 1885.

*Drogas y productos químicos.*

	100 ks. Pts. C.
Azufre de 1. <sup>a</sup> Sublimado (flor de).	23 50
» 1. <sup>a</sup> bella.	17 50
» 2. <sup>a</sup> »	16
» 3. <sup>a</sup> 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).	30
Pirolinito de hierro.	12 50
» de alumina.	15
Sal saturno (acetato de plomo).	72
Nitrato de sosa (97½ nitrato puro).	31
Litargirio.	50
Crémor tártaro.	300
Cromato rojo de potasa (bicromato).	100
Alumbre mazarrón.	20
» refinado (sin hierro).	21
Caparrós (sulfato de hierro).	8
Cipré (sulfato de cobre).	75
Sal de estaño (cloruro de).	200
Acids muriático (clorhidrico).	15
» sulfúrico 66°.	10
» » 52°.	6
» nítrico 36°.	50
» » 40°.	59
» » 48°.	120
» oxálico.	135
» cítrico.	450
» tartárico.	425
Almidón inglés.	75
Fécula patatas.	48
Albumina de huevos.	800
» de sangre.	1 75
Extracto de campeche sólido.	100 y 115
» de palo Basil.	425
» graneta.	375
Aceite de anilina.	400
Alizarina roja.	550
» violada.	600
Añil.	1750
Sal de anilina (clorhidrato).	300
Sulfato de alumina.	18
Sal amoniaco.	125
Clorato de potasa.	150
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.	31
Plancha y tubo.	36
Estaño.	260
Zinc.	62
Cobre.	170
Antimonio. Régulo.	150
Hierros redondos y cuadrados, de 29 á 34	
» planos.	de 29 á 33 50
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 » »

Ladrillo refractarios, á 165 ptas. millar.  
Cristales rayados para cubiertas y claraboyas,  
1/4 pulgada inglesa de espesor, á 15 pese-  
tas metro cuadrado.

Tejas pla- (Hasta 100, á 4 ptas. una.  
nas de (Desde 100 en adelante, á 3'75 pe-  
cristal. setas una.

pinamita, núm. 1. . . . . 31 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 co- (1'50X1 m.  
rrientes. (1'50X0'50 } á 4'50 rs. k.  
(1 X1 }  
(1 X0'50 }  
(0'50X0'50 }

Embalaje y transportes de cuenta y riesgo  
del comprador.

## *Correas para transmision.*

Dobles de 0 á 16 cent. ancho, á 42'50 rs. kilo  
» de 17 á 20 » » á 44 » »  
» de 21 á 30 » » á 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 cue- (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.<sup>a</sup> á 30 rs. Kilo.

» engrasadas, 1.<sup>a</sup> á 28 » »

Tirataces del lomo, 1.<sup>a</sup> á 30 » »

» de pescuezos engras, 2.<sup>a</sup> á 20 » »

## *Maderas en tablones*

Tablones. Rusos de 14 pés y 3X9 pulg. á 66'25 d.<sup>a</sup>  
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.  
elis de 14 » » á » (0'20m).  
Plas.

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  
Tubos. (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.<sup>a</sup> 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.

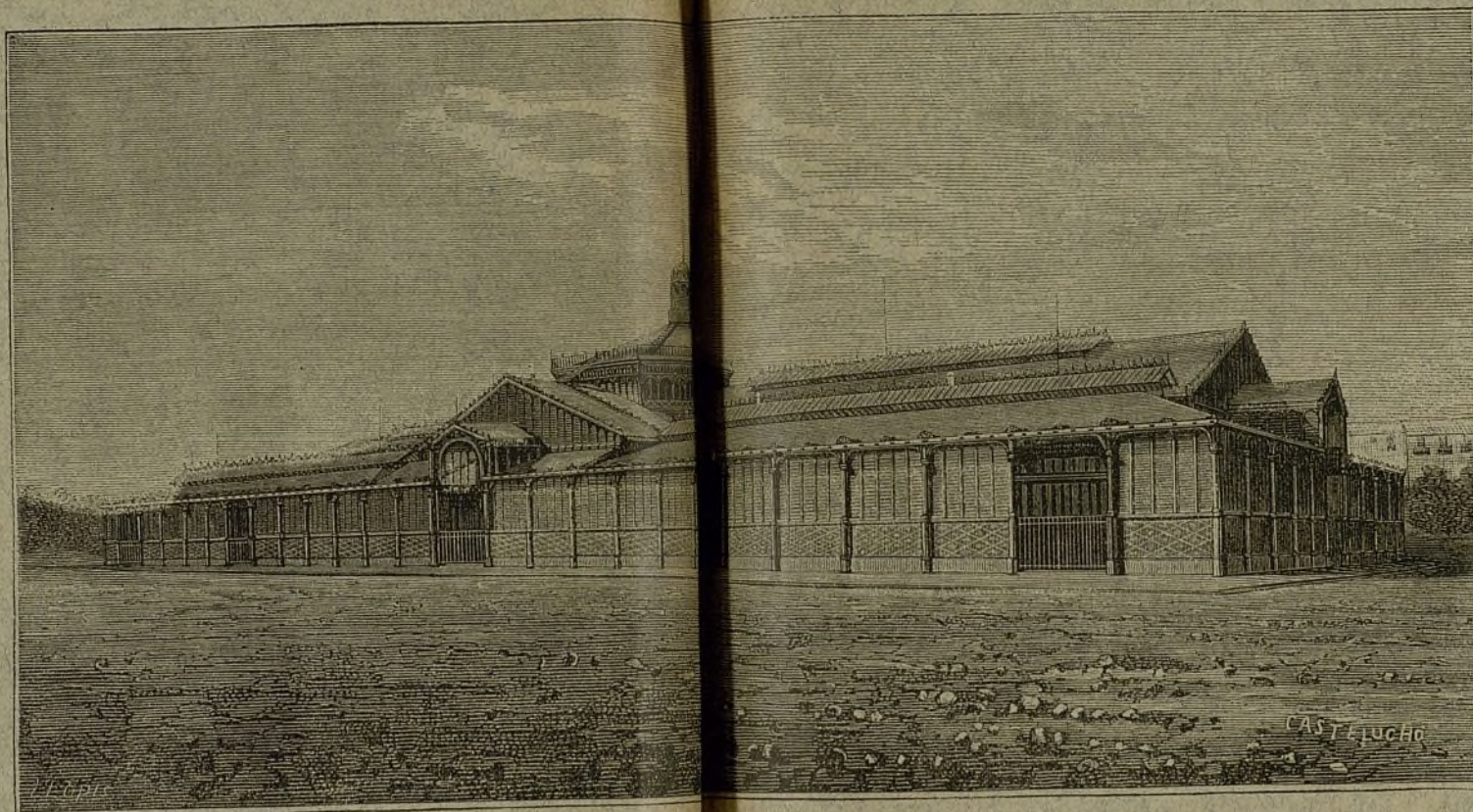
*Calle de Pelayo, 44, bajos.—Barcelona.*

22



# LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARÍTIMA.

BARCELONA.



MÁQUINAS DE VAPOR  
FIJAS, SEMIFIJAS Y PORTÁTILES.

MÁQUINAS  
PARA EXTRACCIÓN Y DESAGÜE DE MINAS.

MÁQUINAS PARA LA MARINA.

GENERADORES DE VAPOR.

TRABAJOS CALDERERÍA.

HIERRO FUNDIDO TODAS DIMENSIONES.

LOCOTORAS.

MATERIAL PARA FERRO-CARRILES.

CONSTRUCCIONES METÁLICAS.

PUERTAS ARMADURAS

MERCADOS PÚBLICOS.

MOTORES HIDRÁULICOS.

TRANSMISIONES DE MOVIMIENTO.

FUNDICIÓN DE HIERRO Y BRONCE.

PROYECTOS INDUSTRIALES.

Ayuntamiento de Madrid



# RECONSTITUYENTE

PARA LOS FRUTALES Y LA VIÑA.

*Preservativo contra la filoxera y toda clase de pulgones en la viña y frutales.*

Toda viña en donde aun no haya aparecido el maléfico insecto, ó que sea muy reciente su aparición, puede estar á cubierto de la terrible plaga, dando al pié de cada cepa dos ó tres puñados de **reconstituyente**, echándolo en un pequeño surco al rededor de la planta y distando un palmo del tronco. La filoxera, al invadir las cepas, principia su estancia en las raíces y nudo vital de la planta, precisamente es en donde llevan su accion las sales que forman nuestro **reconstituyente**. En la fisiología vegetal de los frutales y viña obra como dice su nombre, estimulando y reconstituyendo para la rehabilitación y renovación de las raíces. En lo cultural, nuestro **reconstituyente** obra como un excelente escarificador de mucha eficacia para destruir el *moho ó blanqueta* que aparece muy á menudo en las raíces de varios frutales, como *Naranjos, Algarrobos, Melocotoneros, Manzanas*, etc., y que sin advertir el agricultor la causa, le privan de la cosecha del fruto y hasta acaban finalmente con la vida de la planta.

Nuestro **reconstituyente**, se expende en saquitos de 50 kilos en los almacenes de los señores Vicente Ferrer y C.<sup>a</sup>, Plaza Moncada, 1 y 3, y en su Droguería Sucursal, calle de la Princesa, n.º 1.

ÚNICOS DEPOSITARIOS.

**BARCELONA.**

**HECKNER Y C.<sup>a</sup> 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

**FABRICACION 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.**

5



# MÁQUINAS AGRÍCOLAS, VINÍCOLAS É INDUSTRIALES.

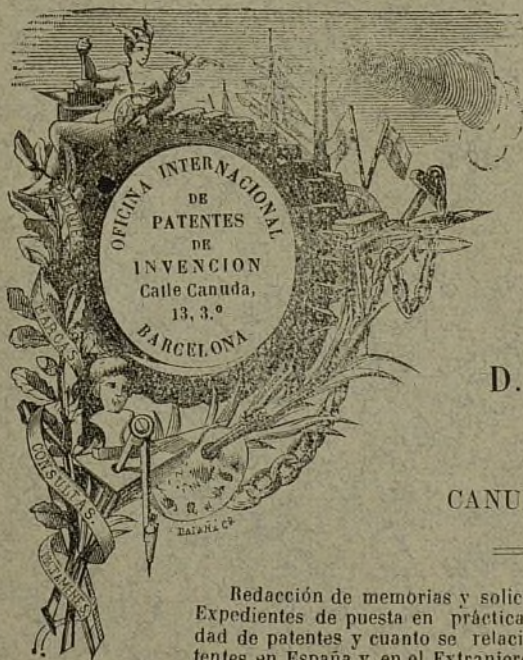
DIRECTOR MONSIEUR BUREAU, INGENIERO.

MORATONA, GENIS, BARCONS Y C.<sup>a</sup>

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 presión.  
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, azúcar, 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 hierro, bronce, latón, goma y lona.

21



## PATENTES DE INVENCION

Y

MARKAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

## OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCION 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 nulidad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de patentes en España y en el Extranjero.

18



## MANUFACTURA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

ACIDO SULFÚRICO, NÍTRICO, CLORHÍDRICO SULFATO, NITROSULFATO,  
NITRATO DE HIERRO Y SULFATO DE SOSA,

DE BOADA Y BUIGAS.

**DESPACHO: Plaza del antiguo Horne, 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 TECNOLÓGICA-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona.—Abril de 1885.

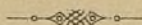
---

## SUMARIO.

FERRO CARRILES: Ferro-carriles de poco coste, discurso leído por don Antoni Sans y Garcia, al tomar posesion del cargo de presidente de la Asociación de Ingenieros industriales de Barcelona. (Continuación).—Soportes metálicos, por el ingeniero D. José M.<sup>a</sup> Camps y San F. lin.—LEGISLACIÓN: Péritos mecánicos de los puertos.—EXPOSICIONES: Exposición Aragonesa de 1885.—NOTICIAS VARIAS: Cargos desempeñados por los Ingenieros Industriales españoles.—Ingenieros industriales que terminaron sus ejercicios de título en los años 1882, 1883 y 1884.—Anuarios.—Sección de legislación estadística é higiene.—Junta directiva de la Asociación central de Ingenieros Industriales.—Atribuciones.—Láminas II y III.

---

## FERRO-CARRILES.



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

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

(Continuación.)

Estas son también las disposiciones que se emplean para las obras que tengan mucho peso de tierra, porque dichas aletas sirven al propio tiempo como contrafuertes de los muros de frente.

Cuando haya temor de que el agua pueda llevar impetuosidad torrencial á la vez que encuentre facilidad para extenderse, por lo llano que es el terreno, y pueda coger las aletas por detrás para derribarlas, se podrá construir al pié de las mismas un tambor de altura poco mayor que la de las máximas avenidas, como indican las figuras 12 y 13.

---

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



Por sistema, no puede darse preferencia á ninguna de todas estas disposiciones, pues cada una tiene sus particulares aplicaciones por las razones mencionadas, y el coste, que deberá tenerse muy en cuenta, no será á veces bastante motivo para dar la preferencia á las más económicas, pues antes que á la economía debe atenderse á la solidez de la vía.

Siempre que se trate de obras cuyos muros tengan más de dos metros de altura se construirán con paramentos inclinados y podrá darse á sus taludes inclinaciones de  $2\frac{1}{2}$  á 5 centímetros por metro de altura, para los estribos, y 5 centímetros en el primer caso y 10 centímetros en el segundo para las aletas, que son los taludes más comunmente usados.

La coronación de estas aletas se hará con una albardilla de ladrillo ó sillería de 15 ó 18 centímetros de espesor según lo que cueste uno y otra y pueda gastarse, y en la parte inferior se construirá un pilar de sillería ó de ladrillo también, ó si se prefiere se colocará simplemente un sillar que haciendo las veces de aquel y llevando la inclinación del tizón de dicha albardilla retenga á ésta para que no resbale.

*Alcantarillas y pontones.*—Todas las observaciones que hemos hecho referentes á los caños y tageas son igualmente aplicables á las demás obras de fábrica, como las que constituyen el encabezamiento de este párrafo. Siempre que el excesivo coste no sea obstáculo serán preferibles las alcantarillas ó pontones cubiertos á los descubiertos y de aquellos se preferirán los de bóveda á los de tramos de madera ó de hierro siempre que la altura de la obra lo permita. Las bóvedas deberán estar protegidas por una capa de tierra y se procurará sean de medio punto ó de arco en asa de cesta: las de un solo arco de círculo escarzano no son recomendables.

La forma general de las bocas, aletas y demás partes de los pontones ó alcantarillas cubiertas es la misma que la de las tageas pero no sucede así con las descubiertas en razón de los largueros ó formillas que constituyen el tramo y que obligan á construir un escalón al nivel de la parte inferior de éstas como se manifiesta en las figuras 13, 14 y 15 (lámina II.) El ancho de este descanso en el sentido del eje de la vía, ha de ser unos diez centímetros mayor que la longitud de apoyo de las formillas para que éstas no opriman la mampostería y la descompongan. Con este mismo fin se tomarán las precauciones necesarias para que el tramo no se corra y haga más tarde lo que con la precaución anterior se ha tratado de evitar; así por ejemplo: se podrá sujetar una de sus extremidades á los sillares de asiento por medio de cuatro *espárragos* de 20 á 30 milímetros de diámetro, por cada



formilla, siempre que la obra esté próxima á una pendiente que haga predominar la velocidad de los trenes en un determinado sentido y el extremo á que se colocarán será el de la parte de donde se halle la pendiente. Cuando el tramo es de madera esta precaución es poco necesaria, porque es difícil el resbalamiento de este material colocado encima de piedra mientras que los de hierro como hay que colocarlos sobre planchas de resbalamiento hechas del mismo metal ó de fundición, pueden correrse fácilmente.

Las planchas de resbalamiento tienen dos objetos: el que indica su nombre; esto es, facilitar el movimiento del tramo debido á las variaciones de longitud por causa de los cambios de temperatura, y además, repartir la carga que soporta la extremidad de la viga en una superficie suficiente para que las piedras de asiento no sufran deterioro por exceso de carga. En tramos que no excedan de 4 metros siempre podrán emplearse para estos propósitos planchas de hierro laminado, pues aunque se trate de ferro-carriles que tengan locomotoras con cargas de 12 toneladas por eje resistirá bien sin deformarse una plancha de 12 á 15 milímetros de espesor y de 35 á 40 centímetros de ancho, aun tratándose de vigas cuyas cabezas no tengan más de 20 á 25 centímetros; pues, en el supuesto de que las vigas descansen sólo en una longitud de 40 centímetros tendrán una superficie de apoyo de 800 centímetros cuadrados que ejercerán en la piedra una presión de sólo 12 kilogramos por centímetro cuadrado. En tramos mayores y ferro-carriles de trenes pesados como el ejemplo propuesto, ya deberán emplearse planchas de rozamiento de fundición cuya forma tienda, según queda manifestado, á aumentar la base de sustentación.

Los tramos de madera salen baratos de construcción pero sólo duran unos cinco años, suponiendo que son de pino resinoso, de modo que se han de renovar muy á menudo, al revés de los de hierro que teniendo cuidado de cambiar los roblones flojos y la pintura tan sólo hay que relevar los largueros ó traviesas de madera en las cuales el carril está clavado pues las vigas duran, puede decirse, indefinidamente, resultando así más económicos, y sobre todo tienen la ventaja, jamás bastante ponderada, de no ofrecer el peligro á la circulación de los trenes que una prematura putrefacción de una viga puede ocasionar si no se observa á tiempo, ó si se quema por causa del fuego caído de las locomotoras, como sucede algunas veces.

La interposición de largueros de madera ó traviesas entre las vigas de hierro y los carriles es indispensable para disminuir la dureza de la vía y facilitar la sujeción de los últimos. Háse suscitado varias veces la cuestión de si es preferible el empleo de los primeros ó el de las segundas, bajo los puntos de vista económi-



co y práctico. El coste de un larguero de madera para una alcantarilla de 4 metros luz de ferro-carril ordinario y cuyas dimensiones serán 5 metros de largo, 0<sup>m</sup> 26 ó poco más de ancho y 0<sup>m</sup> 15 de espesor en el centro, será de unas 40 pesetas labrado y colocado; de modo que el tramo costará en este caso por dicho concepto 80 pesetas; mientras que colocando traviesas de roble espaciadas de 60 centímetros de centro á centro y valoradas á 6'50 pts. una cajeadas y colocadas, entrarán 9 y costarán 58'50 pesetas. Saldrá por tanto más barato el uso de las traviesas, aún teniendo en cuenta que han de sujetarse á las formas con un tornillo en cada extremo y los largueros con tornillos espaciados de un metro, máxime si se observa que la duración natural de las traviesas será mayor que el de los largueros que se pudren ántes y se hienden por la línea de los tirafondos ó escarpías de sujeción de los carriles. En cambio, será más fácil que se quemen que los largueros, destruyéndose ántes por esta razón y siendo un peligro para la vía, y también tendrán la desventaja de dejar sin apoyo la parte de los carriles comprendida entre una y otra traviesa. Para impedir que puedan quemarse las traviesas se tapan por un entablonado, por lo ménos en el interior de la vía, que es donde más peligro corre, cubriéndolo luégo con balasto con lo cual además se tiene la ventaja de poder cruzar el tramo sin peligro alguno para los guardas y otros agentes que se ven obligados á recorrer la vía.

Para un ferro-carril económico, el empleo de las traviesas en estas condiciones será, sin duda, la mejor disposición.

El coste de un tramo metálico y de una bóveda de ladrillo, para el ancho de 4 metros será próximamente el mismo y quizás algo mayor el de esta última, teniendo en cuenta el mayor espesor que requerirán los estribos; pero la conservación, si la obra está bién hecha, será más barata para una alcantarilla abovedada; por cuya razón, deberá preferirse el empleo de bóvedas si la altura de la rasante lo permite, mayormente si la localidad puede proporcionar sillarejos que procedentes de piedra de buena calidad y de bancos delgados salgan á bajo precio. Traspasando el ancho de ocho metros puede decirse que en general será preferible el uso exclusivo de tramos metálicos.

Si en tramos, de 4 metros en adelante, no hay duda alguna que la disposición más ventajosa para las alcantarillas y pontones que no son abovedados es la que acabamos de explicar; esto es: vigas de plancha de hierro con largueros ó traviesas de madera encima de ellas, no sucede lo mismo con tramos de menor luz y mayores de un metro que exijan ya algo más que el simple apoyo de un paso de traviesas. Efectivamente, la altura de las vigas de hierro se hace siempre próximamente igual al décimo de la



luz de la obra y si éste es de 1<sup>m</sup> 50 ó 2<sup>m</sup> 00 por ejemplo, debería tener aquella tan sólo 0<sup>m</sup> 15 ó 0<sup>m</sup> 20 que es demasiado poco para permitir la construcción de vigas de plancha, y sin embargo, no pueden ponerse en su lugar y en igual disposición vigas laminadas porque proporcionadamente á su altura no tendrán sus cabezas más de 8 á 10 centímetros de ancho y sería pequeño el apoyo que ofrecerían, no decimos á los largueros de madera porque en este caso serian inaplicables, sinó hasta á las traviesas que tendrán poca superficie de asiento. Para obviar estos inconvenientes se ha propuesto y propagado el empleo de dos viguetas doble *T* laminadas, reunidas por un larguero de madera en el cual va fijado el carril, (figuras 16 y 17) y también el empleo de piezas en [ en lugar de las viguetas doble *T* y dispuestas como las de la (fig. 19.) Ambas disposiciones son muy defectuosas, por que los largueros de madera no duran más de cuatro á cinco años y es difícil su sustitución; por cuyo motivo nos parecería muy preferible adoptar para cada formilla la disposición de las figs. 20, 21 y 22; pudiéndose hacer los traveseros *a*, *b*, *c*, *d*,..... ya sea con plancha de hierro doblada en doble ángulo recto ó con pedazos de hierro en [ de la misma clase que las viguetas y aún de la misma dimensión. Esto, permitiría la fácil colocación de largueros de madera ó de traviesas que corresponderían una en cada travesero, y se fijaría, por medio de un tornillo en cada uno de los mismos. A fin de asegurar la invariabilidad de la distancia relativa de las dos formillas se podrían usar tirantes que pasasen al través de tubos ó bién que tuvieran rebordes ó tuercas que apoyasen contra las caras de las formillas que miren al interior de la vía.

En el cálculo de las vigas para las obras de fábrica que constituyen este artículo, téngase presente, que para evitar resulten dimensiones demasiado exiguas que no aseguren rigidez bastante al conjunto por más que sean suficientemente resistentes á los esfuerzos de flexión á que están sujetas, convendrá en muchos casos atribuir al hierro un coeficiente de sólo 3 ó 4 kilogramos por milímetro cuadrado de sección y por supuesto que la carga accidental no ha de contarse como en un puente de grandes dimensiones viendo, dadas las separaciones de los ejes, cuantos serán los que podrán estar comprendidos á la vez dentro de la obra y de ahí, por la carga correspondiente á cada eje, deducir la carga total que corresponderá á las vigas. Es frecuente tratándose de ferro-carriles de ancho ordinario tener que suponer, por esta consideración, una carga de 13 toneladas por metro lineal de tramo.



III.—*Servidumbres de paso.*

Láminas II y III.

*Pasos á nivel.*—No tienen en los ferro-carriles económicos, las servidumbres de paso ó cruce de la vía por los caminos, la importancia que debe otorgárseles en una línea principal donde se procura, imponiéndose costosos sacrificios, suprimir cuantos pasos á nivel sea posible convirtiéndolos en pasos superiores ó inferiores. Esto, bajo el punto de vista de la seguridad á la circulación de los trenes, siémpre será conveniente; pero en ferro-carriles como los que nos ocupan, la circulación, tanto por los caminos atravesados, como por la vía, es relativamente pequeña y menor la velocidad de los trenes, circunstancias ambas que tienden á quitar importancia á estos cruces, y si á ello se agrega que en los caminos carreteros de mucha circulación, en la mayor parte de los casos convendrá establecer *altos* y aún estaciones, disminuyen todavía estos peligros por las paradas forzosas de los trenes. Empero, siempre que las condiciones de la localidad sean tales que á pesar de lo que diremos en el capítulo tercero sea forzoso establecer vigilancia constante en un camino determinado, será preciso ó bién construir junto al mismo una casilla de guarda que se podrá ceder á un peon de la vía casado y cuya mujer pueda ejercer el cargo de guardesa del mencionado paso mediante una pequeña retribución de cuarenta ó cincuenta céntimos de peseta diarios, en el supuesto de que se trata de un servicio de día como corresponde á este género de ferro-carriles, que si se tratara de servicio de noche precisaría el empleo de un hombre para el indicado cargo ó bien poner un hombre aún siendo el servicio de día, y construir una garita para guardarse de la lluvia: esta segunda solución será más económica de momento pero más cara la explotación, siendo por lo mismo preferible la primera. A veces el haber una mujer á propósito en una casa de campo cercana á la vía puede evitar la construcción de una casilla.

La construcción de un paso á nivel se reduce á la construcción de dos cunetas cubiertas del ancho del paso siempre que sea necesario conducir al otro lado del mismo el agua de las cunetas de la explanación de la vía, y á la colocación de una cadena sostenida por dos pilarotes de hierro á uno de los cuales se sujeta con un gancho remachado en él. En ciertos casos, y esto ocurre con alguna frecuencia en ferro carriles de mucho tráfico, será necesario colocar rastrillos ó barreras que podrán construirse de madera ó de hierro. En varias obras están descritos y dibujados esta clase de objetos dispensándonos entrar en más



detalles respecto de sus diversos sistemas, pero permítasenos que digamos algo de los menos conocidos y que merecen especial mención.

Nos referimos á algunas barreras de cierre automático utilísimas en todos casos, pero sobre todo en pasos ó de mucha circulación ó de grandísima oblicuidad. Vamos á citar los principales sistemas.

1.º Barreras giratorias equilibradas.— De estas barreras hay una bonita aplicación en el cruce de la carretera de Barcelona á Ribas por el ferro-carril de Barcelona á Zaragoza perteneciente á la Compañía del Norte. Cada barrera consta de dos hojas (figuras 23 y 24) de hierro ligero en forma de celosía cuya parte inferior dista unos 25 centímetros del suelo y la superior 1<sup>m</sup>,15 y van montadas en un eje por el centro de cada una, puestos verticales y de los que se cuelgan dichas hojas. Estos ejes han de tener mucha resistencia para que á pesar del equilibrio que se establece entre las dos partes de la hoja no sean vencidos é impidan el buen funcionamiento de la barrera á causa de su inclinación. El ejemplo á que nos referimos ofrece el caso de un paso muy oblicuo en una carretera ancha y de muchísimo tráfico, donde además se establecieron las cosas de modo que las cuatro hojas se mueven desde el punto donde tiene la garita el guarda y por el solo manejo de dos palancas iguales á las que se emplean para la maniobra de los discos de las estaciones. Las ventajas que esta barrera ofrece á la Compañía y al público son inmensas y se comprenderá que tratándose de una localidad donde hay tanta circulación fué forzoso hacer la maniobra de las barreras por debajo del afirmado de la carretera por medio de cadenas y alambres que corren en las gargantas de poleas y que se plegan en arcos de hierro fijados en la parte inferior de los ejes; arcos que solo tienen poco más de un cuarto de círculo y cuya longitud es justamente la longitud que permite recoger ó soltar las palancas de maniobra que hemos dicho se emplean para moverlos. Las figuras representan el conjunto de la disposición de estas cadenas y el emplazamiento de las palancas *a*, *a*.

Un contrapeso subterráneo para cada hoja tiende á poner las barreras perpendiculares á la carretera tan pronto como las palancas de maniobra aflojan la cadena ó siempre que el alambre ó cadena se rompe.

El inconveniente de este sistema de barreras es el tener que ocupar el interior de la carretera con los pilares ó ejes de las cuatro hojas, lo cual solo podrá hacerse cuando el ancho de la carretera permita aprovechar las tres partes en que queda dividida de este modo. La de la carretera de Ribas estaba muy motivada, porque el paso central que resulta de 5<sup>m</sup>,20 está desti-



nado al paso de carruajes de toda especie y los dos laterales, que son de 2.<sup>m</sup>60 cada uno, al de los trenes de la tranvía de Barcelona á San Andrés.

2.º Barreras con torniquetes automáticos.—Cuando un paso ha de servir exclusivamente para peatones sin que deba ejercerse en él vigilancia especial, se pueden colocar torniquetes de madera ó de hierro, que ó bien deberán tener la forma de cruz en proyección horizontal para que siempre queden cerrados ó bien podrán tener la disposición representada en las figuras 25 y 26, en la cual por la ligera tensión ejercida por la doble cadena al colocar la barrera en la posición representada con puntos para lo que viene justa la longitud de la cadena que en la figura 25 se representa holgada.

3.º Barreras correderas manejadas desde un solo punto.—Conforme indicamos antes, conviene siempre manejar las barreras desde un solo punto: así el guarda lo hace con más rapidez y no tiene que exponer su vida atravesando la vía en momentos en que el tren pueda cojerle. Por esto deben recomendarse las disposiciones que permitan esta cualidad y aún tratándose de barreras correderas podrá conseguirse de varios modos: no obstante su más difícil manejo que las giratorias, así, por palancas como en el caso anterior y contrapesos y también por éstos y la ayuda de una presión hidráulica ejercida en un cilindro. En ámbos casos los contrapesos que tenderán á volver la barrera á su primitiva posición deberán obrar en una cadena arrollada sobre un cilindro *diferencial*, en la mayor parte de los casos, si se quiere evitar un pozo demasiado profundo donde se mueva el contrapeso, pozo que sería difícil desaguar; pues, la carrera del contrapeso deberá ser igual á la longitud de la hoja respectiva de la barrera que se trata de mover; miéntras, que de esta manera puede darse la longitud que se quiera á esta carrera y aún reducirla á la pequeña altura de uno de los pilares de la barrera con lo cual se conseguirá que quede todo á la vista y no haya necesidad de pozo alguno. Ya se comprenderá que para realizar lo que decimos la cadena que tire de la hoja de la barrera deberá correr cuanto deba correr ésta, se arrollará en un cilindro de diámetro grande y la cadena del contrapeso en una parte de este mismo cilindro de diámetro reducido; de modo, que si  $L$  es la carrera de la barrera,  $l$  la del contrapeso,  $D$  y  $d$  los dos diámetros y se quiere para acortar el tiempo de la maniobra que con una vuelta y media del cilindro quede hecha se tendrá la igualdad

$$\frac{L}{l} = \frac{D}{d}$$



Fig. 1.- Travesa Bergeron

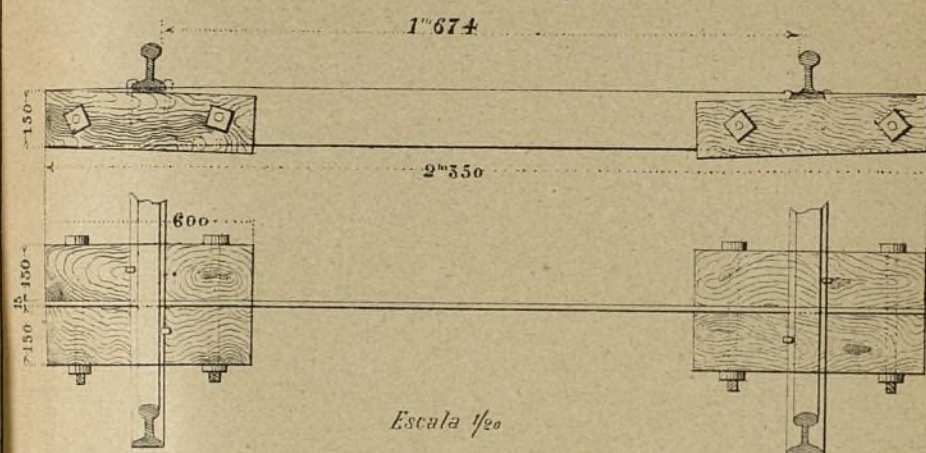


Fig. 2.-Travesa Vautherin con grapas y cuñas.

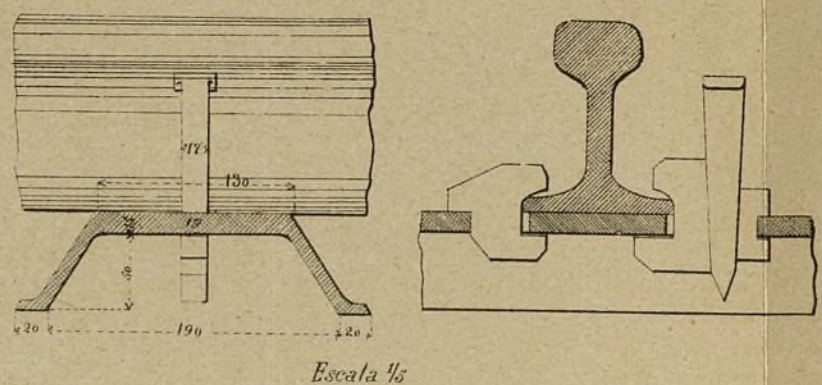


Fig. 3.-Travesa Vautherin con grapas y tornillos

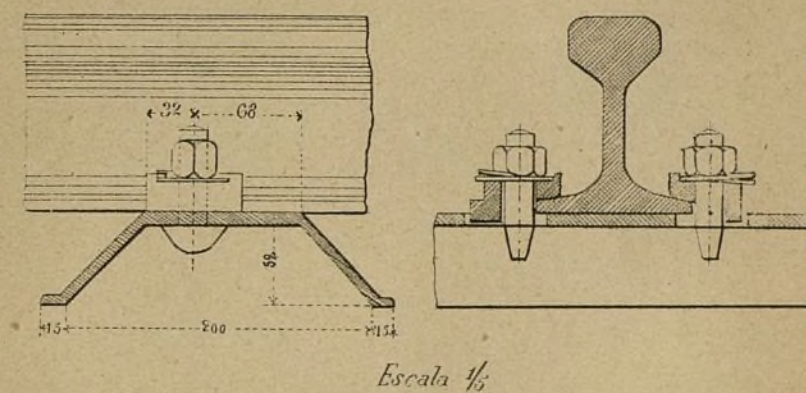


Fig. 4.- Travesa Vautherin con grapa y resorte.

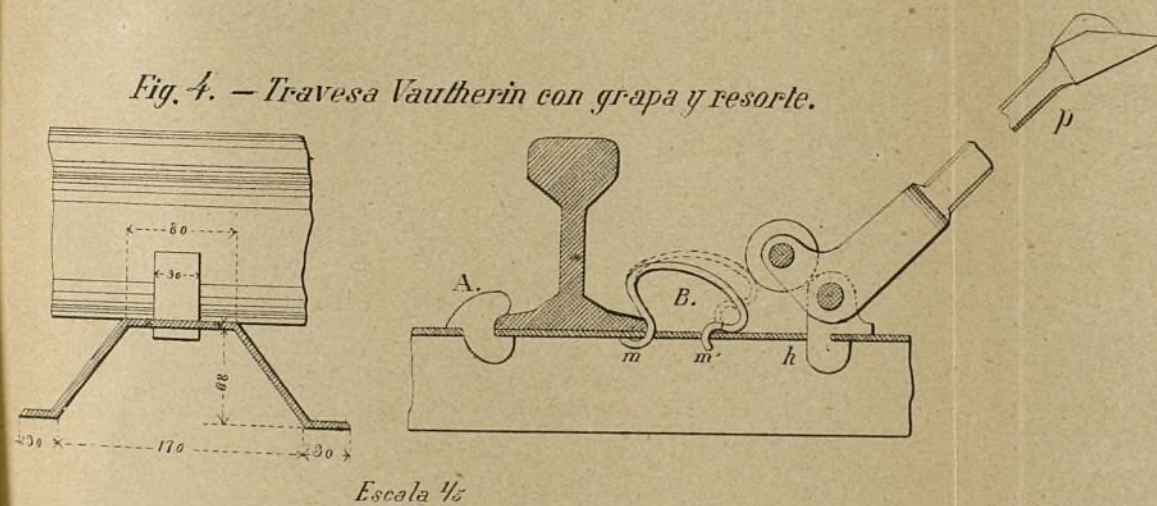


Fig. 5.- Sistema Hilf.

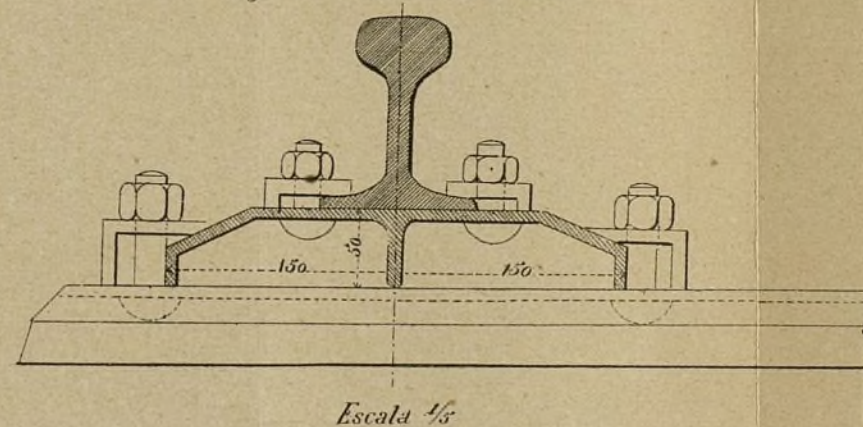


Fig. 6.- Sistema Harly.

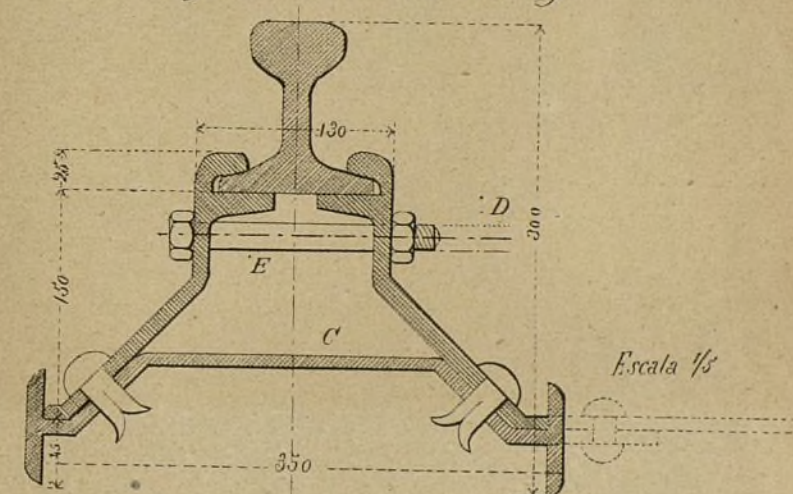


Fig. 7.- Sistema Serres y Ballig.

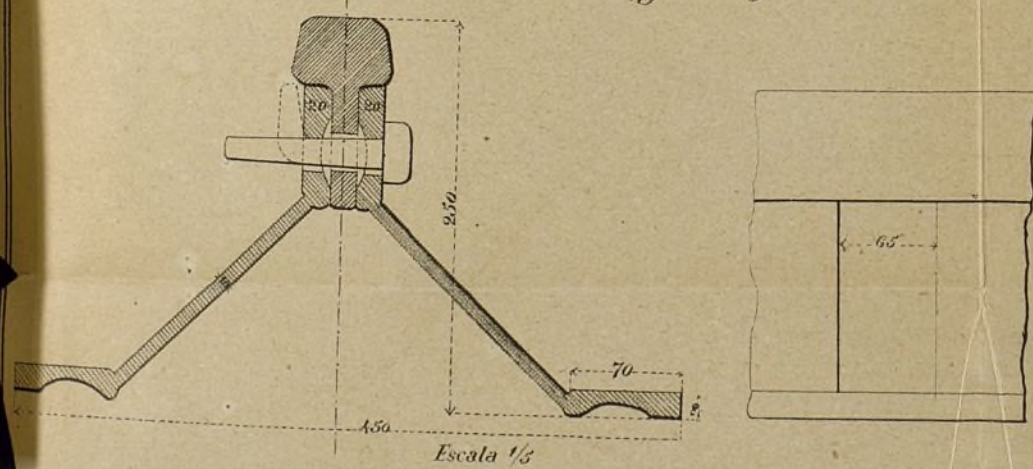
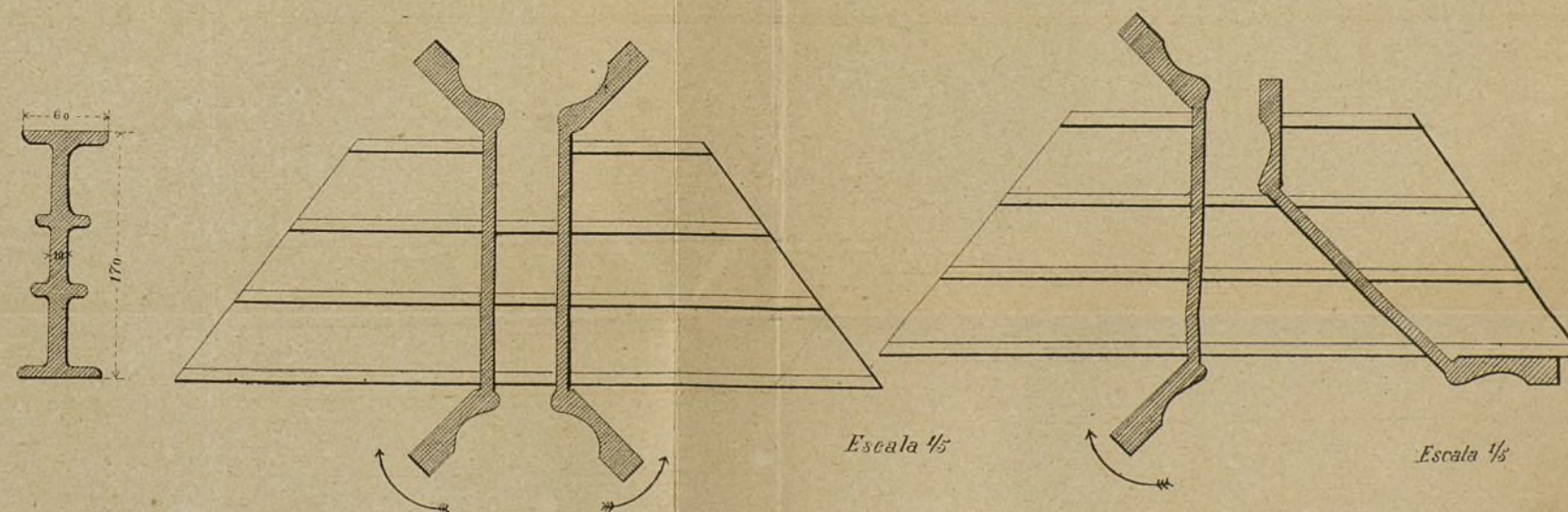


Fig. 8.- Colocacion de los largueros en el sistema Serres y Ballig.





de la cual se deducirá *d* dadas las otras tres cantidades.

Y 4º Barreras con cierre eléctrico.—Hace poco tiempo se emplean esta clase de barreras que desde algunos años há habíamos previsto su aplicación.

Las maniobran los mismos trenes á la distancia de 800 á 1000 metros por medio de pedales que establecen una circulación eléctrica pisados por las pestañas de las ruedas. No hay que decir que en esta clase de pasos no se ejerce vigilancia especial y por lo mismo son muy aplicables á los ferro-carriles de poco tráfico.

*Pasos superiores é inferiores y modificaciones de servidumbres.*—Sin embargo, repetimos, interesa disminuir cuanto sea posible el número de los pasos vigilados y aún el de los que tengan barreras de cualquiera de estos sistemas que su complicación las hace costosas; así es, que para aquellos caminos cuyo cruce no interese aprovechar para una parada, será preferible á tener que hacer gastos en ellos, hacerlos para la construcción de pasos superiores ó inferiores, siempre que la rasante del camino lo permita.

Los pasos correspondientes á caminos de carros deberán tener su rasante todo lo horizontal que sea posible evitando á toda costa grandes rampas que puedan ser causa de la cogida de los carruajes por los trenes si llegaran á atascarse y no se olvidará situarlos en puntos despejados que permitan ver venir los trenes. Deberán además estar provistos de contra-carriles que levanten un centímetro más que el carril; se colocarán solo en el interior de la vía en la mayoría de los casos procurando rellenar con grava el espacio comprendido entre los mismos, y en la parte exterior también, en los pasos de mucho tráfico ó de fuertes pendientes hácia la vía, que puedan ser causa de ladear el carril de ésta por la acción de las ruedas de los carruajes difícilmente contenidas por causa de las mismas pendientes. Esto que ocurre mucho en la vía de carril pesado, obligando á hacer frecuentes reparaciones sucedería más en la vía de carril ligero.

En la mayor parte de los casos en que se establecen pasos superiores ó inferiores, es necesario desviar los caminos desde el punto donde se hallan al proyectar el ferro-carril hasta el sitio donde la altura del terraplen ó del desmonte permita la construcción de un paso inferior en el primero ó superior en el segundo.

Estas modificaciones, lo mismo que las supresiones de caminos y reuniones de dos ó más en un solo paso por medio de caminos laterales, exige la formación de expedientes de servidumbres de paso que es preciso llevar á cabo enseguida que se principian los de expropiación forzosa; pues, como estos, exigen mucho



tiempo, y de no tenerlos aprobados en la época de la construcción pueden surgir dificultades graves que cuesten muy caras á la Compañía por las hostilidades que los pueblos y los particulares pueden presentarle.

Para la formación de estos expedientes y con arreglo á lo prevenido por R. D. de 14 de Junio de 1854, hay que presentar al Gobierno de la provincia en que estén enclavados los pasos, y por cada término municipal, una relación del estado actual de los caminos, otra de las modificaciones proyectadas y un cróquis (á la escala de 1 por 100) en apoyo y como aclaración de ámbas relaciones.

La disposición de los pasos inferiores es ni más ni ménos que la de los pontones ó alcantarillas y respecto de los superiores vamos á decir algunas palabras.

Ante todo se procurará hacer lo posible para modificar el camino de modo que el paso resulte normal á la vía, cosa que pocas veces será imposible y con lo cual se simplificará mucho la obra y abaratará su coste.

El ancho del puente-paso-superior dependerá de la naturaleza é importancia del camino; pero en la generalidad de los casos bastará un ancho de 4 metros comprendidos los pretilos ó sean 3 metros deducido el espesor de éstos. La altura se procurará reducirla todo lo posible, á fin de que salga más barata la obra, acercándose al gabarit de cargamento de la Compañía dejando cierta holgura que nunca deberá ser menor de 10 centímetros en la parte más próxima. La luz podrá ser para una ó más vías y deberá procurarse en todos casos que no pueda tocar en los estribos una portezuela abierta. Para una sola vía ancha bastaría una luz de 4'00 metros y aún puede aconsejarse en razón de la economía, pero es muy frecuente darles 6 metros de luz.

Claro es que podrán construirse estos pasos con tramo de hierro ó con bóveda de fábrica; pero solo se adoptará la primera disposición cuando la altura del desmonte sea muy limitada y siempre que sea posible se preferirá la segunda por ser más barata de construcción y de conservación haciendo la bóveda de medio punto. Los materiales empleados para que salgan baratos serán solo mampostería y ladrillo como representan las figs. 1, 2 y 3 lám. III haciendo de ladrillo las aristas y fajas y la bóveda, la cual para la luz de 6<sup>m</sup> bastará con que tenga 3 roscas del ladrillo de 15 centímetros que se usa en este país ó sea un espesor total de 45 centímetros, construyendo luégo los estribos y muros de las fachadas de mampostería colocando las piedras inmediatas á la bóveda en forma de dovelas de arco para que protejan á las bocas de la bóveda. El espesor de los estribos, deberá calcularse para que sean suficientes á resistir el empuje de la bóveda siem-



pre que los taludes de los desmontes no ofrezcan resistencia bastante, en cuyo caso tendrán la disposición de la fig. 4, pero en la generalidad de los casos el terreno ofrecerá bastante resistencia para poderla aprovechar disminuyendo el espesor y entónces se podrá adoptar la disposición representada en la fig. 3 de dicha lámina.

Un paso de mampostería y ladrillo de las dimensiones dadas como generales, ó sea: 4 metros ancho total del puente, 6 metros de luz del paso y 3,00 metros altura hasta el arranque de la bóveda del medio punto viene á costar próximamente unas 3000 pesetas.

En algunos casos, cuando uno de los estribos no ofrezca resistencia bastante por estar separado ó ser excesivamente bajo, se podrá construir según la fig. 5 que constituye lo que se llama puente de estribo perdido.

Cuando el paso venga obligado en punto muy alto de un desmonte, mejor será construir los estribos muy adosados á los taludes para que estos sean los que contraresten los empujes y construir la bóveda de arco de 60° ó de asa de cesta. En estos casos podrá ser conveniente hacer dicha bóveda de sillería si no es muy cara en la localidad, por ser material de mayor resistencia.

En fin, siguiendo los mismos principios se pueden construir pasos de aguas para dar salida á las torrenciales acumuladas á un lado de la vía y acueductos, canales, etc., proporcionando los espesores de la bóveda y de los pretiles al caso considerado. Pero si se trata de una simple canal capaz para una pequeña cantidad de agua podrá ser más económico el empleo de canales hechos con hierros en *U* sostenidos por dos columnas formando el todo un puentecillo de 3 tramos, iguales entre sí los dos extremos y mayor que ellos el central.

#### IV.—*Puentes y viaductos.*

##### Lámina III.

Ni hemos de descender aquí el cálculo de las diferentes partes que constituyen los puentes y viaductos, sean de la clase que fueren, ni podríamos hacerlo de la manera concienzuda y extensa que lo hacen multitud de libros hijos de talentos de primer orden; únicamente hemos de ocuparnos en esta clase de obras bajo el punto de vista de sus condiciones y disposiciones generales aplicables á los ferro-carriles económicos.

Desde luégo, hemos de dejar sentado que dichos puentes deberán ser para una sola vía, ya que tratándose de un ferro-carril que pueda necesitar dos vías no podemos comprenderlo dentro



de la jurisdicción de los que nos ocupan, puesto que su tráfico supone una recaudación kilométrica de más de 50.000 pesetas á no ser que lo exigiera el estar dentro del recinto de una estación. Nada diremos, pues, ó casi nada, de los puentes de doble vía y nos limitaremos á los de una sola.

Respecto á la clase de materiales más convenientes, repetiremos lo que dijimos al hablar de las pequeñas obras de fábrica, y recomendaremos como preferibles, por lo que atañe á su fácil y económica conservación, los de fábrica abovedados. Pero estos no son siempre posibles: los tramos de mucha luz son difíciles y caros de abovedar y ocurre muchas veces la necesidad de dar grandes dimensiones á los tramos para ahorrar pilas cuyas fundaciones son en ciertos casos muy costosas. De aquí nace la necesidad de emplear puentes con tramos de hierro ó de acero.

*Puentes abovedados.*—Los abovedados se construirán con pilas piramidales ó cónicas de base oblonga, de piedra ó ladrillo y aristas de sillería y las bóvedas análogamente se harán de ladrillos con los arcos de sillería. En caso de ser excesivamente cara la sillería se podrá suprimir aunque la recomendemos, pero por poco que se pueda será conveniente emplearla ya que dá más solidez á la obra y el exceso de coste en comparación del valor total, es poco sensible tratándose de puentes de alguna importancia. Será siempre muy recomendable hacer cuanto se pueda para evitar que la obra sea oblicua á fin de disminuir su coste y las dificultades de la construcción. Los pretiles se harán de hierro para aumentar el ancho libre de la plataforma del puente. Se construirán contra-bóvedas recubiertas con una capa de cemento ó de asfalto, que á la vez que alijeren la construcción dirijan las aguas pluviales á las dos fachadas del puente ó los senos de las bóvedas. Si el puente es de muchos arcos como sucede en algunos viaductos convendrá dividirlo en un número impar de partes ó secciones iguales todas entre sí, ó todas ménos la central que se hará un poco más ancha, construyéndolos de manera que por la adopción de pilas muy robustas intermedias puedan subsistir las demás secciones del puente si por cualquiera causa desapareciese una de ellas. Es un muy hermoso ejemplo de esta clase de viaductos el que tiene la línea de Barcelona á Zaragoza en el kilómetro 325 junto á la estación de Olesa, el cual tiene 44 metros de altura y 300 metros de longitud total dividida en tres secciones desiguales de 6 arcos de 11'60 luz la primera, 7 arcos de igual luz la segunda y otros 5, iguales también, la tercera, y dos grandes pilas escalonadas formando tres retallos de 15 centímetros espaciados de 8 metros siendo de 8<sup>m</sup>, de espesor al arranque de los arcos. Las pilas sencillas están formadas con iguales retallos pero



tienen solo 2<sup>m</sup>,65 en la parte superior resultando de 3<sup>m</sup>,65 de espesor la base de los más altos incluido el zócalo que sobresale cinco centímetros. Este puente es de doble vía como todas las obras de fábrica de aquella línea y si bién las demás no hay más que una en éste hay dos vías, la general y el desvío de viajeros de la citada estación.

*Tramos metálicos.*—Si tienen que ser los tramos de más de 10 metros de luz, en razón de las dificultades que la multiplicación de las pilas presenta será mejor emplear tramos metálicos.

*Clasificación.*—Sabido es que estos pueden ser de varios sistemas: los colgantes, que ni aún dándoles la rigidez que en algunos de los de Viena se ha conseguido por el empleo de barras articuladas unidas entre sí por lo alto del puente en vez de cuerdas de alambre, no los podemos recomendar para ferro-carriles que exigen la posibilidad absoluta de cruzar por el puente con la velocidad de los trenes; los de arco; los de vigas rectas; los llamados *bow-strings*, los Brunel y los americanos.

Estos últimos también creemos deberlos desechar, porque la rotura de una pieza compromete fatalmente la solidez del puente; los Brunel, por su complicación tampoco son á propósito para nuestro objeto; los *bow-strings* á no ser para un solo tramo, no convienen por la falta de enlace de un tramo con otro; y los de arco, que los distinguimos de los anteriores por ser curvas las dos aristas de las formas, solo servirán en casos muy especiales; quedando de todos estos sistemas, como tipo usual y verdaderamente práctico solo el de vigas rectas, y aún de éste hay que eliminar desde luego, los de tramos independientes por ser más caros y más fácilmente derrumbables no admitiendo más que los de vigas continuas.

*Puentes de vigas continuas.*—*Proporciones de las vigas.*—Estas pueden ser llenas ó de celosía, siendo las primeras en ciertos casos las más económicas por exigir menos material, aunque á primera vista parezca lo contrario, si bién no se aplican á todos los tramos destinándolas casi exclusivamente á tramos que no excedan de 20 metros para vía ancha y 12 para la vía de un metro. En las vigas de celosía, efectivamente, ya sea por no incluir las barras de la celosía en los momentos de resistencia que han de contrarrestar los momentos de flexión, ya por causa de los suplementos de plancha y por las partes de piezas que se doblan y triplican sin aumentar un kilógramo la resistencia que ofrecería la parte aquella si con todo y ser sencilla fuera de una sola pieza, resultan más ligeras las vigas llenas para tramos no muy grandes. Sin embargo, la facultad que dan las vigas de celosía



de alejar mucho de las fibras neutras las cabezas de las vigas que es donde reside la resistencia á la flexión, dá ventajas que las vigas llenas no pueden proporcionar, puesto que el alma vertical de éstas no puede, prácticamente hablando, adelgazarse indefinidamente.

La altura de las formas está sujeta también entre ciertos límites que aconsejan la experiencia, tanto con relación á la luz del puente como con respecto al ancho del mismo en sentido transversal á la vía, procurando que esté comprendida entre el  $\frac{1}{12}$  y el  $\frac{1}{8}$  de aquella y no sea mayor de los  $\frac{3}{2}$  del último.

De aquí se deduce, que para los puentes de una sola vía los límites son más estrechos, que para los de dos, y lo son tanto más aún, cuanto más estrecha es la vía y el puente. Para una vía de un metro y un puente de 3<sup>m</sup> de ancho libre ó 3'50 próximamente de eje á eje de viga, que es suficiente para dicha vía, no convenirá dar á las vigas más de 5<sup>m</sup> 25 de altura y en el supuesto de que esta sea el décimo de la luz no deberá ser la última mayor de 52 metros.

En los puentes para vía normal ancha que llegan á veces á 6 metros de ancho dicho límite alcanza hasta 90 metros.

Cuanto más próximas están las formas de un puente una de otra, tanto más económico es su enlace, por lo cual es conveniente reducir esta separación todo lo que sea posible. Dicha separación la limita la estabilidad no haciéndose en la práctica nunca menor que el ancho de la vía, para cuyo límite inferior corresponde cada forma debajo precisamente de uno de los carriles, y si se parte del principio antes sentado de no hacer la altura de las vigas mayor que una vez y media la separación de las formas, resulta, que en la vía ordinaria el límite de altura á que podrán alcanzar las vigas colocadas precisamente debajo de los carriles será  $\frac{3}{2}$  1'67 ó 2<sup>m</sup> 50 y en la vía de un metro, 1<sup>m</sup> 56; por

manera que la mayor longitud de los tramos para esta clase de puentes será 25 metros para los primeros y 15 metros para los segundos.

Este sistema es sumamente económico, porque ahorra la construcción de un tablero costoso con viguetas transversales y largueros de hierro, bastando enlazar las formas con cruces de San Andrés en sentido vertical y en sentido horizontal como manifiestan las figuras 6 y 7 (lám.<sup>a</sup> III), y aún creemos que tratándose de ferro-carriles de poca velocidad como los que nos ocupan, podría reducirse la separación á ménos distancia del ancho de la



vía por lo que hace á la estabilidad, si ésta no obligase á la construcción de un tablero resistente que pudiera recibir los carriles. Tratándose de una vía estrecha, mayormente si fuese de ménos de un metro de ancho, es indudable que daría lugar á una solución muy económica, que hasta ahora no se ha empleado, pero que no vemos dificultad en poderse usar para el indicado caso, el empleo de una sola viga encima de cuya cabeza superior convenientemente reforzada (fig. 8) se sentase la vía.

Cuando la separación de las formas es mayor que el ancho de la vía se acostumbra colocarlas en el límite del ancho que debe tener el puente, pero no hay inconveniente en ponerlos más próximos siempre que el tablero pueda situarse en la parte superior de dichas formas y miéntras no sea en peores condiciones en estabilidad que las recomendadas. A veces la altura del puente exige no poner dichas formas debajo del tablero, y para estos casos, como para cuando la separación natural de estas permite el paso de la vía por el espacio comprendido entre ellas puede colocarse el tablero ó bién en la parte inferior de las mismas ó en un punto intermedio de su altura. En estos casos hay que tener presente que no conviene dejar mucha altura libre á las formas sin unir sus cabezas superiores, de lo contrario se producen movimientos horizontales al paso de los trenes que podrian ser funestos á la estabilidad del puente.

Suponiendo, como es costumbre en puentes para ferro-carriles de grandes velocidades, que 1<sup>m</sup> 70 es el máximo de altura que se permite á las formas sobre el carril, y que la altura entre la parte superior de éste y la cabeza inferior de aquéllas es 0<sup>m</sup> 80 como resulta próximamente para puentes de 5 á 6 metros de ancho en los puentes con tablero inferior y según representa la fig. 9, solo podrán llegar á una luz máxima de 25 metros admitiendo la proporción del décimo entre dicha luz y la altura de las formas; pasada cuya luz no será prudente dejar las cabezas superiores de las vigas sin trabazón horizontal y por consiguiente deberá colocarse el tablero en un punto intermedio de la altura de las formas (fig. 10,) haciendo de modo que no sobresalga más de la altura que fijamos, pues de este modo el enlace mútuo de las formas se establecerá además de la parte inferior en el punto intermedio donde se coloque el tablero. En los puentes para vía de un metro cuyo ancho se reduzca á 4 metros el límite de 25 metros podrá reducirse poco, y si se tiene en cuenta que tratándose de puentes destinados á recibir trenes que pasen á poca velocidad puede alcanzar hasta 2 metros de altura libre de las formas sobre el carril resultará el mismo límite antes fijado.

Si el puente que se estudia es de tramos de 50 metros ó mayores y de vía ancha, la mejor disposición será colocar el tablero



en la parte inferior y enlazar las formas por su cabeza superior dejando libres 4<sup>m</sup> 50, ó poco más del gabarit del material móvil de la vía; y en las vías estrechas sucederá lo mismo para los tramos de más de 35 metros con el fin de que queden libres unos 3<sup>m</sup> de altura. En el caso de ser menores de 50<sup>ms</sup> los tramos, pero próximos á esta dimensión como le sucede al puente sobre el río Ebro en Zaragoza, que tiene 8 tramos, de 39<sup>m</sup> 60 los dos extremos y 43<sup>m</sup> 20 los 6 intermedios, se podrá poner así mismo el tablero en la parte inferior de las formas y enlazar sus cabezas superiores por arcos (fig. 11) en los puntos correspondientes á las pilas y estribos á manera de portales.

*Celosías.*—Las celosías, pueden construirse formando sus barrotes diferentes ángulos, pero el cálculo demuestra que el más ventajoso es el ángulo recto. Respecto á la distancia de uno á otro barrote, en la práctica se siguen dos sistemas: el de hacer las mallas de la celosía estrechas ó anchas; las primeras se hacen para que los barrotes sean más manejables y porque á algunos ingenieros les produce efecto más agradable á la vista la malla estrecha que la ancha. Realmente, tratándose de puentes de mucha luz resultan muy largos y pesados los barrotes aún haciéndolos dobles, si son de sección de escuadra, que esta clase de sección se emplea mucho además de las de doble de *T*, de las de *U* y aún otras formas, pero casi nunca los hierros planos á no ser que se trate de puentes muy pequeños. Bajo este punto de vista parecen más ventajosas las celosías de malla pequeña; pero por otra parte tienen el inconveniente de no poderse apreciar con tanta seguridad la distribución de los esfuerzos como en las anchas por más que los autores hasta ahora no hayan dado en este defecto. Cálculanse, en efecto, las secciones de los barrotes de las celosías recordando que en un punto de la viga, dado por la abscisa  $\alpha$  dicha viga ha de resistir al esfuerzo tajante equivalente á la derivada con relación á dicha abscisa del momento de flexión correspondiente al punto considerado, esfuerzo tajante que ejerciéndose en un punto *A*, por ejemplo, de una viga de la forma de la fig. 12, es suportado por los dos pares de barrotes concurrentes en los puntos *A* y *B* en partes iguales, al parecer, y de aquí que cada barrote *a*, suponiendo que puede resistir impunemente un esfuerzo *R* por milímetro cuadrado, deberá tener una sección de área

$$S = \frac{A \cos \alpha}{2 R};$$

y decimos que así sucederá, al parecer, porque por las uniones de los barrotes en los puntos *c* y *d* han de modificarse necesaria-



mente estas condiciones y esta modificación es tanto más sencilla cuanto mayor número de barrotes haya, como sucede en la fig. 13 en la cual por haber  $n$  pares de ellos la sección de cada uno es

$$\frac{A \cos \alpha}{n R};$$

pero viene modificada por el enlace mútuo de las barras y aún es evidente que no hay la repartición proporcional que esto supone trabajando más aquellas barras que están más próximas á los puntos donde la fuerza se ejerce directamente, esto es, las que están más próximas al tablero.

El Dr. M. Fränkel, profesor de la escuela politécnica de Dresde, durante el primer semestre del corriente año puso de manifiesto la defectuosidad del cálculo de estos puentes aplicando á los mismos un aparato automático-registrador de su invención, por el cual se viene en conocimiento de la magnitud y naturaleza de los esfuerzos que sufre cada una de las partes ó piezas de una construcción metálica y gracias al que, operando sobre un puente de celosía de gran malla, se dedujo que la divergencia que existe entre los esfuerzos que el cálculo atribuía á las barras y los que realmente sufren no excedía del 9 por 100, mientras que aplicado á los puentes de malla pequeña, si bién en los barrotes próximos á los apoyos no daba una diferencia mayor del 4 por 100 llegaba á 46 por 100 hácia el centro de los tramos: diferencia notabilísima que hace presumir un error de apreciación que casi llega al 50 por 100.

Es digno de notarse que el aparato de M. Fränkel aplicado á un puente de celosías calculadas según el método casi desconocido y muy complicado de Manderla, en el cual se tienen en cuenta las uniones de las barras entre sí y los momentos de flexión que en ellos se producen, los resultados de la teoría se separan muy poco de los obtenidos por el aparato de comprobación. Desde esta reciente fecha los constructores se han apercebido de las desventajas de las celosías tal como se calculan por lo general, habiendo dado lugar á que lo hiciera presente ante la *Société des Ingenieurs Civils de Paris* en Julio último el conocido y reputado constructor Mr. Seyrig.

En los puentes, pues, de vigas rectas de celosía, para los ferrocarriles que nos ocupan, no convendrá emplear más que los de malla grande.

*Tableros.*—Cuando las formas principales de un puente no coinciden debajo de los carriles y es necesario por lo mismo la adopción de un tablero sobre el cual vaya sentada la vía se podrá



construir de dos maneras: ó bién colocando los carriles encima de largueros de madera de unos 5<sup>m</sup> de longitud, 28 centímetros de ancho y 15 centímetros de altura media que salven el espacio de 0,<sup>m</sup>60 á 0,<sup>m</sup>80 que queda entre cada dos viguetas de hierro de sección doble *T*, macizos, que van de una á otra forma y cuyos largueros á veces son reforzados por escuadras ú otras piezas de hierro, ó bién colocando las viguetas transversales espaciadas en el sentido de la longitud del puente de 3 á 4 metros uniéndolas despues entre sí en el sentido de la longitud de la vía por largueros doble *T* de hierro que se correspondan con la parte inferior de los carriles y sobre los [cua]les se sujetan estos, sea por largueros de madera como en el caso anterior, sea por traviesas espaciadas de 50 á 60 centímetros de centro á centro.

Los largueros de madera, cuando se empleen, será útil no excedan de 26 centímetros de ancho y 4<sup>m</sup>00 de longitud, por encontrarse mucho más barato en el comercio el metro cúbico de maderas de esta dimensión que de los de 5 metros de largo y 28 ó 30 centímetros de ancho. Por supuesto que si se trata de vía estrecha todavía podrá reducirse la escuadria á 0'15 × 0'11.

Sobre las traviesas tienen la ventaja los largueros, de apoyar los carriles en toda su longitud quitando el peligro que la rotura de un carril puede ofrecer al paso de los trenes en cambio de la mayor facilidad con que se rompen los últimos por hendirse á lo largo de sus fibras siguiendo la línea de los tirafondos ó escarpas y de la mayor dificultad que presentan para cubrir el espacio comprendido entre los carriles y que algunos con impropiedad llaman entrevía. Tienen también la ventaja de ofrecer mayor superficie de asiento á los carriles.

Cuando se empleen traviesas, se procurará que éstas sean de las dimensiones ordinarias para poder utilizar cualesquiera de las que se tengan disponibles para la vía.

Ambos sistemas, según queda dicho, tienen sus ventajas y sus inconvenientes, por lo que ambos tienen sus partidarios, pero si atendemos al objeto principal de los ferro-carriles de poco coste que es la economía, casi siempre serán más baratos los largueros á condición de dejarse descubierto el espacio comprendido entre la vía, con lo cual se facilitan mucho las operaciones y vigilancia para la conservación del puente por más que el estar descubierta sea una dificultad para el tránsito de peatones por la vía.

*Proporcionalidad de los tramos.*—Aparte de lo que hemos dicho sobre los límites que pueden alcanzar los tramos metálicos según sea la disposición general del puente, aparte también los



inconvenientes que los cauces ofrecen en ciertos casos para el aumento del número de pilas, ya sea por las dificultades de su cimentación ó ya por el coste de las mismas si han de ser de mucha altura, todo lo cual debe tenerse en cuenta al proyectar un puente y aún al proyectar un trazado de ferro-carril, procurando en lo posible disminuir la altura y reducir la magnitud de los tramos, aparte todo esto decimos, deben tenerse en cuenta también ciertas proporcionalidades entre las luces de los tramos aconsejadas por la práctica y el cálculo á fin de evitar los perniciosos efectos del peso de un tramo grande en las cercanías de otro pequeño y con la mira de que el material esté bien empleado. Desde luego es más común la adopción de un número impar de tramos haciendo el central mayor que los otros generalmente iguales y simétricos. Sin embargo, en puentes de mucha magnitud hay exigencias tales, debidas á las condiciones del río, que obligan á no seguir regla alguna y al empleo de tramos de distinta especie cuya reunión mejor se parece á una reunión de diversos sistemas de puentes. Pero, esto ocurrirá rara vez en ferro-carriles económicos, pues las condiciones topográficas del terreno no lo exigirán, y las condiciones técnicas del trazado permitirán evitar cuidadosamente tales dificultades.

En los largos viaductos mismos, sucederá lo que acabamos de indicar con mayor motivo, ya que en ellos las dificultades son siempre menores que en los puentes y aún en éstos puede establecerse más igualdad de tramos evitándose los centrales.

Las proporciones que generalmente se emplean son las que fija M. Bresse en su notable obra «Cours de mécanique appliquée» en los cuales la relación  $\delta$  entre la longitud de un tramo intermedio y uno extremo varía de 0'7 á 1,3 y para las que ha calculado las fórmulas de su formulario y trazado los diagramas ó envolventes de las líneas de momentos de flexión para las diferentes hipótesis:

*Carga y coeficientes de resistencia para el cálculo.*—La carga móvil de los puentes, por metro lineal, no es tan grande en ellos como en los pontones y alcantarillas y lógicamente hablando sólo debe determinarla la clase de material móvil que se deberá emplear supuesto reunido de una vez el más pesado, por más que las exigencias del gobierno á veces no estén basadas en este principio, cosa que si es justa y razonable en líneas de mucho tráfico y de las condiciones ordinarias no lo es en las líneas excepcionales de que tratamos.

La resistencia admitida oficialmente para el hierro es por lo general en España, de 6 kilogramos por milímetro cuadrado en las piezas de hierro destinadas á resistir los esfuerzos de flexión



y 5 kilogramos en los que han de contrarestar los esfuerzos tajantes; y si bién en las puentes de gran tráfico aún creemos conveniente disminuir de un kilogramo cada uno de estos coeficientes, en los de poca circulación son muy aceptables, y aún con una conservación asídua y esmerada podría aumentarse de un kilogramo, pues no hay duda que la mucha velocidad de los trenes y la frecuencia de la circulación acortan considerablemente la vida de esta clase de obras aflojando roblones que debilitan la solidez del conjunto, hacen más temibles los efectos de un descarrilamiento, y transforman, quizás, la textura del material.

En los puentes de acero llega á darse á este material una resistencia de 12 kilogramos por milímetro cuadrado y aún se llega á 14 y á 16 kilogramos en los grandes puentes de arco, que no serían posibles con hierro, y ni siquiera con acero de 12 kilogramos de coeficiente. No obstante, para los puentes de condiciones ordinarias no será prudente atribuir al acero más de 12 kilogramos y aún quizás 12 K sea demasiado, pues si bién en esta clase de construcciones civiles puede dársele algo más que si se tratara de trabajos de calderería, recuérdese que en dos trabajos nuestros, uno publicado en la pág. 176 de la REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL del año 1882 bajo el título, *Perfeccionamientos de los generadores de vapor* y otro que vió la luz pública en la misma REVISTA en el año 1883, página 209, referente á *Roblonados*, el cual bién puede servir de complemento al primero y aún á éste en lo que se refiere á las construcciones de hierro, en ambos trabajos, decimos, se demostró que para aquella clase de construcciones solo debía darse al acero una resistencia de 8 kilogramos por milímetro cuadrado de sección. Solo que aquí, como se trata de obras que no están tan sujetas á alteraciones de resistencia y de espesores, como en las calderas, puede irse algo más allá en cuanto á dicha resistencia.

Sabido es que el acero se fabrica hoy día de diferentes composiciones, dando lugar á clases más ó menos maleables y más ó menos resistentes, con la particularidad de tender hoy día algunos ingenieros á dar mayor aprecio del que hasta ahora se había concedido á las clases dulces que tienen menos resistencia que las duras. Pero si en puentes de luces ordinarias es admisible, y aún recomendable, no sucede lo mismo con las obras atrevidas de mucha luz y en las cuales como queda dicho hay que partir de una resistencia práctica de 12 ó más kilogramos; pues si para los primeros la resistencia á la rotura es de 40 kilogramos para los segundos, es frecuentemente de 70 y aún puentes ha habido en los que se ha empleado acero Bessemer que ha resistido hasta 78 kilogramos. Y en verdad, no hay razón para hacer temibles estos aceros duros siendo así que si bién no ha trascurrido tiempo sufi-



ciente desde que se principiaron á construir puentes de acero para que la experiencia dé su autorizado fallo en favor ó en contra de los mismos, hay el ejemplo de la muy superior resistencia que el acero duro ha demostrado ante el hierro en la construcción de ciertos órganos de máquinas: en la construcción de ejes de vagones y más todavía en la de ejes acodados de locomotoras, que han resistido un recorrido medio de 300,000 kilómetros sin romperse, cuando los ejes acodados de hierro de la mejor clase no resistían más de 30,000 kilómetros de recorrido.

Esta incontestable superioridad prueba la mucha confianza que se puede tener en el acero y si se tiene en cuenta que los precios del hierro y de aquel están poco más ó menos en la relación de 3 : 3'5; si se observa que supuesta igual la densidad de los dos metales las cantidades de hierro ó de acero necesarios para un puente estarán evidentemente en razón inversa de los coeficientes de resistencia práctica de ambos materiales, 6 y 10 supongamos, el coste de un puente de acero en función del coste de otro igual de hierro, vendrá dado por la expresión

$$V' = \frac{6 \times 3'5}{10 \times 3} V = 0'70 V$$

en la que  $V$  es el coste del puente de hierro. Es decir, que un puente de acero costará solo el 70 p %. ó las tres cuartas partes próximamente de lo que valdría hecho de hierro. Si se tratara de un puente de gran luz que exigiera un coeficiente de resistencia grande la ventaja sería mayor todavía.

Para el cálculo de las viguetas transversales no se considera que estas están simplemente apoyadas por sus extremos, [porque realmente están más que apoyadas; pero, tampoco es tan sólido su enlace con las formas, aunque se sujeten con la celosía por medio de planchas triangulares bién dispuestas, que equivalga á un empotramiento. De aquí que los constructores las consideren como medio empotradas, apreciación sancionada en España por la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos y admitida ya como corriente en el cálculo de estas piezas.

Por análogas razones, cuando se colocan largueros de hierro entre estas viguetas transversales, para servir directamente de apoyo á los carriles, se consideran también semi-empotrados y aunque estos y aquellos resisten perfectamente, establecidos en tales condiciones, es seguro que su trabajo es distinto del que se supone, ya que por su enlace con las formas los convierte en parte integrante de éstas y deben de experimentar los efectos de la flexión de las mismas.



*Otros detalles.*—En los puentes que se construyen en cauces secos ó poco impregnados de agua se podrán hacer las pilas y estribos de piedra ó ladrillo sin ninguna dificultad; pero si por el contrario el agua es abundante, ya sea en la superficie del terreno, ya en el interior del mismo, se habrán de tomar precauciones y aún se deberán adoptar sistemas especiales de construcción.

Si el agua no es más que superficial y se puede desviar para dejar en seco el punto donde se haya de sentar la pila se desviará y si no es posible ó si el agua abunda debajo del cauce además de los procedimientos antiguos con pilotes, etc., se podrán emplear cimentaciones especiales que vamos á resumir á los cuatro sistemas que citaremos brevemente.

1.º Se puede emplear la fábrica de ladrillo y mampostería para construir el revestimiento de un pozo de igual sección que la pila y hacer bajar dicho revestimiento ó bien construyendo una cámara de trabajo abovedada y socavando por debajo de las paredes del revestimiento ó bien montado dicho revestimiento encima de una caja análoga á una caja de pozo hecha con madera sola, con madera y hierro, ó toda de hierro con una arista aguda en la parte inferior que vaya hundiéndose en el terreno á medida que se vaya quitando tierras del interior. Este sistema exigirá agotamientos de las filtraciones por medio de bombas de potencia proporcionada á la cantidad de agua que mane.

2.º Puede facilitarse la operación anterior empleando para cada pila un par de tubos de palastro de 2,™50 de diámetro en la parte superior y 2,™50 al nivel de las máximas avenidas las cuales si no es mucha la cantidad de agua se podrán hundir socavando á brazo y agotando el agua hasta alcanzar el terreno sólido. Dichos tubos se revisten interiormente de un forro de ladrillo de 30 centímetros de espesor apoyado en una banqueta al efecto construida en la parte inferior del tubo, que se terminará con un pequeño trozo cónico formando cuchillo para facilitar el hundimiento. Una vez hundido el tubo se rellenará con mampostería el hueco que quede en el interior de los tubos.

(Se continuará.)

---

## SOPORTES METÁLICOS.

Lámina IV.

El consumo de traviesas en España no es tan grande que no puedan subvenir á él nuestros bosques con una explotación que nada tiene de exagerada, según hemos tenido ocasión de hacer observar en el n.º primero de este año, de esta REVISTA.

En cambio, si del consumo en nuestro país pasamos á considerar el de todos los ferro-carriles del mundo, no nos sorprenderá



el interés con que en ciertos países se estudia la adopción de soportes metálicos en sustitución á las traviesas de madera.

Para la conservación de los 450,000 kilómetros en explotación se necesitan 45 000,000 de traviesas, y admitiendo que un árbol de dimensiones ordinarias produzca por termino medio 10 traviesas, resulta que solamente la conservación exige una tala anual de cuatro millones y medio de árboles. Entre la conservación y la construcción, este número se eleva por lo ménos á seis millones, que puede suponerse corresponden aproximadamente á 300,000 hectáreas.

Estas cifras hacen comprender la necesidad de renunciar al empleo de la madera para sostener los carriles y aplicar en lugar suyo los soportes metálicos. Tal necesidad aparece también justificada por la intensa crisis que atraviesa la industria metalúrgica, la cual tendría ocasión de rehacerse con el gran consumo de hierro ó acero que supondría esta sustitución.

Alemania ha sido la nación que primeramente ha empleado los soportes metálicos, por más que Francia reclama para sí el honor de la invención. Los resultados no han dejado de ser satisfactorios en aquel país toda vez que llega á haber ya más de 6,000 kilómetros de vía sobre traviesas y longrinas metálicas, lo cual supone empleadas más de 400,000 toneladas de material. Además, tanto el Estado como las Compañías siguen encargando grandes partidas, hasta 20,000 y 30,000 toneladas de una vez; todo esto prueba que en Alemania se van empleando en gran escala las vías metálicas y que dentro de algún tiempo constituirán allí el sistema general de vía.

En Bélgica los resultados obtenidos hasta ahora son poco favorables, debido sin duda á que los soportes empleados, que han sido principalmente las traviesas, se han sujetado á la condición de que una de ellas con sus accesorios no costase mucho más que una traviesa de madera, obligando así á los constructores á reducir las dimensiones á tal extremo que el material no ha podido resistir en buenas condiciones. Recientemente, la crisis metalúrgica que se hace sentir extraordinariamente en aquella nación ha impulsado á los fabricantes á solicitar del Gobierno un nuevo ensayo de los soportes metálicos en sus líneas, hecho con las debidas condiciones de inteligencia é imparcialidad. Es posible pues, que en Bélgica al igual que en Alemania prospere el empleo de los soportes metálicos.

Inglaterra ha tomado hasta ahora la mayor parte de sus provisiones de los pinabetes del Báltico. La crisis actual y el temor de que en un plazo más ó ménos corto llegue á faltarle la madera, la mueve como á Bélgica, á estudiar el empleo del hierro y el acero en reemplazo de las traviesas de madera. La innovación



cuenta ya con muchos partidarios entre los ingenieros ingleses, uno de ellos Sir Charles Wood, que leyó hace poco tiempo en la Sociedad de Ingenieros Civiles de Lóndres una extensa nota acerca de la adopción de la traviesa metálica en su país.

En Francia la madera es más abundante y en la cuestión de soportes metálicos no se han hecho hasta ahora más que simples ensayos sin resultado positivo.

Según un artículo de M. Henry Mathien que ha publicado recientemente la *Revue générale des Chemins de Fer*, Francia ha necesitado en 1883 para la construcción y la conservación 4.500,000 traviesas de las cuales ha tenido que importar 1.100,000 entre pino del Báltico y roble de Galicia y de Italia. En 1896, cuando se habrá terminado la red francesa, el consumo para la conservación será de 5.000,000 de traviesas de las cuales no pudiéndose obtener más que unos 4.000,000 en el país, habrá que importar el resto ó sea 1.000,000. Á Francia le conviene, pues, proseguir los ensayos de los soportes metálicos. Bajo este punto de vista es de aplaudir una reciente resolución del Gobierno francés. En virtud de un informe favorable dirigido al Ministro de obras públicas por M. Ronoult des Orgeries, Inspector general de puentes y calzadas, el Gobierno ha decidido hacer un ensayo en la línea de Augers, de una nueva traviesa metálica ideada por M. Paulet, que luégo describiremos y de la cual ha construido ya algunos ejemplares la Sociedad anónima de *Altos Hornos de Maubege*. Imiten las Compañías francesas el ejemplo dado por el Gobierno, en la seguridad que su concurso no será estéril para llegar á encontrar un buen sistema de vía metálica.

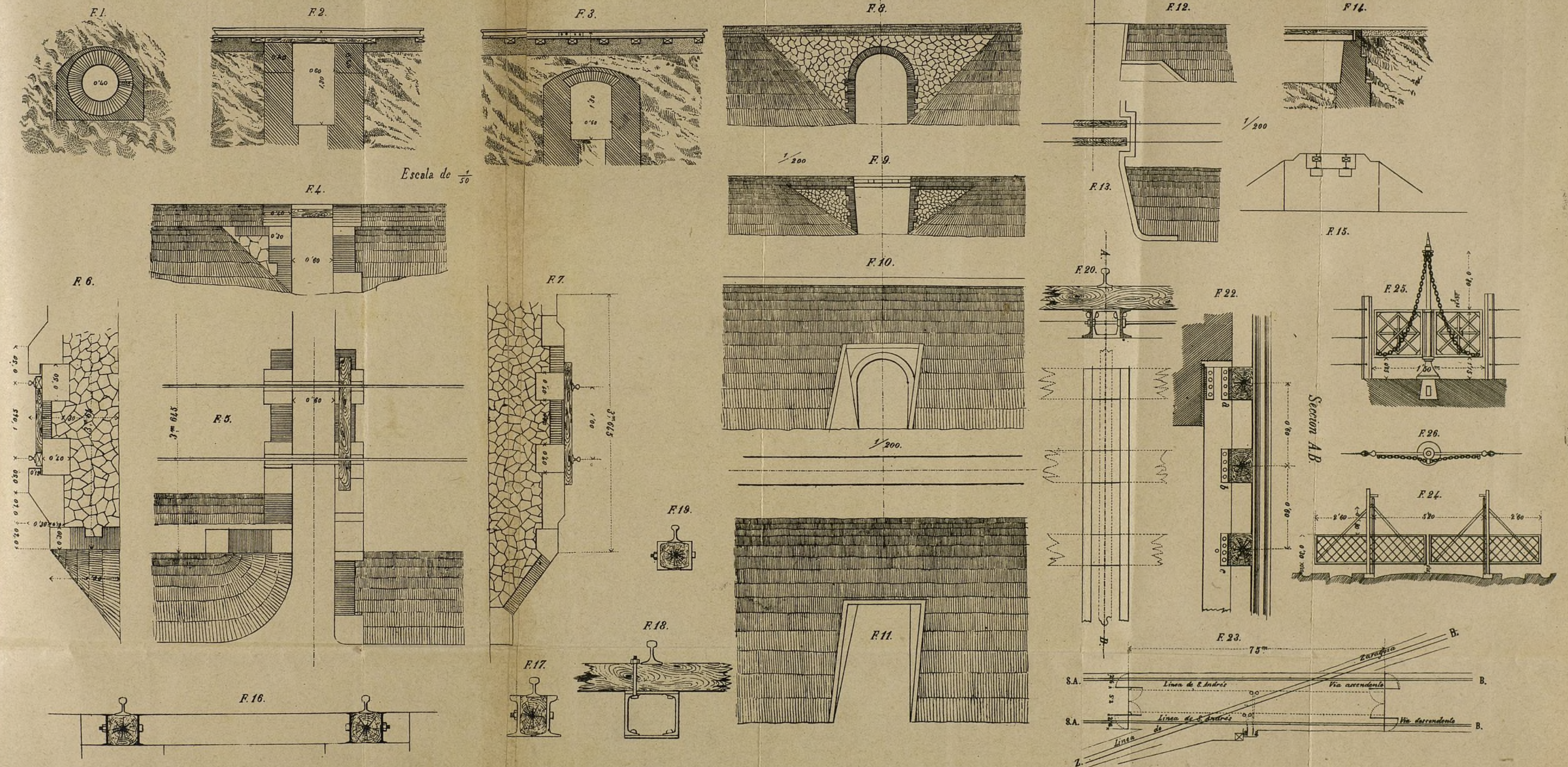
En Argel y en Egipto se han empleado desde 1868 las traviesas metálicas sistema Vautherin (tipo antiguo) y á pesar de que no dieron resultado en Alemania, donde primeramente se ensayaron, se han conservado, sin embargo, en dichos puntos á favor sin duda á la poca velocidad de los trenes.

En América no se ha hecho todavía ninguna aplicación en gran escala de los soportes metálicos, pero aunque la madera es muy abundante, los ingenieros se preocupan ya del gran consumo de traviesas (los Estados-Unidos consumen anualmente unos 15 millones) y han empezado á tratar seriamente la adopción de la vía metálica.

En España la cuestión de soportes metálicos podemos decir que se halla en estado embrionario.

La Compañía de Almansa á Valencia y Tarragona tiene establecidos entre estos dos últimos puntos el sistema de Vía Bergue compuesto de platos de fundición de 20 kilogramos unidos por tirantes de hierro. Sobre los platos apoya directamente el rail tipo Vignole de 29'75 kilogramos.







La antigua Compañía de Zaragoza á Barcelona y Pamplona tenía establecida la vía Barlow que tan malos resultados dió y que hoy no se conserva más que en algunas de las vías de las Estaciones.

La Compañía de Madrid á Zaragoza y Alicante tiene establecidos en la Estación de Atocha pequeños trozos de vía sobre largueros y traviesas de hierro contruidos por la Sociedad anónima de fabricación de hierro y acero de Osnabrück. Los modelos de estos soportes metálicos se hallaban de manifiesto en la Exposición nacional de minería del año pasado.

Finalmente, la Compañía de los ferro-carriles andaluces en la línea de Córdoba á Málaga tiene colocadas, en concepto de ensayo, desde el año 1877, 3,600 traviesas metálicas sistema Vautherin (tipo moderno). Según informe que tenemos á la vista estas traviesas se conservan en muy buen estado y dán á la vía la misma elasticidad que la traviesa de madera, de modo que yendo en el tren apenas se nota diferencia al pasar de un sistema de vía á otro.

Estos ensayos son insuficientes y nuestras Compañías deberían ampliarlos para estar prevenidas contra toda imposición de los contratistas de traviesas el día que, por la dificultad del transporte, ya que no por la escasez de la madera, se elevara más de lo conveniente el precio de las traviesas.

Así han procedido muchas Compañías del extranjero, las cuales á falta de una solución práctica, y sobre todo, económica, han hecho diversas y repetidas pruebas, llegando algunas á aplicar un determinado sistema á una parte importante ó al total de su red. Casi todas las que se encuentran en este último caso, siguen manteniendo el tipo adoptado, á pesar de los inconvenientes que todos ellos presentan, prefiriendo arrostrar estos inconvenientes, á tener que luchar con la absoluta falta de madera que se hace sentir en la proximidad de muchas líneas.

En la imposibilidad de hacer una descripción completa y detallada de todos los soportes metálicos que se han ensayado ó propuesto, vamos á enumerar tan solo los más principales, haciendo hincapié en los que hayan tenido alguna importante aplicación, ó en los que ofrezcan condiciones bastantes para que consideremos recomendable su empleo.

Vamos á exponerlos por este orden:

- 1.º Platos y campanas de hierro y fundición.
- 2.º Traviesas de hierro.
- 3.º Largueros de id.

Terminaremos tratando de los carriles sin soportes, contruidos para sentarlos directamente sobre el balastro.



*Platos y campanas de hierro y fundición.*—Los precursores de estos soportes fueron los históricos dados de piedra que se aplicaron por primera vez en Inglaterra sentando sobre ellos los carriles, de fundición primero, y muy pronto de hierro, que sustituyeron á los primitivos largueros de madera recubiertos de hierro plano. Líneas de gran tráfico tales como las de Liverpool á Manchester, Lóndres á Birmingham, Greenik, Saint-Etienne á Lyon, Nuremberg á Furth, Taunus-Bahn, etc., fueron sentadas sobre dados de piedra; pero se abandonó muy pronto este sistema porque á su falta absoluta de elasticidad reunia el inconveniente de alterarse con facilidad suma la posición relativa de las dos filas de carriles.

Al objeto de evitar ambos inconvenientes se idearon sucesivamente: los platillos coginetes de fundición de Henry, ensayados en las líneas de París á Versailles y de París á Estrasburgo; los casquetes esféricos de fundición, debidos á Greave, que presentaban más estabilidad que aquellos y que con mejor éxito se aplicaron á las líneas de Lancashire á Yorks-hire y de Alejandría á Suez; los cilindros coginetes, sistema Griffin, muy semejantes á los casquetes de Greave y empleados en algunas líneas inglesas y en la América del Sud, y finalmente, los platillos celulares de fundición sistemas Richardson y de Bergue, este último empleado con buen éxito por la Compañía de ferro-carriles de Almansa á Valencia y Tarragona, en el trayecto entre estos dos últimos puntos. En todos estos sistemas hay varillas ó pasamanos que unen transversalmente los soportes á fin de conservar á la vía su ancho normal.

Los soportes de fundición que acabamos de enumerar son todos ellos muy pesados en proporción á su resistencia, por lo cual Harel propuso hace ya tiempo el empleo de platos de hierro con rebordes, y Goschler el de campanas de palastro, pero ni uno ni otro sistema ha recibido aplicación.

Dentro de la clase de soportes aislados merece especial mención un sistema de vía muy ingenioso debido á M. Ch. Bergeron, ex-director del ferro-carril de La Suiza Occidental.

La primera idea de este sistema data de 1869, pero la describiremos tal como dicho señor lo propuso á varias Compañías españolas diez años despues.

Los soportes aislados de madera propuestos por el Sr. Bergeron constituyen más que otra cosa una traviesa mixta de hierro y madera, según es de ver por la figura 1.<sup>a</sup> lámina IV. La traviesa se compone de un hierro plano de 120 á 150 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de ancho por 12 á 15 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de grueso y 2<sup>m</sup>.35 á 2<sup>m</sup>.40 de longitud. Al salir del laminador, y á la distancia que separa los dos carriles en la vía se practican en este hierro dos mortajas de 3 á 4 centímetros de profundidad y



de un ancho exactamente igual al del patin del carril á fin de que éste pueda entrar en ellas con un cierto rozamiento. En las curvas se aumenta el ancho de la mortaja con el buril y la lima. Al mismo tiempo que las mortajas, se practican á cada extremo del pasamano, en los puntos indicados por la figura, dos agujeros redondos de 22 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de diámetro para el paso de los tornillos destinados á unir al hierro las piezas de madera que deben soportar los carriles.

Estas piezas se colocan con la misma inclinación que debe tener el carril. Pueden hacerse de 0,60 de longitud por 0,15 de escuadria; con estas dimensiones tan reducidas no se desperdicia nada de material y el precio puede ser sumamente barato. En nuestras provincias del Norte no resultarían, haciéndolas de roble, á mucho más de 0,50 de peseta la pieza.

Hé aquí las ventajas que el señor Bergerón atribuye á su traviesa:

- 1.º Invariabilidad en el ancho de la vía.
- 2.º Elasticidad de la vía igual á la de la traviesa de madera.
- 3.º Fijando las piezas de madera según la inclinación del carril se suprime la operación del cajeo.

4.º Facilidad de inyección de las piezas de madera por razón de sus reducidas dimensiones.

5.º En los descarrilamientos los soportes metálicos sufren averías de consideración, quedando muchos de ellos inservibles. En cambio el hierro que constituye el alma de la traviesa puede ser enderezado con mucha facilidad.

6.º Finalmente el transporte de los elementos aislados que componen la traviesa es mucho más expedito y económico que el transporte de las traviesas de madera.

El coste de la traviesa Bergerón puede calcularse de la siguiente manera:

1 hierro plano de 2 <sup>m</sup> .30 × 0 <sup>m</sup> .120 × 0 <sup>m</sup> .042.	25k7	} 31k, 7 á 18p. °/o 5, k70
4 Tornillos de 0 <sup>m</sup> .350 × 0 <sup>m</sup> .020.	6k	
4 Piezas de madera de 0 <sup>m</sup> .60 × 0 <sup>m</sup> .15 × 0 <sup>m</sup> .15.		á 0 P.50. 2,00
TOTAL PESETAS.		<u>7,70</u>

Admitiendo que las piezas de madera duren tanto como una traviesa de roble, ó sea 15 años, y suponiendo que el alma de hierro sufra una renovación, por lo ménos, de las piezas de madera; al cabo de treinta años el gasto habrá sido de 7,70 + 2 P.00 = 9 P.70, es decir; menor que el que hubieran ocasionado dos traviesas de roble.

Adoptando para el alma de la traviesa las dimensiones de



$2^m.40 \times 0^m.150 \times 0^m.015$ , que creemos muy necesarias, el coste de una traviesa sería de 10<sup>p</sup>.70 y el gasto en 30 años 12<sup>p</sup>.70.

El Sr. Bergeron funda la economía que resulta del empleo de su traviesa, más que en el precio de ésta en el sistema especial de asiento de vía que propone. Convencido de la ventaja que resulta de reducir todo lo posible el espacio entre traviesa y traviesa, fija éste en 50 centímetros, pero para ahorrar el empleo de la traviesa mixta, la coloca á 2<sup>m</sup> de distancia en las rectas y curvas de más de 600<sup>m</sup> y á 1<sup>m</sup>,50 en las curvas de ménos de 600<sup>m</sup>, intercalando en el primer caso tres tarugos de madera de 0<sup>m</sup>60  $\times$  0<sup>m</sup>20 á 1.25  $\times$  0'10, y en el segundo dos únicamente. Los tarugos de una hilera de carriles son independientes de sus correlativos de la otra.

Además propone cambiar el sistema de balastage, practicando debajo de cada carril una zanja de 0<sup>m</sup>,50 de profundidad con 0'70 de ancho arriba y 0'30 abajo: esta zanja se llena de balasto grueso (piedra machacada ó guijarros) hasta 0'30 del fondo y el resto de grava menuda ó arena gruesa. De trecho en trecho se practican desagües que comunican con las cunetas.

La economía que reporta este sistema de balastage es considerable y compensa el aumento de gastos de primer establecimiento que puede resultar del mayor costo de la traviesa.

Creemos que si se llevara á la práctica este sistema de vía deberían adoptarse para el hierro *por lo ménos* las dimensiones de  $2^m.40 \times 0'150 \times 0'15$ , y prescindir de los tarugos intercalados entre las traviesas los cuales aunque se colocaran bién, perderían muy pronto su posición y exigirían un cuidado continuo. Aún empleando exclusivamente traviesas mixtas sería tal vez de temer que por causa del desgaste de las mortajas, de los agujeros y de los tornillos, se inutilizara todo el herrage mucho ántes de los 30 años que hemos supuesto.

*Traviesas de hierro.*—Las traviesas de hierro prestan su servicio en iguales condiciones que las de madera; su aplicación será tanto más ventajosa cuánto mejor reunan estas dos circunstancias: estabilidad y economía. Veamos hasta qué punto concurren una y otra en las traviesas hasta ahora ensayadas:

Las primeras traviesas de hierro que se emplearon tenían la sección de doble ó simple *T*. De aquella clase fueron los sistemas Couillet y Desbrières probadas en muy reducida escala en los años 1862 y 63, á causa de su excesivo peso que las hacía demasiado caras. Del sistema simple *T* construyeron por aquel entonces modelos Steinman y la sociedad de Sclessin, pero pecaron también por exceso de peso.

Para evitar este inconveniente no tardó en adoptarse la sección



trapezoidal bajó la cual se han construido y ensayado á partir de 1864 un gran número de modelos debidos casi todos ellos á M. Vautherin. Aparte de la inclinación del carril que en la mayor parte de los modelos se obtiene por un ligero cintrado de la traviesa y en los demás por la interposición de una cuña ó placa de asiento de caras inclinadas, dichos modelos no se diferencian entre sí más que por el modo de sujeción del carril que puede ser: 1.º por medio de grapas y cuñas; 2.º por grapas y tornillos y 3.º por una grapa y un resorte.

Las figuras 2, 3 y 4 representan cada uno de estos sistemas.

El de la figura 2 es el empleado en el ferro-carril alemán de Berg-Mark. Una disposición análoga es empleada en la compañía Holandesa para la Explotación de los ferro-carriles. Este sistema tiene el inconveniente de que la continua trepidación producida al paso de los trenes hace saltar con facilidad las cuñas, y para evitarlo es preciso un cuidado esmerado en las brigadas de conservación.

La figura 3, representa el sistema empleado en el ferro-carril Rhinan, análogo al empleado en los Países-Bajos y en Turquía. La seguridad de la vía es mucho mayor á cambio de un aumento de trabajo en la colocación y reemplazo de los carriles.

En uno y otro modelo el aumento de ancho en las curvas se consigue por medio de tres ó cuatro juegos de grapas de distinto espesor (1).

La última modificación introducida en la traviesa Vautherin reúne á la facilidad de colocación del primer sistema, la seguridad del segundo, viniendo á constituir una traviesa muy recomendable bajo todos conceptos.

La figura 4, representa esta última disposición. En ella hay la grapa *A* que sujeta al carril en la parte exterior de la vía y el resorte *B* de acero templado que lo fija en la parte interior. Los extremos de este último penetran en dos mortajas *m, m'*, para lo cual, despues de entrado el primero, se consigue la introducción del segundo apretando el resorte con una palanca especial *P* que tiene su punto de apoyo en una abertura *h* practicada detrás de la segunda mortaja. Siendo menor la distancia entre ambas mortajas que la que separa las dos ramas del resorte, resulta de la aproximación de éstas un esfuerzo de elasticidad sumamente enérgico.

Para quitar el resorte se utiliza la palanca por el extremo opuesto, introduciendo debajo del mismo el pico en que dicha palanca termina y actuando de arriba hácia abajo.

---

(1) La Sociedad anónima «La Unión» de Alemania es la constructora de los dos modelos que acabamos de dar á conocer.



El mayor ancho en las curvas se obtiene por medio de grapas de menor espesor.

El peso de cada traviesa es de 38 á 40 kgs (1).

La traviesa recientemente ideada por Mr. Paulet, para las líneas de doble vía, que en breve se vá á ensayar en la de Angers, se compone de dos hierros de ángulo de  $90 \times 70 \times 9$  milímetros entre los cuales y á la distancia correspondiente al ancho de la vía van fijados dos coginetes de hierro dulce con unos rebordes laterales que sirven de respaldo al patin del carril.

La unión de estos coginetes con los hierros de ángulo se efectúa por medio de un nervio que llevan aquellos en su parte inferior el cual vá sujeto entre los lados verticales de éstos, asegurándose la unión por medio de cuatro roblones. La sujeción del carril se obtiene por medio de una cuña horizontal colocada en el sentido de la marcha de las trenes en el interior de la vía, en el ángulo formado hácia este lado por el respaldo lateral del cogie-  
nete, con el patin del carril.

*Largueros de hierro.*—Esta clase de soportes ha tomado origen de los antiguos largueros de madera que se emplearon en la América del Norte desde el principio de la construcción de líneas férreas. A la cara superior de estos largueros de madera se aplicó primeramente un hierro plano de 60 á 70 m/m de ancho por 15 á 20 m/m de grueso, que más tarde fué sustituido por el carril Brunel, empleado por primera vez en la construcción del ferro-carril del Great-Western. Este sistema de vía presenta una igualdad de resistencia transversal y una constancia de elasticidad que sedujo desde el primer momento, pero hubo de abandonarse á consecuencia de la deformación ó alabeo que sufren los largueros, de la dificultad que oponen al desagüe de las aguas pluviales, de lo costoso de las reparaciones y del precio subido de los largueros en comparación con el de las traviesas.

Desechados por todos estos inconvenientes los largueros de madera, eran sin embargo demasiado relevantes sus ventajas para que dejase de ocurrirse á los ingenieros la idea de los largueros metálicos. Así fué que hácia el año 1850 Sir William-Barlow hizo los primeros ensayos de esta sustitución, ensayos que le condujeron á su sistema de vía de que hablaremos más adelante.

Pasando por alto una prueba de Mac-Donnel en 1853, que no obtuvo resultado, quedó el problema pendiente hasta 1865 en que Hilf, ingeniero de Nassau, propuso al Gobierno prusiano su sistema (figura 5) que se ensayó dos años despues en la Estación

---

(1) M. W. Bauks de París, 16 Place Vendome, es quien posee en la actualidad la patente de invención de esta traviesa.



de Asmanshausen, línea de Nassau, y luego entre Oberlahnstein y Ems, y Westervalder y Aarthal.

El estado Belga colocó en 1877 y 78, 120 kilómetros de vía de este sistema.

Los largueros tienen 9<sup>m</sup> de longitud. Las juntas apoyan sobre una traviesa de la misma sección que el larguero, ligeramente cintrada á fin de dar á los carriles la inclinación de  $\frac{1}{20}$ .

Los carriles van unidos en su parte media por una varilla que mantiene el ancho normal. El inventor aconsejó para su sistema el empleo del balasto compuesto de una capa de piedra machacada al anillo de 0<sup>m</sup>06 y el resto de grava menuda (anillo de 0<sup>m</sup>03).

A pesar del mucho cuidado que lo mismo en Alemania que en Bélgica se ha tenido en la conservación de la vía Hilf, no ha podido ménos de reconocerse que se deforma rápidamente en plano y en perfil; así es que aún cuando su precio sea aproximadamente el mismo que el de la vía Vignole con traviesas de madera el gasto anual de conservación por metro oscila entre 1<sup>p</sup>90 y 2<sup>p</sup>50 mientras que en la vía Vignole no pasa de 0<sup>p</sup>80.

También es mucho más elevado el coste de asiento de vía en el sistema Hilf que en el Vignole, todo lo cual unido á lo sumamente pesadas que son las piezas que hay que maniobrar, á que en las curvas de corto radio la vía se aleja del centro de la curva y á que para estas se necesitan juegos especiales de largueros, ha hecho que deje de instalarse ya este sistema y que, en Bélgica especialmente, se reemplace la vía Hilf por la vía ordinaria Vignole.

Muy recientemente M. M. Harty han estudiado un sistema que tiene sobre el de Hilf la ventaja de descomponer el larguero en dos mitades cada una de las cuales lleva en su parte superior una canal donde entra el patin del carril, que se encuentra así sujeto en toda su longitud (fig. 6). La junta de dos semi-largueros de un costado coincide con el punto medio del semi-larguero opuesto; y las de los carriles caen entre las de los largueros, con lo cual se obtiene una gran continuidad en la vía. Los largueros se unen en su parte inferior con travesaños *C* colocados de 0<sup>m</sup>75 en 0<sup>m</sup>75; de estos uno sí y otro nó unen solamente los dos semi-largueros de un carril, los restantes unen los dos largueros opuestos. Estos están además trabados por virotillos *D*, á cada 1<sup>m</sup>50 y simples tornillos *E* á cada 0<sup>m</sup>50.

Varios ingenieros, entre ellos Heusinger, Scheffler, Kostlin, etcétera, han propuesto otros sistemas de largueros propios para emplear un rail sin patin, ó sea compuesto únicamente de cabeza y alma, con lo cual se evita el tener que desechar todo un carril, cuando únicamente es la cabeza la que está algo desgas-



tada. De todos los sistemas, el que mejores resultados ha producido hasta ahora es el de Serres y Battig, empleado en el Gran Central Belga y en el ferro-carril Liegevis-Limbourgeois.

La estabilidad en la vía Serres y Battig es mucho mayor que en la vía Hilf, el rodamiento es muy suave y los precios de primer establecimiento y de conservación son aproximadamente los mismos que en la vía Vignole.

El alma del carril se sujeta entre dos semi-largueros compuestos de una parte vertical otra inclinada á 45° y otra horizontal (figura 7). A cada 0<sup>m</sup>70 la parte inclinada tiene abertura en la cual se introduce un hierro doble *T*. Estos hierros reúnen los dos semi-largueros entre sí (fig. 8) habiendo de trecho en trecho algunos más largos que sirven para unir á la vez los dos largueros opuestos y mantener así el ancho normal de la vía.

El principal inconveniente de la vía Serres y Battig consiste en las roturas que se producen en los largueros por la dificultad de atacar el balasto hácia el interior de los mismos. Además una brigada de 6 hombres necesita:

Para reemplazar un carril.	. . . . .	10'
id. id. un larguero.	. . . . .	1 <sup>h</sup> »
id. id. un travesaño corto..	. . . . .	1 <sup>h</sup> 40'
id. id. un id. largo..	. . . . .	5 <sup>h</sup> »

Este tiempo es excesivo en líneas de gran circulación.

Para evitar los inconvenientes que acabamos de enumerar de los carriles compuestos de una cabeza unida á dos soportes longitudinales, sin renunciar á la ventaja que presenta la continuidad de los soportes, se han ideado los carriles sin soportes los cuales deben resistir por sí solos todo el peso de los trenes y tener una forma conveniente para transmitir este peso al balasto.

Los dos principales sistemas son el de Barlow y el de Hartwich.

*Carril Barlow.*—Fué imaginado por S. Willian Barlow, en 1849. Su forma se obtiene desarrollando el carril Brunel, y ensanchando las alas, que se apoyan directamente sobre el balasto; los extremos de los carriles se unen por una placa del mismo perfil y de 0<sup>m</sup>60 á 0<sup>m</sup>75 de longitud y cada par de carriles por un hierro de ángulo. Este sistema fué acogido con entusiasmo y recibió desde luego importantes aplicaciones en Inglaterra (líneas de Midland, Dublin á Belfart, Dublin á Ulster), en Francia (Burdeos á Cette y Narbona á Perpignan), en España, (Barcelona á Zaragoza), etc., pero fué abandonado al cabo de poco tiempo á consecuencia del rápido deterioro de los carriles, efecto del modo especial de fabricación que exigía la forma de este carril.



*Carril Hartwich.*—Tiene la misma forma que el Vignole pero con el alma de altura suficiente á resistir el peso de los vehículos. El patin tiene que descansar sobre dos muros formados por una mezcla de piedra machacada y grava menuda, con cuya mezcla se llenan dos zanjas de 0<sup>m</sup>47 de ancho por 0<sup>m</sup>60 de profundidad.

Las dos hileras de carriles se unen por varillas de hierro al igual que en la vía Hilf, espaciadas de 1<sup>m</sup>25 á 1<sup>m</sup>50. Los eclises están fijados por ocho tornillos.

El primer ensayo de este sistema data de 1865; fué aplicado en dos líneas de la Compañía de los ferro-carriles Renianos en Prusia, de Coblenza á Oberlahustein, y de Call á Mechernich. Muy luégo se extendió el ensayo á varias otras líneas y en vista de los resultados satisfactorios que produjo, lo aplicaron las compañías de Coln-Minden, las del Este, en Francia y algunas otras ménos importantes. En Madrid el tranvía del Este tiene su vía formada por dos carriles Hartwich acoplados, dejando entre sus cabezas el espacio correspondiente á los rebordes de las ruedas. A los dos años de su colocación el estado de esta vía es muy satisfactorio y es de esperar que al cabo de un período largo su conservación habrá costado mucho ménos que la de las vías ordinarias.

La experiencia ha demostrado que la vía Harwich necesita largos eclises de 0<sup>m</sup>80 por lo ménos, fijados por 12 tornillos y emplear una traviesa de hierro en las juntas para oponerse al movimiento longitudinal.

Así y todo siempre el movimiento sobre esta vía será mucho más duro que en la vía ordinaria, como se nota en el tranvía del Este antes citado.

De cuanto acabamos de exponer se desprende que la verdadera solución de la vía metálica está aún por encontrar. El sistema de soportes aislados no ofrece bastante estabilidad; creemos sin embargo recomendable el sistema Bergerón, sobre todo para vía de poco tráfico; en los soportes conjugados la condición de estabilidad está en razón inversa de la de economía, puede encontrarse en ellos un término medio aceptable, como es, á nuestro entender, la traviesa Vautherin tipo moderno; los soportes continuos son los que hasta ahora han dado peores resultados, por las innumerables dificultades de conservación, inherentes al sistema; si estas dificultades se pudieran aminorar ya que no eliminarlas del todo, el sistema de vía con soportes continuos, con la cabeza del carril independiente del resto del soporte, sería en la práctica, el mejor, como lo es ya considerado teóricamente, y se emplearía de preferencia á los carriles sin soportes con lo cual se evitaría el tener que cambiar todo el carril, que en este último



sistema es de mucho peso, cuando no está desgastada más que la cabeza del mismo. De todos modos, los soportes continuos permiten dar á la vía una gran rigidez, lo cual es preferible á una excesiva elasticidad, que es muchas veces causa de que el material se deteriore y se desarticule al poco tiempo de servicio.

Es difícil, á pesar de todo, vaticinar la solución que prevalecerá; desde que está sobre el tapete la cuestión de soportes metálicos, son muchos, según hemos visto, los propuestos, pero no hay ninguno que presente una superioridad indisputable sobre los demás. Mucho desearíamos volver á importunar dentro breve tiempo á los lectores de esta REVISTA, molestando su atención no con descripciones difusas y enojosas, sino con la noticia breve y concreta de un sistema de vía metálica que reuniese todas las condiciones apetecibles de estabilidad, duración, economía y facilidad de conservación.

J. M. CAMPS.

---

## LEGISLACION.

---

### PÉRITOS MECÁNICOS DE LOS PUERTOS.

En el n.º 67 de *Industria é Invenciones* y sobre la circular del Ministro de Marina de fecha 30 de Enero último referente al personal idóneo que inspecciona las construcciones y reparaciones de los buques de hierro, máquinas y calderas, justiprecie las averías por choques ó colisiones é informe en cuanto á dicha clase de buques se refiere con arreglo á lo dispuesto en la ordenanza de matrícula y código de comercio leemos lo siguiente:

«No podemos ménos de aplaudir que el Sr. Ministro de Marina haya creado estas plazas de Périto mecánico, cuya necesidad se hacía sentir ya en nuestros puertos, pero nos ha llamado la atención lo mal expresado que está el nombramiento de los facultativos que se designan para ocuparlas. En el artículo segundo se nombran los Ingenieros y péritos mecánicos é industriales y suponemos que quiera decir Ingenieros mecánicos é Ingenieros industriales: hasta ahora habíamos ignorado que existiesen en España los Ingenieros mecánicos, pues sólo conocemos los Ingenieros industriales de la especialidad mecánica ó de la especialidad química: ese es el nombramiento oficial.



»No comprendemos por qué se ha de dar tanta elasticidad á la categoría de esas plazas, de tal modo que caben en ella desde los Ingenieros industriales hasta los contra maestres y maquinistas. ¿Cree el Sr. Ministro que para desempeñar bien estas plazas se necesitan los conocimientos especiales de un Ingeniero industrial? En este caso no puede ser desempeñada por las otras clases que se citan.

»¿Cree que basta un contra maestro de taller para desempeñarla bien? Pues entonces no hay necesidad de que se eleve la categoría de la plaza suponiéndola digna de un Ingeniero industrial. En ambos casos sale perjudicada la industria: en el 1.º por permitir que desempeñen el cargo personas que no son competentes, y en el 2.º porque los honorarios, es natural que sean cual corresponde á un Ingeniero industrial, siendo así que sólo deberían corresponder á un contra maestro ó maquinista.

»En el art. 3.º se previene que en la formación de las tarifas intervengan los Ingenieros *mecánicos* ó industriales y jefes de taller. ¿Puede el Sr. Ministro de Marina obligar á un ingeniero industrial á regirse por las tarifas formadas por un jefe de taller? En otras palabras: ¿es competente un jefe de taller para juzgar las obras de un Ingeniero industrial y decidir en consecuencia lo que esos trabajos valen? ¿Son de igual categoría los Ingenieros industriales y los jefes de taller?

»A buen seguro que en el Ministerio de Marina no sabrían contestarlo.»

Nuestro colega está muy acertado al hacer las anteriores manifestaciones que hacemos nuestras.

---

## EXPOSICIONES.

---

### EXPOSICIÓN ARAGONESA DE 1885.

Autorizada por Real Órden de 27 de Febrero de este año, la Real Sociedad Económica Aragonesa, con fecha 10 de Marzo último, convoca á una exposición que deberá celebrarse, bajo la dirección de una Junta nombrada por ella, y que obedecerá á las siguientes bases:

1.ª La Exposición se abrirá en Zaragoza el día 1.º de Setiembre de 1885.

2.ª Además de los productos de las tres provincias de Aragón,



se admitirán con iguales condiciones los de las demás provincias de España.

3.<sup>a</sup> También se admitirán los productos del extranjero.

4.<sup>a</sup> El plazo de admisión de los productos terminará el 15 de Agosto. Se exceptúan aquellos objetos que á juicio de la Junta Directiva deban admitirse con posterioridad á la fecha citada.

5.<sup>a</sup> La Junta Directiva será la encargada de dirigir la Exposición.

6.<sup>a</sup> Las condiciones para la admisión de animales, plantas y frutas se fijarán oportunamente por la Junta.

7.<sup>a</sup> Un jurado compuesto de personas competentes, elegidas por la Junta Directiva y por los expositores, examinará los objetos que se exhiban y decidirá los que hayan de ser premiados.

8.<sup>a</sup> La Exposición se dividirá en las seis secciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Ciencias.

2.<sup>a</sup> Artes liberales.

3.<sup>a</sup> Agricultura.

4.<sup>a</sup> Industria mecánica.

5.<sup>a</sup> Industria química.

y 6.<sup>a</sup> Industria extractiva.

9.<sup>a</sup> El jurado se dividirá en tantas secciones como la Exposición.

10.<sup>a</sup> Los premios consistirán en diplomas de honor y medallas de 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> clase.

11.<sup>a</sup> Los expositores deberán inscribirse antes del 1.<sup>o</sup> de Junio en el registro que llevará la Junta Directiva.

Digna del mejor elogio, es por todos conceptos, la iniciativa de la Real Sociedad Económica Aragonesa; las exposiciones, como dice muy bién la convocatoria que hemos recibido, son los torneos del siglo XIX; vencer en estas lides es la ambición de los particulares y de los pueblos. La REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL aplaude con entusiasmo la idea y ofrece desde luego á sus lectores hacer lo posible para darles cuenta en su tiempo de lo más interesante de esta exposición.

---

## NOTICIAS VÁRIAS.

---

**Cargos desempeñados por los Ingenieros Industriales españoles.**—De la Memoria del señor Secretario de la Asociación Central de Ingenieros Industriales, publicada en el Anuario que dicha Asociación ha dado á luz para el co-



rriente año, extractamos los datos y consideraciones siguientes:

«De la relación formada, que comprende los individuos que hasta hoy han verificado con éxito satisfactorio los ejercicios de toma de título, y que son en número de 468, resulta la siguiente clasificación :

*Ingenieros desempeñando cargos oficiales, ó que pertenecen á cuerpos del Estado.*

En el Cuerpo de Telégrafos.. . . .	11
En las Divisiones de ferro-carriles. . . .	14
En las Fábricas de Tabacos, Salinas, Casas de Moneda, Delegaciones de Hacienda y otras dependencias de este Ministerio. . .	16
Catedráticos en la Facultad de Ciencias, Escuela Industrial de Barcelona, Conservatorio de Artes é Institutos de segunda enseñanza. . . . .	50
Encargados de la comprobación del sistema métrico en las provincias. . . . .	25
Jefes de secciones de Fomento. . . . .	1
Oficiales en el Cuerpo de Ingenieros Militares. . . . .	2
Idem id. id. de Artillería. . . .	1

*Ingenieros al servicio de la industria particular.*

En Compañías de ferro-carriles en explotación. . . . .	45
En construcción y estúdios de ferro-carriles	17
En talleres de construcciones mecánicas, fundiciones, establecimientos metalúrgicos. . . . .	51
En fábricas de productos químicos, tintorería y blanqueo. . . . .	14
En fábricas de cerámica y de papel. . . .	3
En fábricas de gas del alumbrado. . . .	13
En fábricas de hilados y tejidos. . . . .	14
En explotaciones mineras. . . . .	5
En otras varias especialidades de la profesión. . . . .	34



*Ingenieros en industrias propias y enseñanza privada.*

Directores.—Propietarios de fábricas y establecimientos de construcciones mecánicas y fundiciones.. . . .	14
Directores.—Propietarios de industrias forestales y agrícolas.. . . .	10
Directores.—Propietarios de Revistas científicas y Centros de industria. . . . .	6
Dedicados á asuntos propios, pero de la profesión, no incluidos anteriormente. . .	18
Rentistas y comerciantes. . . . .	5
Dedicados á la enseñanza privada. . . . .	7

*Ingenieros que aparecen en la Relación sin ocupación alguna.*

Que se ignora la que tienen. . . . .	54
Cuya residencia y ocupación se ignora. . .	38
En resumen, la situación es la siguiente:	
Ingenieros desempeñando cargos oficiales ó que pertenecen á cuerpos del Estado. .	120
» al servicio de la industria particular. . . . .	196
» al servicio de industrias de su propiedad, en asuntos propios y enseñanza privada. . . . .	60
» cuya ocupación se ignora. . . . .	92

*Total. . . . . 468*

»A pesar, pues, de todas nuestras gestiones, ignoramos la ocupación de 92 colegas. Esto se explica, siquiera sea de lamentar. Algunos, así que han tomado el título; siguen el rumbo que la suerte ó voluntad les depara, sin guardar comunicación con sus compañeros, é ignorando, sin duda, las grandes ventajas de inscribirse en alguna de las tres Asociaciones de Ingenieros Industriales establecidas en España, ó de comunicar á las mismas su residencia, con lo cual, no sólo se privan del concurso y apoyo de los demás colegas, sino que inconscientemente impiden recabar por medio de la agrupación todas aquellas entidades de vital interés para el progreso y desarrollo de la carrera, y que tan fácil había de ser, ya valiéndose de gestiones cerca de los centros oficiales, ya por nuestros órganos en la prensa científica, ó ya aunando las diversas relaciones en la industria privada. No es nuestro ánimo pintar la Asociación como la panacea de todos los males y la fuente de todos los bienes; pero jamás clase alguna habrá estado tan necesitada de ella, no para concebir ilusiones, sino para convertir en realidad lo que hasta hoy ha sido una mera aspiración.

»Acháquense, por consiguiente, á esa falta de unidad de miras, las deficiencias y errores que nuestros consócios hallaren en la indicada relación, que esperamos subsanar, aplazando para entónces la tirada que se ha de repartir á cuantos posean el título con que nos honramos.»



# INGENIEROS INDUSTRIALES QUE TERMINARON SUS EJERCICIOS DE TÍTULO EN

1882 (*)	ESPECIALIDAD	1883	ESPECIALIDAD	1884	ESPECIALIDAD
D. Miguel Merino y Gutierrez	Mecánica	D. Luis Ferrer y Soler	Mecánica	D. Manuel Llopis y Puig	Mecánica
» Isidro Valls y Pallerola	Id.	» Rafael Hernandez y Figueras	Id.	» Pedro Diaz y Cárdenas	Id.
» Pedro Noé y Viñas	Química	» José Azeiti y Ferrer	Id.	» Pedro Ruiz y Matas	Química
» Maximino Sesé y Zunzunegui	Mecánica	» Tulio Domenech y Montaner	Id.	» Manuel Bergara y Alberó	Mecánica
» José Tarancon y de Valencia	Id.	» Ramon Arnau y Piera	Id.	» Victor Pedrer y Ramiro	Química
» Leopoldo Sagnier y Villevechia	Química	» Pedro Freixa y Martí	Id.	» Pascual Godó y Llorens.	Mecánica
» Jaime Arolas y Torrents	Id.	» Felipe Ricart y Córdoba	Id.	» Manuel Clavé y Bofill	Química
» José Simsterra y Verdásco	Id.	» Ignacio Serra y Bascos	Id.	» Julian Carlos Theye y Lhoste	Id.
» Adolfo M.ª Rodríguez Carballo	Id.	» Joaquin Larreta y Arzac	Id.	» Pedro Pella y Forgas	Mecánica
» y de la Cortina	Id.	» Antonio Rosich y Cayol	Química	» Ramon Manjarrés y Perez	Id.
» Tulio Domenech y Montaner	Química	» Francisco Iranzo y Julian	Id.	» Junguitu	Id.
» Felipe Ricart y Córdoba	Id.	» Ramon Arnau y Piera	Id.	» Sergio Singla y Daumas	Química
» Alberto Castells y Montestruque	Mecánica	» Manuel Bofill y Soler	Id.	» Fernando Massiá y Prats	Mecánica
» Sebastian Martí y Moragas	Id.	» Juan Roca y Serra	Id.	» Enrique Albira y Gomez	Id.
» Eustaquio Lécue é Isusi	Id.	» Eduardo Goetz y Maurer	Mecánica	» José Playá y Suñer	Id.
» Dimas Cabeza y Rocas	Id.	» Francisco Presas y Borrás	Id.	» José Casellas y Dalmau	Id.
» Tomás de Jesús Hernandez y García	Id.	» Octavio Zaragoza y Grau	Id.	» Tomás Samora y Abelló	Id.
» Ignacio Romañá y Suarí	Id.	» Fernando Almeda y Delmuns	Id.	» José Soldevila y Casas	Id.
» Alfredo Ajuria y Urigoitia	Id.	» Francisco Busó y Cabrera	Id.	» Tomás Miret y Sans	Id.
» Luis Würtz y Preto	Id.	» Emilio Rivas y Elias	Id.	» Juan Gatell y Lomaña	Id.
» Francisco Rahola y Puignau	Id.	» José Garalt y Sala	Id.	» Nicolás Tous y Caze	Id.
		» Ramon Soteras y Galtés	Id.	» Juan T. Arteche y Garamendi	Id.
		» Pedro Castellá y Aguilera	Id.		
		» Ricardo Altayó y Matabacas	Id.		

(\*) Los seis primeros nombres del año 1882 se insertaron ya en la lista publicada en las páginas 218 á la 222 inclusive del tomo correspondiente al citado año, con la cual y con la de las páginas 339 á la 343 completan la lista de todos los ingenieros industriales que han obtenido el título en España.



**Anuarios.**—Acaba de publicar uno, correspondiente á este año, la Asociación Central de Ingenieros Industriales, en el cual entre otras cosas de interés hay los acuerdos tomados por aquella Asociación durante el año anterior, la Memoria de su señor Secretario leída en la Junta general celebrada el día 28 de Febrero último y una lista de los ingenieros industriales que existen en España con sus actuales domicilios y ocupaciones.

La Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona, hace algún tiempo que prepara también un anuario, en el cual entre otras cosas habrá una recopilación de todos los decretos y disposiciones referentes á nuestra carrera y si bién con la lista de ingenieros salidos de la Escuela en los dos últimos años que insertamos en otro lugar del presente número, queda completa la de todos los ingenieros españoles; en dicho Anuario se reimprimirá la citada lista completándola con los datos que se deduzcan de la Asociación Central y demás que se puedan obtener.

**Sección de legislación, estadística é higiene.**—

En la sesión celebrada el día 31 de Marzo último, por dicha sección fué elegido presidente de la misma D. Francisco Vila y Lletjós.

**Junta directiva de la Asociación Central de Ingenieros Industriales.**—Para el presente año queda constituida de la manera siguiente:

<i>Presidente de honor.</i>	Excmo. é Ilmo. Sr. D. Cipriano Segundo Montesinos, Duque de la Victoria.
<i>Presidente efectivo.</i>	Excmo. Sr. D. Félix Márquez.
<i>Vice-presidente.</i>	Sr. D. Agapito Marco Martínez.
<i>Secretario.</i>	Sr. D. Ricardo de Arostegui.
<i>Vice-secretario.</i>	Sr. D. Francisco Rahola.
<i>Tesorero.</i>	Sr. D. Francisco Labrador y Guzmán.
<i>Contador.</i>	Sr. D. Gabriel Gironi.
<i>Bibliotecario.</i>	Sr. D. José M. <sup>a</sup> Camps.

**Atribuciones.**—Con el presente número se reparte á los Sres. Sócios de la Asociación un índice de las Reales órdenes relativas á la carrera de Ingeniero industrial, á fin de preparar una colección legislativa, y para cuyo objeto la Junta Directiva agradecerá que durante el mes de Mayo le sean comunicadas cuantas omisiones se observen en dicho índice.