

Las modernas locomotoras a vapor de los Estados Unidos

POR

E. LASSUEUR DE NOYON

(Traducido de la revista suiza *Schweizerische Bauzeitung*, de Zurich)

II. Locomotoras para trenes de pasajeros

La locomotora moderna para trenes de pasajeros debe de producir un esfuerzo de tracción sostenido en velocidad, combinado con un amplio esfuerzo de arranque, y poseyendo una capacidad de reserva para la calefacción y el alumbrado del tren. Estas condiciones no pueden alcanzarse sino por una gran capacidad de vaporación de la caldera y una utilización racional del vapor. Además, el peso adherente debe bastar para permitir un arranque rápido.

El diámetro de las ruedas está determinado en general por el axioma siguiente: El diámetro de las ruedas motrices en pulgadas = la velocidad máxima en millas por hora; en estas condiciones, el número de vueltas es de 336 por minuto.

Las primeras locomotoras construidas para este servicio fueron del tipo «American» (2 B), el cual, después de largos años de uso, se ha debido abandonar a causa de la insuficiencia de la fuerza de tracción. Por la agregación, atrás, de un eje acoplado, este tipo se transformó en el «Ten Wheel» (2 C) que es el tipo de locomotora más difundido para trenes de pasajeros.

El tipo «Atlantic» (2 B 1), que comprende un bogie adelante, dos ejes acoplados, y un truck atrás, puede considerarse como intermediario entre los dos tipos precedentes. Este tipo lo introdujo en 1895 la «Atlantic Coast Line» y de ahí ha conservado su nombre. Aun cuando estas máquinas permiten el empleo de una gran caldera y de una ancha caja de fuego, soportada enteramente por el eje posterior, la carga soportada por los dos ejes acoplados, jamás ha permitido alcanzar una fuerza de tracción suficiente. La ventaja del tipo «Atlantic» con respecto a la «American» no podía establecerse sino una vez adquirida una cierta velocidad, a causa de la mayor producción de vapor. El defecto de fuerza de tracción se hacía sentir particularmente en la partida.

El tipo «Atlantic» empleado para trenes livianos debió construirse durante más de diez años con ruedas que excedían a menudo los 2 m de diámetro a fin de que, debiendo alcanzar una gran velocidad, el número límite de 350 carreras de los pistones por minuto, no fuese sobrepasado. Con el aumento considerable de la carga de los trenes de pasajeros, ha debido ceder su lugar a otras máquinas más poderosas.

El tipo «Ten—Wheel» (2 C) se emplea para trenes de pasajeros cuando no se exige una gran velocidad, lo que permite el empleo de ruedas motrices de un diámetro suficientemente reducido para que el fogón ancho pueda todavía ser colocado encima, sin que el centro de la caldera deba elevarse a demasiada altura sobre los rieles.

La figura 1 (lámina anexa), representa una locomotora «Ten—Wheel» puesta en servicio en 1916 por la «St. Louis and Southwestern Railway». Esta máquina, caracterizada por su aspecto elegante y sus bonitas proporciones se emplea para trenes precedentemente remolcados por máquinas «American» y «Atlantic». El cuadro siguiente indica las dimensiones comparadas de estos tres tipos de máquinas:

	Tipo: 2 B	2 B 1	2 C
Diámetro de los cilindros	mm 483	508	559
Carrera de los pistones	« 660	660	711
Diámetro de las ruedas motrices	« 1753	1778	1753
Presión del vapor	at 14,06	14,06	14,06
Superficie de parrilla	m ² 2,68	2,86	4,6
« calefacción	« 172,42	230,39	229,83
Peso adherente	kg 42000	41500	75000
« total (máquina)	« 65800	82800	95000
Esfuerzo de tracción	« 10540	11450	15200

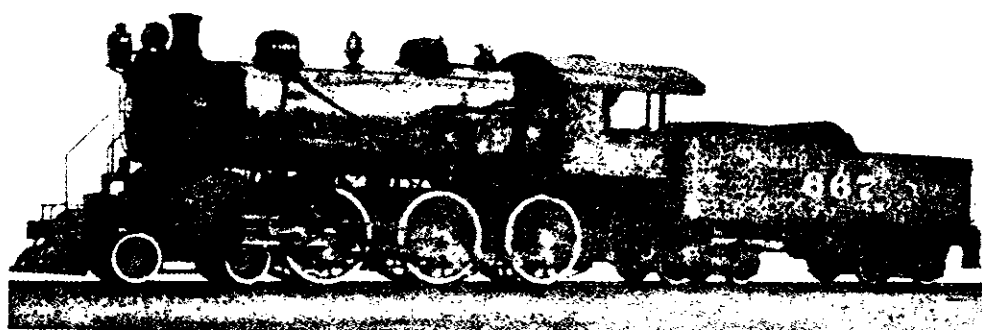
La gran diferencia de esfuerzo de tracción entre el tipo «Ten Wheel» y los dos precedentes debe, sin embargo, atribuirse en parte al empleo del recalentador en este último tipo. El fogón contiene una bóveda de ladrillos sostenida por dos tubos de agua; y es soportado enteramente por el tercer eje acoplado. La distribución Baker es accionada por el aparato Ragonnet.

La carga media por eje acoplado es de 25 tn. El coeficiente de adherencia de 4,9 permite desarrollar la fuerza de tracción completa, aún en condiciones de adherencia desfavorables. La caldera puede producir sin esfuerzo una gran cantidad de vapor en proporción al peso adherente.

El tipo «Mastodon» (2 D) construido recientemente en Europa para los ferrocarriles Madrid—Zaragoza—Alicante y Sud-austriaco no ha tenido en América más éxito que el tipo «Decapod» y ha sido abandonado por idénticas razones.

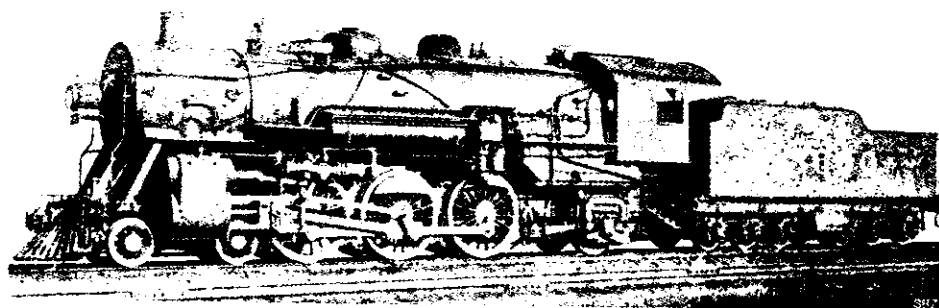
Del mismo modo que el tipo «Consolidation» se transformó en «Mikado», el tipo *Pacific* (2 C 1) ha sucedido al tipo «Ten-Wheel». La primera locomotora con

Fig.1



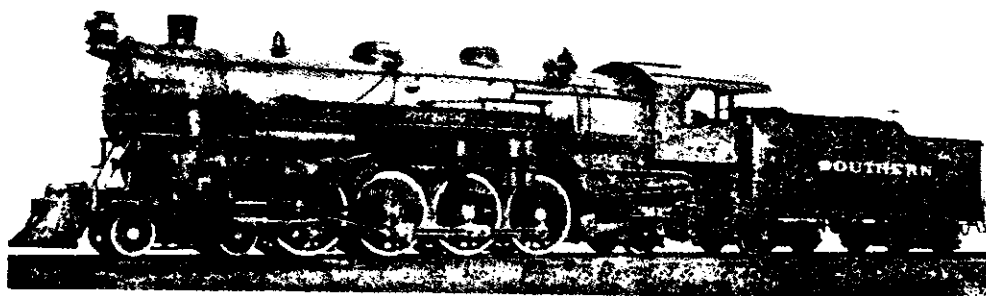
Locomotora del tipo " Ten Wheel" de la " St. Louis and South- Western Railway." - " Baldwin Locomotive Works," 1916.

Fig.3



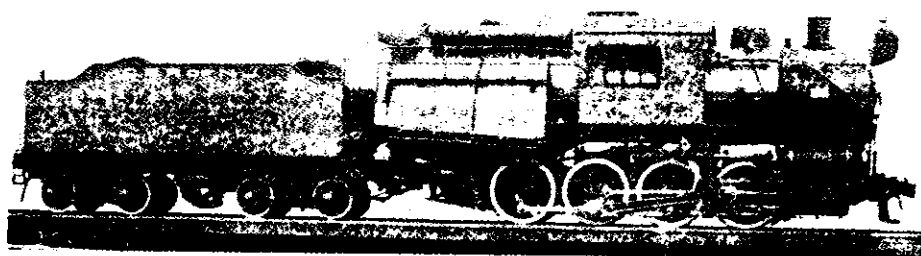
Locomotora del tipo " Pacific" (2C1) de la " Atchison Topeka and Santa Fe Railway." - " Baldwin Locomotive Works," 1914.

Fig.5



Locomotora del tipo " Mountain" (2D1) de la " Southern Railway." - " Baldwin Locomotive Works," 1917.

Fig.6



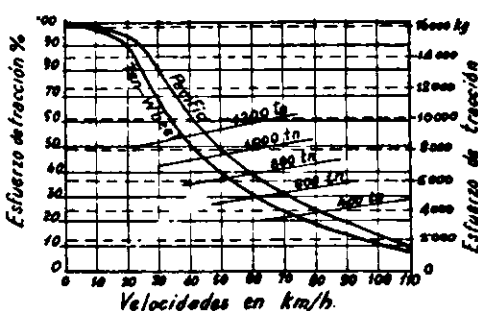
Locomotora de maniobra del tipo D de la " Central Railroad of New Jersey." - Construida en 1913 por la " American Locomotive Co." - " La Cales..."

disposición de ejes 2 C 1 combinada con una caja de fuego soportada por el eje trasero, se construyó en 1901 por la «Baldwin Locomotive Works» para los ferrocarriles del Estado de Nueva Zelandia (trocha de 1,067 m.) En 1902, la American Locomotive Company construyó las primeras máquinas «Pacific» para trocha normal, las que estaban destinadas al «Missouri Pacific Railway»: de aquí el nombre dado a este tipo (1).

El tipo «Pacific», que reúne las cualidades esenciales de una locomotora de pasajeros, ha pasado a ser el tipo predilecto para trenes expresos. El bogie de cuatro ruedas colocado adelante constituye una excelente guía para el paso en curva y el truck posterior sostiene enteramente el fogón. Este tipo es una reproducción del tipo «Ten-Wheel» por la simple agregación del truck posterior. Con el «Ten-Wheel» el peso adherente alcanza a cerca del 76 % del peso total, mientras que con el «Pacific», esta proporción es de 63 % aproximadamente. Como la capacidad relativa de vaporación de la caldera es por lo general inversamente proporcional a la relación *peso adherente: peso total*, en razón de la mayor capacidad de vaporación, el tipo «Pacific», puede desarrollar para velocidades de marcha, una fuerza de tracción de 20 a 25 % superior a la del tipo «Ten-Wheel» de igual peso adherente, lo que se ve con toda claridad en el diagrama de la figura 2.

Las curvas, que han sido obtenidas en una rampa de 5 ‰ con dos máquinas de igual peso adherente, (73 tn), indican el esfuerzo producido con velocidades de 0 a 110 km por hora en % del esfuerzo de arranque. Las líneas transversales indican la resistencia total de trenes de pesos diferentes.

Fig 2-Representación gráfica de la potencia de las locomotoras del tipo «Pacific» y «Ten-Wheel».



La figura 3 (lámina anexa) representa una de las mayores máquinas «Pacific» actualmente en servicio. Fué construída por la «Baldwin Locomotive Works», se exhibió en la exposición de San Francisco de 1915 y circula en las líneas de la costa del Pacífico (California) de la Atchison Topeka and Santa Fe Railway». El combustible empleado, es el aceite, producido abundantemente en esta comarca. La caja de fuego, construída con planchas de 9,5 mm de espesor, es soportada enteramente por el truck posterior. La parrilla y el cenicero están reemplazados por un fondo de albañilería; en su parte inferior, las planchas están protegidas contra la acción directa de la llama por una envoltura de ladrillos refractarios. El

(1) Una locomotora tipo 2 C 1, construída por la «Baldwin Loco. Works» en 1902, se ha descrito en el vol. XLI, pág. 292 (27 Junio 1903) de la revista «Schweizerische Bauzeitung».

petróleo bruto contenido en el tender es llevado por una tubería hasta el quemador después de haber atravesado un recalentador destinado a hacerlo más líquido para facilitar la pulverización. El inyector o atomizador está montado en la parte delantera, debajo del fogón, donde el aceite es insuflado por medio de un chorro de vapor. La llama, muy viva, forma una especie de cortina y puede compararse a la de un enorme mechero; la regulación o graduación se efectúa por un simple grifo que da paso a la llegada del aceite. La admisión del aire debajo del fogón se opera por una abertura graduable; la puerta del fogón, de construcción especial, permite igualmente la introducción del aire por medio de una válvula de admisión. En caso necesario, el fogón podría ser fácilmente transformado para la combustión de carbón.

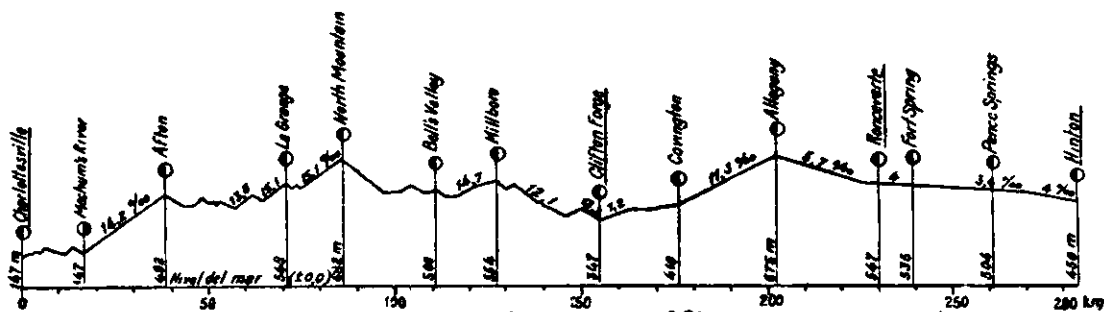
La caldera ha sido construida para soportar una presión de 15,8 at pero, en servicio, las válvulas de seguridad están reguladas para 14,6 at. La distribución Baker es accionada por un aparato Ragonnet.

Con el tipo "*Mountain*" (2 D 1 se ha llegado a la mayor locomotora de pasajeros actualmente en servicio. Aun cuando las máquinas-tender con semejante disposición de ejes hayan sido puestas en servicio hacia el año 1890, por los ferrocarriles sud africanos, la aparición del tipo "*Mountain*" con amplia caja de fuego, es relativamente reciente. En 1904, los ferrocarriles del Estado de Nueva Zelanda (trocha de 1,067 m) construyeron en sus talleres de Addington las primeras locomotoras 2 D 1, destinadas al remolque de los trenes de pasajeros en una sección de montaña de la línea principal (isla Norte). El fogón de estas primeras máquinas es soportado por el cuarto eje acoplado, quedando el eje portante destinado sólo a disminuir la carga que debería haber soportado. Un año más tarde, en 1909, los ferrocarriles del Estado del Natal (actualmente South African Railways) hicieron construir por la «American Locomotive Co.» una serie de grandes locomotoras 2 D 1 para trocha de 1,067 m destinadas al servicio de carga; el fogón de estas máquinas está soportado totalmente por el truck posterior. Tales son los orígenes de este tipo, introducido en los Estados Unidos, en 1911, por la Chesapeake and Ohio Railway. La aparición de estas máquinas de dimensiones considerables ha sido conceptuada en América como origen de una nueva época en la construcción de las locomotoras de pasajeros. Estas son, en efecto, aún hoy, las más poderosas locomotoras de pasajeros que existen en el mundo. Las destinadas al remolque de trenes directos en las líneas de montaña (Mountain district) y que atraviesan la cadena de los Allegheny, han recibido el nombre de «Mountain», adoptado en la serie como designación de este tipo.

El fogón es alimentado por un cargador mecánico Street, cuya aplicación a estas máquinas es una de las primeras. En vista de la extensión de la caldera, se ha debido hacer uso de la cámara de combustión. La distribución Walschaerts es todavía accionada directamente por la barra de inversión.

En la línea Charlottesville-Clifton Forge Ronceverte Hinton (285 km), donde estas máquinas están en servicio regular, deben remolcar trenes para los cuales

se empleaban precedentemente dos máquinas «Pacific» con ruedas motrices de 1828 mm y 14500 kg de fuerza de tracción, y todo esto dentro de las horas previstas por el itinerario, que exige una velocidad media de 41 a 53 km h. Por el perfil dado en la figura 4, es fácil darse cuenta de las dificultades de explotación presentadas por esta línea, que tiene continuos cambios de pendiente que varían entre 6 y 15 ‰ en ambas direcciones. Con un tren de 600 tn, estas máquinas alcanzan la velocidad media de 40 km h en una rampa de 14 ‰ y de 22,5 km de largo entre Mechum's River y Afton. Los trenes se componen siempre de diez a doce coches. Con una máquina «Pacific» no fué posible llenar las condiciones previstas por el itinerario, con más de seis vagones de 320 tn aproximadamente.



III.—Locomotoras de maniobra.

El peso considerable de los trenes de carga exige necesariamente locomotoras de maniobras capaces de remolcar estos trenes en los planos inclinados de las estaciones de distribución del equipo. Las máquinas empleadas para este servicio pertenecen generalmente a los tipos C, D o aún E llamados «*Switching*», con todos los ejes acoplados. En varios casos estas máquinas alcanzan la fuerza de tracción de las locomotoras de línea, a las que pueden reemplazar en caso de necesidad.

La figura 6 (lámina anexa) representa una máquina de maniobra, construída por la «American Locomotive Company» para el «Central Railroad of New Jersey». La caja de fuego, tipo Wooten, se fabricó para quemar antracita fina. La distribución Walschaerts es accionada directamente por una gran palanca desde la casucha del maquinista, que se halla sobre la caldera; esta casucha está ligada a la del fogonero por un puentecillo lateral al fogón.

Aun cuando esta máquina está desprovista de recalentador y la carga por eje no pasa de 26 tn, es una de las más potentes máquinas de maniobra existentes y sobrepasa por su fuerza de tracción a la mayor parte de las máquinas del tipo «Consolidation».

II. LOCOMOTORAS PARA TRENE DE PASAJEROS

III. LOCOMOTORA DE MANIOBRA

Características de la locomotora	Ten. Wheel 2 C (Fig. 1)	Pacific 2 C 1 (Fig. 3)	Mountain 2 D 1	Mountain 2 D 1 (Fig. 5)	Switching Locomotora de maniobra D (Fig. 6)
Diámetro de los cilindros, mm ..	559	660	736	685	609
Carrera de los pistones, mm	711	660	711	711	762
Tipo de la distribución	Baker	Baker	Walschaerts	Southern	Walschaerts
Diámetro de las ruedas motri ces, mm	1 755	1 855	1 575	1 755	1 420
Base rígida, mm.....	4 570	4 165	5 030	5 486	4 650
Base total de la locomotora, mm.	7 975	10 745	10 405	11 862	4 650
Base total (locomotora y tén- der), mm.....	18 726	21 775	21 490	22 333	15 185
Tipo de la caldera.....	wagon top	wagon top	wagon top	wagon top	straight top
Diámetro medio de la caldera, mm	1 830	2 040	2 300	1 950	1 980
Presión del vapor, at	14,1	14,1	12,7	13,4	14,1
Número de los tubos de ebulli- ción	212	244	243	183	401
Diámetro de los tubos de ebulli- ción, mm	51	57	57	57	51
Longitud de los tubos, mm.....	4 570	6 400	5 890	6 400	4 575
Número de tubos de humo, (re- calentador).....	30	40	40	36	
Diámetro de los tubos de humo, mm	137	140	140	140	
Longitud de la caja de fuego, mm.....	2 600	2 900	2 900	2 900	3 100
Ancho de la caja de fuego, mm	1 780	2 140	2 140	2 140	2 745
Superficie de la parrilla.....	4,6	6,2	6,2	6,2	8,5
Superficie de calefacción en con- tacto con el agua.....	230	413	393	341	311
Superficie de calefacción del re- calentador	49,3	91	78,5	87,5	
Esfuerzo máximo de tracción. kg	15 200	18 600	26 350	21 750	23 800
Calculado para un coeficien- te de adherencia de....	4,9	4,21	4,12	4,37	4,37
Peso adherente, kg	75 000	78 300	108 600	95 200	104 200
Peso medio por eje acoplado, kg.	25 000	26 100	27 150	28 750	26 000
Peso sobre el eje delantero, kg.	20 000	27 200	20 000	24 300	
Peso sobre el truck posterior, kg.		25 500	21 400	23 100	
Peso de la máquina, kg.	95 000	131 000	150 000	142 600	104 200
Peso en servicio de la locomo- tora con tender, kg	175 300	229 500	242 500	217 700	75 300
Capacidad del tender en agua, m ³	34	38	34	34	28
Capacidad del tender en com- bustible, kg	13 500	12 500	13 500	10 800	14 500
Peso en servicio del tender, kg..	80 300	98 500	92 500	75 100	71 100

Conclusiones.

Aunque los tipos de máquinas que se han descrito en este trabajo bastarían para dar a conocer el estado actual y próximamente futuro de la locomotora a vapor americana, existen aún otros tipos, de uso menos corriente, que sería largo describir aquí. No obstante, y contrariamente al uso difundido en todos los países del mundo donde existe un gran número de tipos de locomotoras de todos los sistemas posibles y que circulan en líneas cuyas trochas varían entre 0,600 y 1,676 m, se observa en los Estados Unidos una tendencia bien marcada hacia la *normalización* de los tipos. En efecto, raras son las máquinas de construcción reciente que no correspondan a uno de los tipos normales. A pesar del gran número de Compañías ferroviarias, varias razones tienden a favorecer este movimiento: Primeramente, la uniformidad de la trocha de las líneas, que es en todas de 1,435 m, y la ausencia de los ferrocarriles locales, tan generalizados en Europa; y, por último, el número restringido de constructores de locomotoras, tienen grande influencia en esta evolución. En efecto, el formidable trust que lleva el nombre de «American Locomotive Company», cuya sede social está en Nueva York, y en Schenectady (N. Y.) los talleres principales, y la «Baldwin Locomotive Works, de Filadelfia», son los únicos fabricantes. Desde hace algunos años, la «Lima Locomotive Works Inc. de Lima (Ohio)», cuyos talleres han tomado gran desarrollo, está en condiciones de producir setecientas grandes locomotoras por año. Todas las locomotoras americanas presentan el mismo aspecto exterior y sería difícil precisar a primera vista el constructor o la Compañía; más todavía, sucede que las fábricas rehúsan ejecutar ciertas construcciones que se aparten de las normas habituales.

Estos diferentes factores pueden considerarse en gran parte, como consecuencia natural de la unidad política de este inmenso país, cuya red ferroviaria pasa actualmente de 570 000 km; (Total de Europa 346 000 km.).

Uno de los puntos característicos es la ausencia de las locomotoras-ténder. Aunque algunas grandes Compañías Canadienses han puesto recientemente en servicio locomotoras ténder del tipo «Baltic» (2 C 2), en los Estados Unidos no se han introducido estas máquinas. Aun a las pequeñas máquinas de maniobra de tres ejes se ha agregado el invariable ténder de cuatro ejes; todavía más, se ha llegado a ver ténders mayores que la máquina misma.

Excepción hecha de las locomotoras articuladas «Mallet», el principio Compound no se ha aplicado a ninguna máquina de construcción reciente; el empleo de dos cilindros gemelos, colocados siempre al exterior, constituye una regla invariable; igualmente, el del recalentador Schmidt, no halla más que raras excepciones. Asimismo, todos los perfeccionamientos tendientes a reducir al minimum el esfuerzo físico del personal, encuentran un empleo siempre creciente. Para la producción del aire comprimido destinado al manejo de los frenos, se emplea desde luego uno o dos compresores Westinghouse Compound de un modelo perfecciona-

do, visible en las figuras 8 (lámina II del número anterior, y 3 y 5 de este número . Por ser de grande importancia en ciertas líneas que atraviesan regiones poco civilizadas, la luz o alumbrado de la máquina en la parte de adelante, varias compañías emplean poderosos proyectores eléctricos capaces de iluminar la vía a varias centenas de metros de distancia.

Los tipos actualmente construidos, de máquinas de base rígida, para el servicio de las grandes líneas, pertenecen todos a uno u otro de los grupos siguientes:

Grupo	Servicio de:	
	Carga	Pasajeros
1	Tipo: Consolidation, 1 D.	Ten Wheel, 2 C.
2	• Mikado, 1 D 1.	Pacific, 2 C 1.
3	• Santa Fe, 1 E 1.	Mountain, 2 D 1.

En estos tres grandes grupos de tipos normales están comprendidas las máquinas que se han desarrollado paralelamente, exactamente de la misma manera y por las mismas razones que han conducido a la misma solución. El primer grupo comprende las máquinas empleadas para trenes de tonelaje reducido o en líneas de menor importancia; el segundo grupo, abarca las máquinas en pleno periodo de actividad y el tercero, las máquinas de próximo porvenir. .