

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Mainquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, Secretario.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

LOS VAGONES TUBULARES

SISTEMA GOODFELLOW Y CUSHMAN

I

Vagones para grandes cargas.

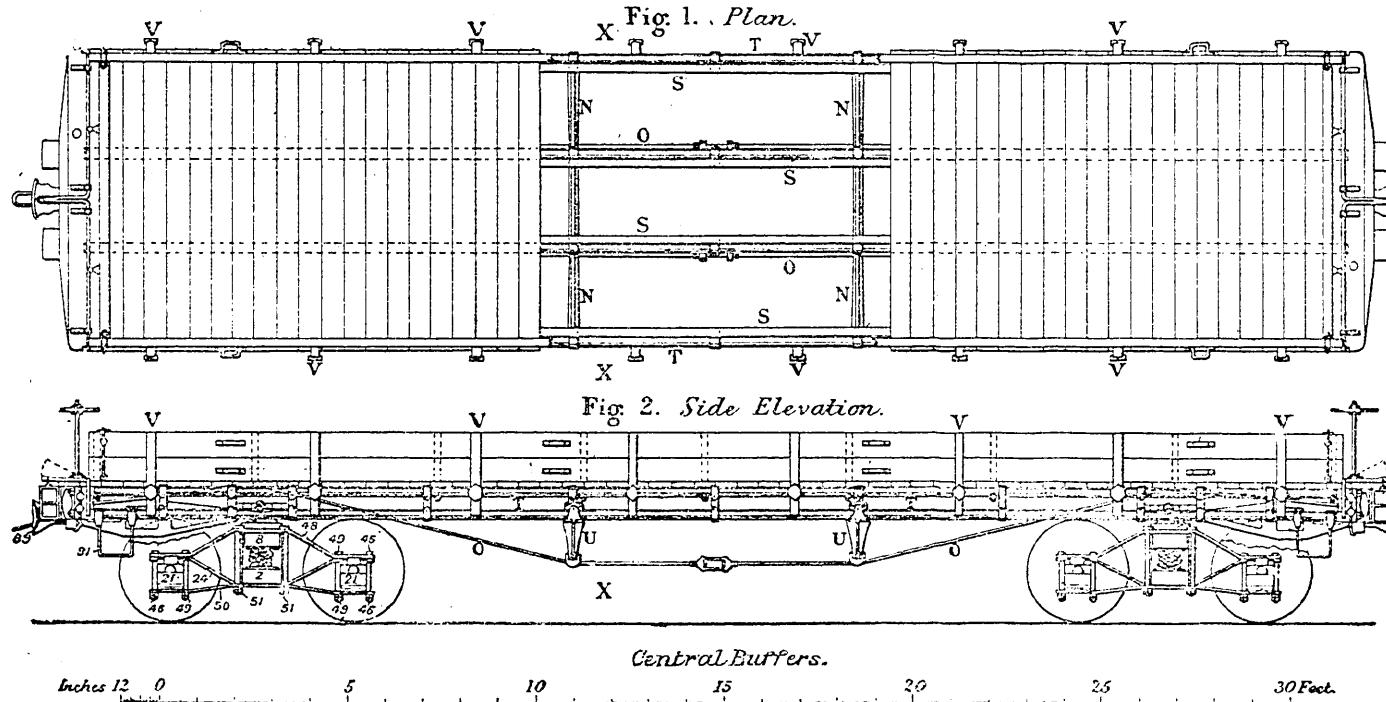
El enorme aumento del tráfico en los ferrocarriles ha hecho sentir en el último cuarto de siglo la apremiante necesidad de acrecer mucho la capacidad comercial de las líneas, sobre todo en los de simple vía, sin complicar demasiado la explotación, aumentando excesivamente el número de trenes y atendiendo,

tico, y ha sido en los Estados Unidos y en los países nuevos en la civilización, donde de preferencia se han aceptado y propagado estos modernos sistemas de vagones.

No creemos que en nuestro país sea necesario ni posible, por ahora, el empleo de vagones colosales como los que hemos citado en las anteriores líneas; ni lo exige nuestro tráfico, poco potente, ni lo consentiría la endeblez de los carriles de nuestras vías y la poca robustez de nuestros puentes, calculados en previsión de trenes menos pesados.

Pero, sin llegar á ese extremo, podría darse un provechísimo avance con la adopción de vagones de un tipo medio, ó sea de capacidad de 21 á 30 toneladas, en las líneas de vía estrecha y de vía normal respectivamente.

Algunos vagones de éstos hay en circulación en España;



por otra parte, á que los capitales invertidos en la adquisición de material móvil no excedieran prudentes límites.

Esto ha dado origen á los vagones para grandes cargas, en los que se ha llegado hasta los colosales para carbón, de que se hablaba en uno de los anteriores números de esta REVISTA (5 de Febrero de 1903), con capacidad de 40 á 60 toneladas, y aún más.

En esta clase de vehículo, dando forma adecuada á los elementos constructivos y empleando hábilmente los materiales, se ha llegado á reducir la tara á 25 por 100 del peso del vagón cargado, cuando con el material ordinario es de 45 por 100; resultando de aquí y de los sistemas de construcción numerosas ventajas, que luego se puntualizarán.

Han sido los americanos los iniciadores de este orden de ideas; dando con ello una de tantas pruebas de su espíritu prácti-

pero son tan pocos, que ni como ensayo serio merecen considerarse. Claro está que en esto, como en todo, pesa la inercia de la rutina, á la que se suma la de los cuantiosos capitales invertidos antes en el material móvil ordinario. Más como el incesante aumento del tráfico y el deterioro del material existente exigen de continuo la adquisición de nuevos vagones, creemos que debieran las corrientes inclinarse en el sentido que indicamos, siendo seguro que el público, y principalmente las Compañías ferroviarias, encontrarían en la reforma grandes ventajas.

De entre los diversos sistemas que conocemos, acaso el de Goodfellow y Cushman sea el más ingenioso y original, por lo que de él nos proponemos valernos para desarrollar la tesis apuntada, en algunas cuartillas, que procuraremos no sean muchas, por no molestar excesivamente la atención de nuestros lectores.

II

Descripción.

El sistema de vagones tubulares Goodfellow y Cushman, considerado en su conjunto (véanse las figs. 1 y 2), ofrece las características de que el bastidor va apoyado sobre bogías ó carretones y está formado por cuatro vigas armadas dispuestas en sentido longitudinal, cuyos cordones superiores lo forman en cada una dos tubos de acero. En el sentido transversal, el arrastamiento satisface al mismo principio de las vigas armadas.

Precisamente el empleo de tubos en las piezas largas sometidas á compresión, con objeto de obtener secciones de gran momento de inercia, y muy aligeradas, sin perjuicio de la resistencia y la flexibilidad, constituye la base del pensamiento mecánico-constructivo que informa este sistema de bastidores.

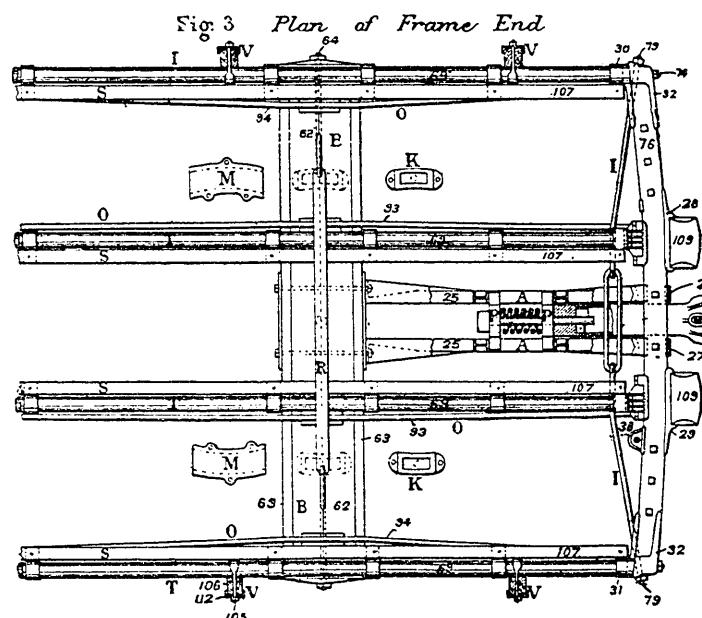


Fig. 3. Plan of Frame End

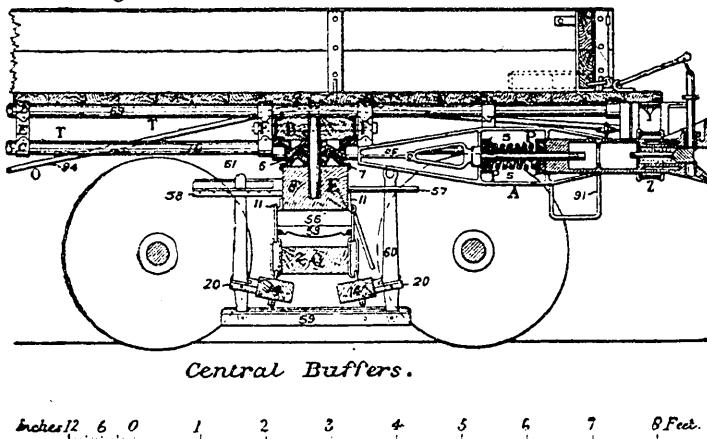
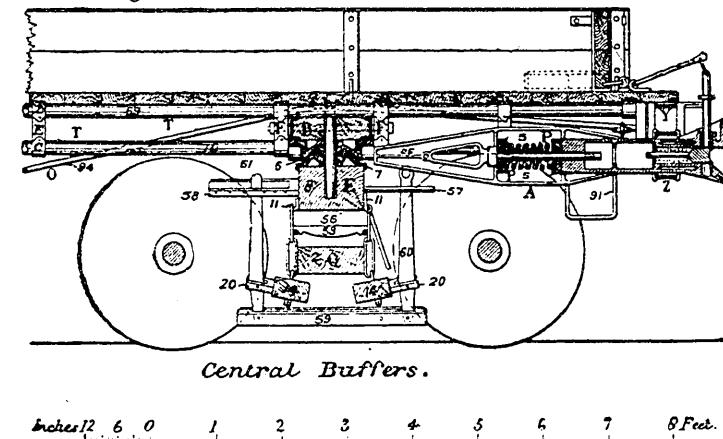


Fig. 4. Longitudinal Section of Wagon End



Refiriéndonos al fotograbado, pág. 292, en el cual se ve, con admirable claridad en su conjunto, el entramado de uno de estos bastidores, vamos á detenernos á explicar su construcción.

Sean para vagones de vía estrecha ó de vía normal, están formados por cuatro largueros bitubulares, cuyos tubos, de 73 milímetros de diámetro exterior, forman el cordón superior de una viga, armada con dos manguetas de 60 centímetros de longitud y cordón inferior de varilla cilíndrica provisto de tensor en el centro. Apóyanse aquéllos en dos fuertes traveseros de roble, que descansan en las bogías, de tal modo, que los largueros, y, por tanto, el bastidor presentan en los extremos una parte volada á manera de consola.

Los dos tubos de cada larguero están unidos entre sí por unos embragues que en seguida describiremos. Las vigas van arrostradas en los planos transversales en que se hallan situadas las

manguetas sólidamente y con gran sencillez, como se ve en el fotograbado á que venimos refiriéndonos. En cuanto á los traveseros de cabeza, son fuertes hierros en \square armados con tirantes (figura 3), y enlazados con piezas especiales muy robustas á los extremos de los tubos.

Fig. 5. Transverse Section of Wagon Body at X

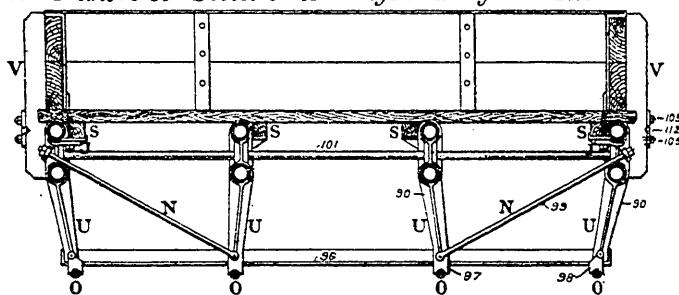
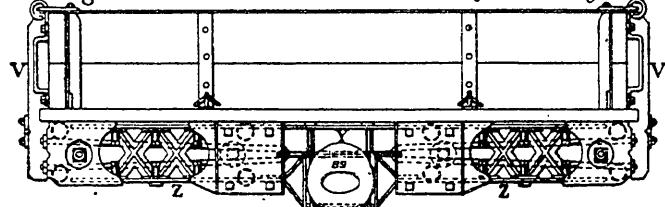


Fig. 6. End Elevation of Wagon Body



Los Sres. Goodfellow y Cushman han empleado dos sistemas de bridas para enlazar los tubos de los bastidores. El más recientemente adoptado consiste en unas mordazas de fundición (figura 18) maleable, aligeradas con nervios, para obtener mucha resistencia con poco peso, apretadas contra los tubos por medio de pernos. Del mismo modo se fijan las manguetas á los tubos.

Estos se empalman del sencillo modo que se ve en la fig. 12.

Las ensambladuras de los tubos á los hierros en \square de los traveseros de cabeza aparecen con toda claridad; la sección que representa en el grabado figura 13, examinando el cual formará el lector completa idea del modo como está hecho el enlace, al que

Fig. 7. End Elevation of Wagon Body with Channel Headstock & corner Buffers.

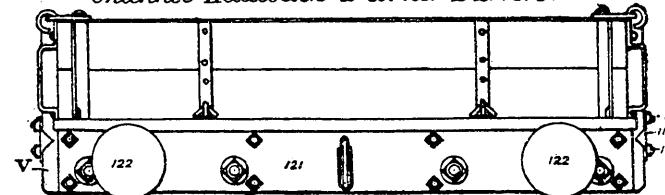
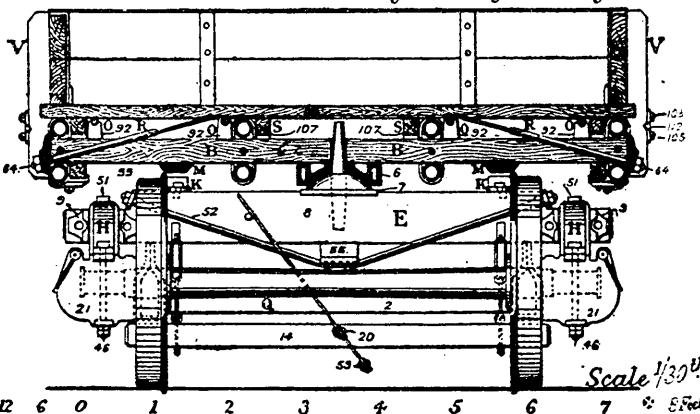


Fig. 8. Transverse Section of Wagon Body on Bogie Truck



sirve de intermediario entre los pernos y el tubo la pequeña pieza á rosca que detallan las figuras 14, 15 y 16.

Algunas de las bridas que enlazan los tubos, van provistas de ménsulas que soportan unos largueros de madera escuadrada donde se asienta el entablonado del tablero. En las figuras 20,

17 y 19 se ve este detalle, así como el modo de asegurar á los tubos los pies derechos que sostienen las paredes laterales de las cajas.

La figura 5, muestra una sección transversal del vagón, en

elevan más que los otros, entrando á trabajar los fuertes cuando se carga el vagón, obteniéndose así la apreciable ventaja de no fatigar inútilmente la suspensión, la cual actúa en razón de la carga.

Fig. 9. Rounding curve of 55 feet radius.

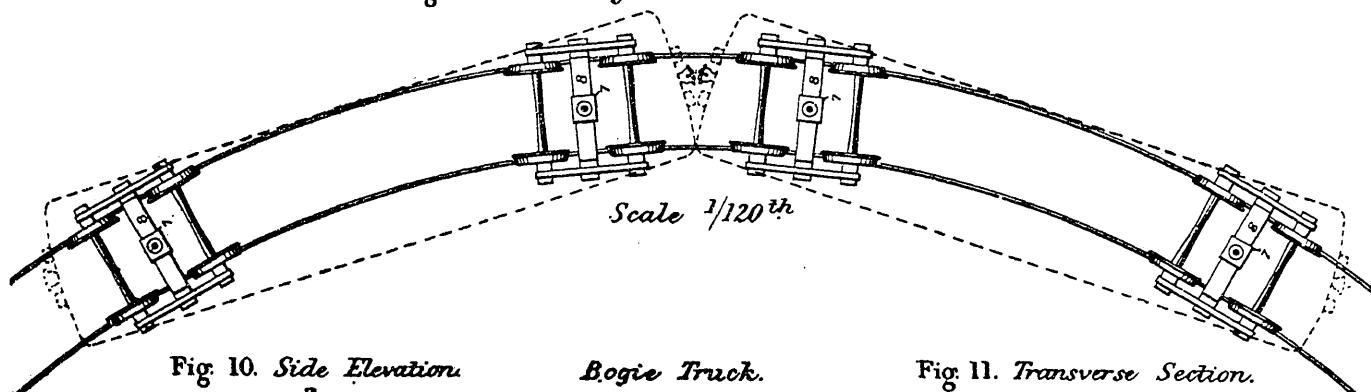
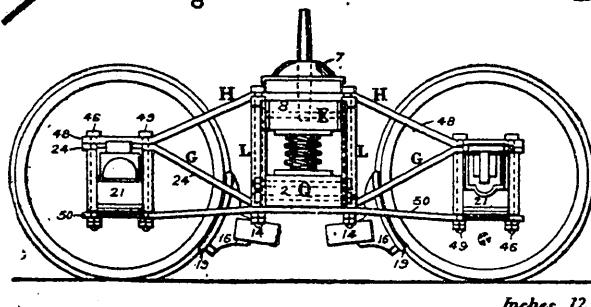
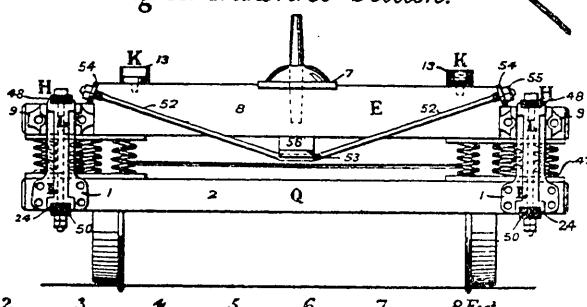


Fig. 10. Side Elevation.



Bogie Truck.

Fig. 11. Transverse Section.

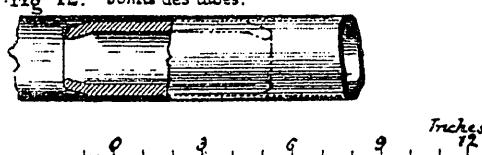


la que se ve la disposición de la caja y el arriostramiento en el plano de las manguetas.

Las bogías empleadas en los vagones tubulares son de construcción sencilla y sólida. Las figuras 10 y 11 muestran alzados

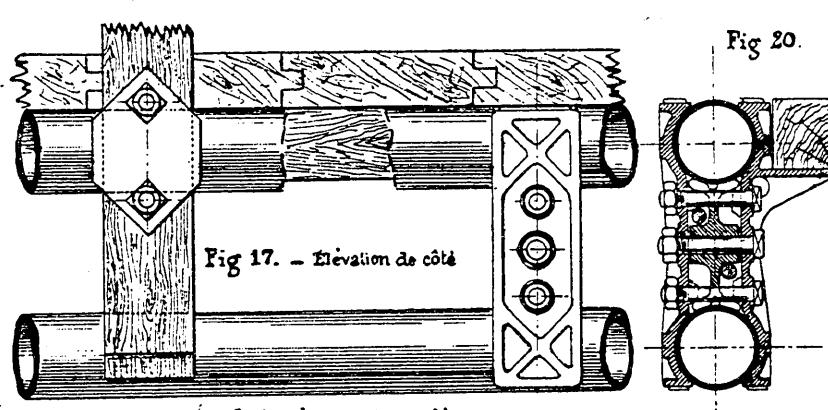
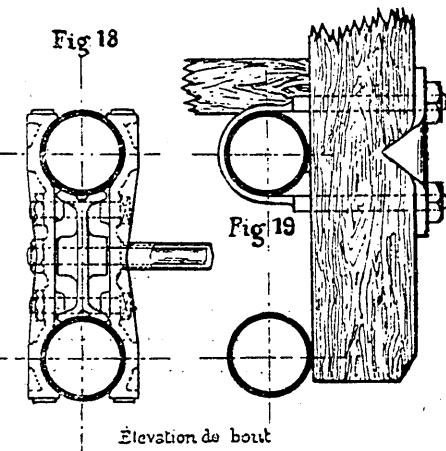
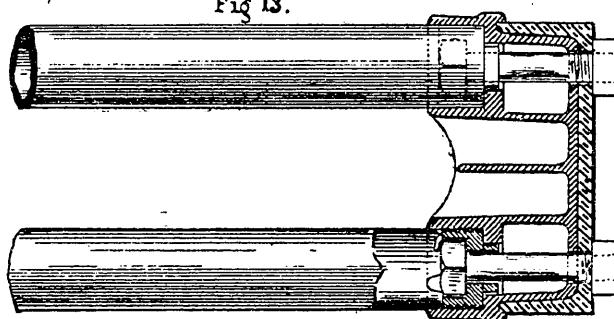
En las figuras 8 y 4 pueden apreciarse todos los detalles de construcción de las bogías, así como en la misma 4 y en la 3 se detalla el aparato de enganche y tope, que aquí es único por corresponder á un vagón de vía estrecha. En este importante órgano-

Fig. 12. Joint des tubes.



Assémblage des traverses de tête en fer aux tubes.

Fig. 13.



de una de estas bogías vista de lado y de frente. El larguero, está constituido por un sistema triangular de hierros planos, unidos á una gruesa traviesa de roble, la cual descansa en cada uno de sus extremos sobre tres resortes en espiral. De estos resortes son dos muy fuertes y cuatro más débiles, y están combinados de modo que cuando el vehículo está vacío insiste sólo en los débi-

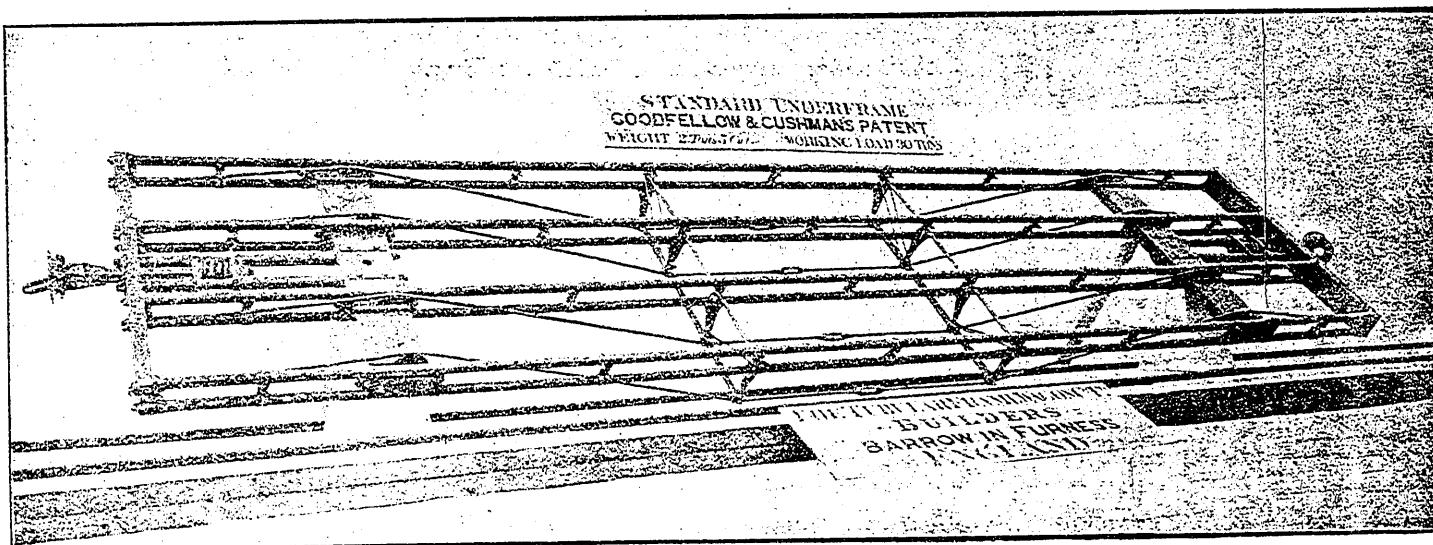
les que se no se ha empleado, como en las suspensiones de las bogías, resortes en espiral.

Para terminar esta primera parte de nuestro trabajo, diremos que los vagones Goodfellow y Cushman están construidos en todas sus piezas sobre el principio del recambio y montados totalmente con pernos, es decir, que no se emplean roblones en

ninguna de sus partes; así es que pueden armarse y desarmarse con gran facilidad y repararse ó sustituirse fácilmente cualquiera de sus piezas.

mecánicos y multitud de datos, de los cuales vamos á entresacar algunos que nos parecen apropiados para trasladarlos aquí.

Como hemos indicado, la característica mecánica de los



Bastidor de un vagón tubular.

III

Cálculo de la resistencia del bastidor.

Entre los numerosos escritos que se han publicado acerca de los vagones tubulares, encuétranse interesantes estudios

Fig. 21. Plan of Corner Buffers End Frame

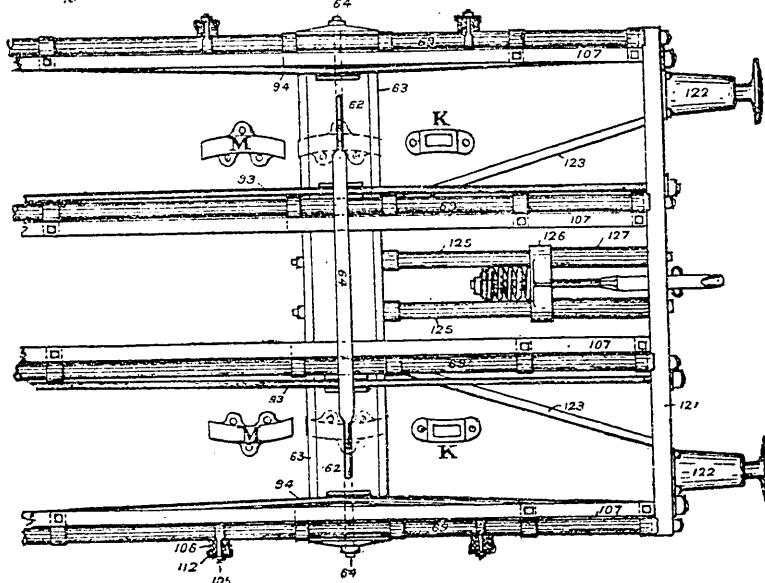
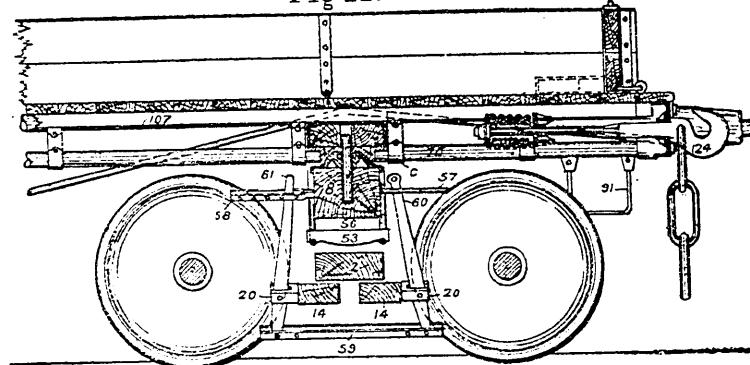


Fig. 22.



Inches 6 9 7 2 3 4 5 6 7 8 Feet

bastidores tubulares consiste en la aplicación hábil de las secciones huecas para llevar al máximo la utilización de las propiedades generales de la materia y las especiales de la forma tubular.

Siguiendo los razonamientos del Ingeniero italiano Sr. Ciotti, se calcula la resistencia del chasis del siguiente modo:

Cada larguero, formado por un par de tubos de la misma sección unidos entre sí á una distancia invariable y llevando por debajo un sistema de tirantes y manguetas, puede considerarse como una viga continua sobre cuatro apoyos, dispuestos simétricamente con relación al centro, que son las dos manguetas de la armadura y los puntos medios de los traveseros que se apoyan en las bogías, en tanto que las extremidades quedan en falso, ó sea como consolas.

Partiendo de esta hipótesis, que es la más probable, porque se la puede realizar alargando ó acortando por medio de los tensores los tirantes á fin de llevar los cuatro puntos de apoyo al mismo nivel, los dos tubos superpuestos son sometidos á esfuerzos de flexión y de compresión á los que son especialmente aptos para resistir.

Las manguetas sufren únicamente esfuerzos de compresión y los tirantes sólo esfuerzos de tensión.

Admitiendo que el exceso de carga sobre los largueros centrales se reparte sobre los de los bordes, lo que sucede por efecto de los tirantes oblicuos del arriostramiento transversal y por la resistencia del entablonado, es fácil establecer las condiciones de estabilidad del vehículo para una carga normal de 30.000 kgs., que es lo previsto, limitando el cálculo á uno de los largueros en la hipótesis enunciada de la equivalencia de las condiciones y de carga.

	Kilos
Carga total uniformemente repartida.....	30.000
Peso de los bordes de la caja.....	600
Peso del tablero y los traveseros.....	900
Carga total sobre los largueros.....	31.500
Peso propio del bastidor.....	1.420
Total.....	32.920

$$\text{Carga total por larguero} = \frac{32.920 \text{ kg.}}{4} = 8.230 \text{ kg.}$$

$$\text{Idem por metro corriente de larguero..} \quad 800 \text{ kg.}$$

JOSÉ CEBADA Y RUIZ.

(Continuará.)