



LIVRARIA  
CASTRO  
E SILVA  
LISBOA

1.049.112-70

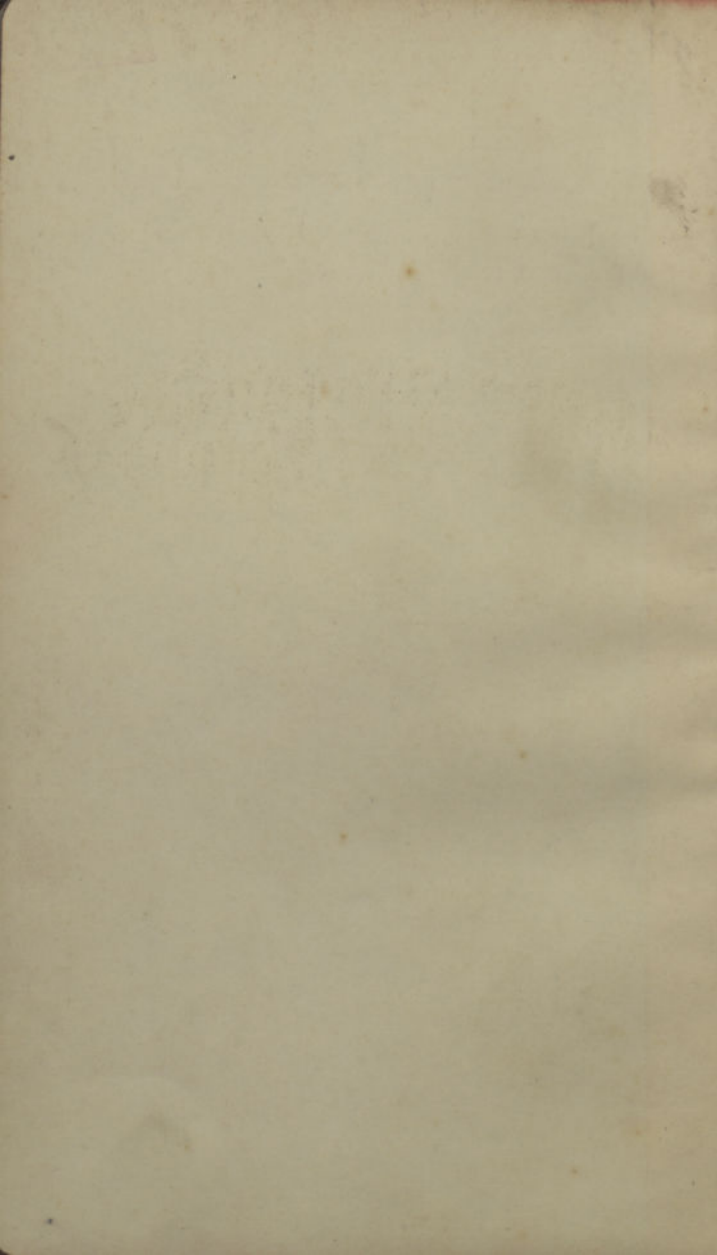
Sala 8

Est. 9

Tab. 3

N.º 34

CATÁLOGO





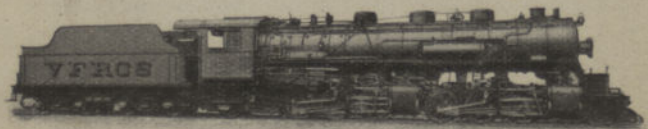
*J. B. ...*

INV - Nº 1714



MANUAL  
DO  
ENGENHEIRO DE LOCOMOTIVAS

*57*



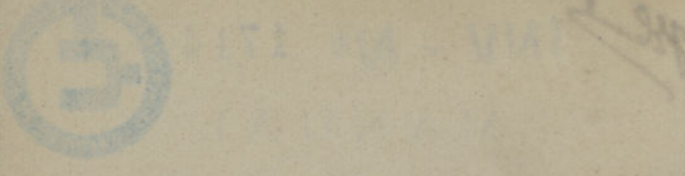
1 · 9 · 2 · 8

*Rc  
MNCI*

*62*

*MAN*

HENSCHEL & SOHN,  
KASSEL



Todos os direitos,  
particularmente o de traducção em linguas estrangeiras,  
reservados.

Copyright.

# Índice.

Páginas

Iª Parte. Resumo sobre a fundação e o desenvolvimento da fabrica . . .	5-11
IIª Parte. Prescripções geraes e regras normaes.	
Bases para a escolha de locomotivas . . . . .	13
Leis e ordenanças . . . . .	14
Bitólas . . . . .	14
Alargamento da via . . . . .	15
Sobre-elevação dos trilhos . . . . .	15
Gabarits . . . . .	16 22
Maiores bases de eixos . . . . .	23
Maiores pressões por eixo . . . . .	23
IIIª Parte. Bases geraes para locomotivas.	
Resistencia offerecida pelo trem inteiro. . . . .	24
Resistencias das locomotivas . . . . .	25, 26
Resistencias dos trens . . . . .	26, 27
Resistencia nas rampas . . . . .	28
Resistencia devida ás curvas . . . . .	29
Resistencia de acceleração . . . . .	30
Diagramma das pressões de vapor . . . . .	31
Esforço de tracção: Locomotiva de simples expansão . . . . .	31
Locomotiva compotnd . . . . .	31, 32
Pressões sobre os embolos, indicadas . . . . .	32
Potencia indicada . . . . .	32
Consumo de vapor . . . . .	33
Rendimento das caldeiras de locomotivas . . . . .	33, 34
Cargas rebocadas . . . . .	35
Combustiveis . . . . .	35, 36
Consumo de agua e carvão . . . . .	36
Vapor de agua: vapor saturado . . . . .	37
vapor superaquecido . . . . .	38, 39
IVª Parte. A construcção de locomotivas.	
Observações geraes . . . . .	40
Designação das locomotivas . . . . .	41, 42
Typos de locomotivas: para bitóla normal, com tender . . . . .	43-53
para bitólas de 900-1067 mm . . . . .	54-57
locomotivas Mallet com tender separado . . . . .	58-60
locomotivas-tender para bitóla normal . . . . .	61-67
locomotivas-tender para bitóla de 900-1067 mm . . . . .	68-73
locomotivas-tender Mallet . . . . .	74-76
Locomotivas em stock: locomotivas-tender para bitóla normal . . . . .	77, 78
locomotivas-tender para bitóla estreita . . . . .	79, 80
locomotivas sem fornalha . . . . .	81, 82
locomotivas-bond . . . . .	82
Locomotivas de minas . . . . .	83
Locomotivas de cremalheira . . . . .	83, 84

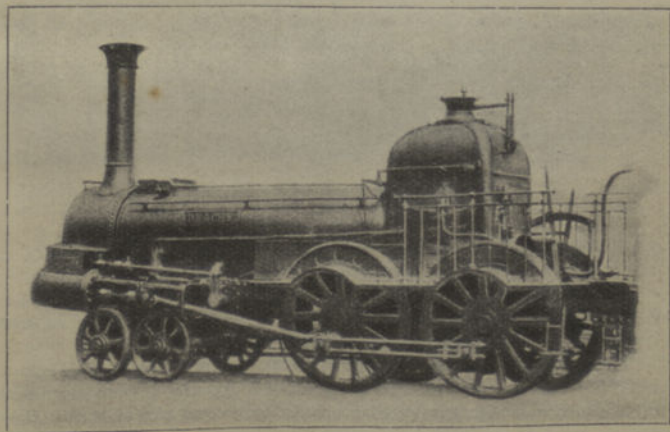






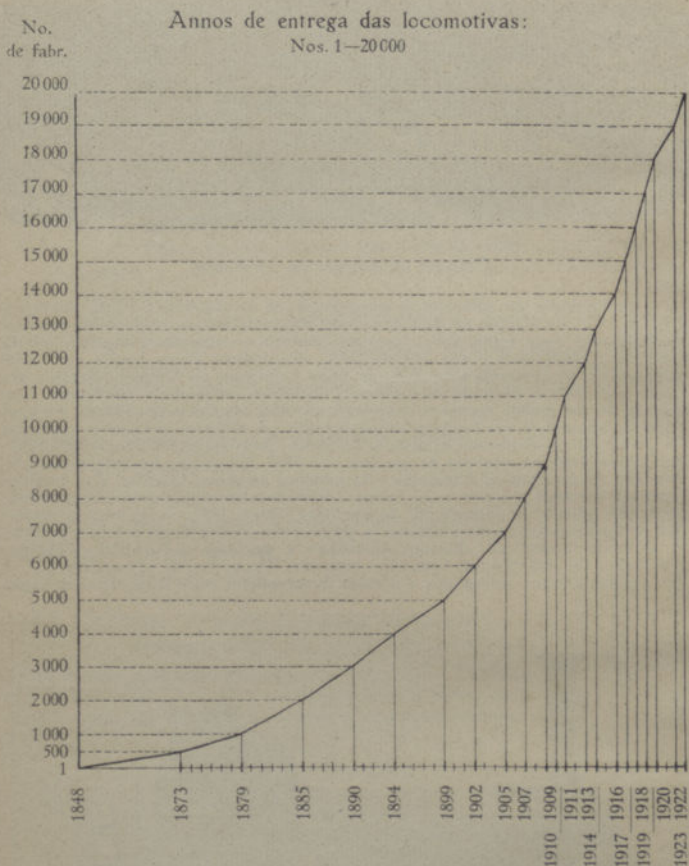
Officinas de locomotivas em Kassel.

A fundação das officinas de construcção de locomotivas e outras machinas, HENSCHEL & SOHN, em KASSEL, uma das mais antigas empresas industriaes da Allemanha, data, assim como o provam documentos authenticos, do seculo XVIII. GEORG CHRISTIAN KARL HENSCHEL, descendente d'uma familia que, já no seculo XVI, se dedicava á fundição de sinos e canhões em Giessen, tomou a seu cargo, em 1785, a direcção das officinas Eleitoraes de fundição em Kassel. Em virtude do seu grande successo, installou, em 1810, uma pequena fabrica em casa propria, lançando d'esta forma a primeira pedra das officinas que hoje existem com tão grande desenvolvimento, ha mais de 110 annos. Seu filho, ANTON HENSCHEL, que tomou parte na empresa de seu pae, em 1817, foi um dos iniciadores da construcção de machinas na Allemanha. As caldeiras tubulares Henschel e as turbinas Henschel tornaram celebre o seu nome. Sob a sua direcção, a fabrica tornou-se mais uma officina de construcção de machinas. Desde 1840. começou-se a fabricação de machinas-ferramentas pesadas e, poucos annos mais tarde, a de locomotivas. A primeira locomotiva, chamada «Drache» e destinada á Friedrich-Wilhelms-Nordbahn, foi entregue em 1848. Foi esta uma locomotiva de passageiros 2-D, e que possuía 2 eixos conjugados e 2 eixos livres, unidos entre si em forma de bogie.



Locomotiva «Drache», No. de fabr. 1.

Pouco mais tarde, a construção de locomotivas tomou proporções taes que constitue, hoje em dia, a occupação quasi exclusiva das usinas. O accrescimento rápido do numero de locomotivas fornecidas fica patente pelo graphico a seguir:



A melhor prova do desenvolvimento enorme dos estabelecimentos é dada pelo augmento da produção dos ultimos annos: ascendeu de 12100 t no anno de 1902, a 62000 t em 1921; attingiu, pois, mais do quintuplo.

A' medida do engrandecimento crescente da fabrica de locomotivas, fazia-se sentir d'uma maneira cada vez mais desagradavel o depender de outras industrias para se poder abastecer das materias primas, taes como chapas, tubos, eixos montados, peças de aço moldado, peças fundidas, forjadas, etc. Foi assim que se adquiriu, em 1904, da «Dortmunder Union» a «Henrichshütte», perto de

Hattingen-Ruhr (Westphalia), a qual foi remodelada e alargada consideravelmente, em conformidade com os progressos da technica moderna, para poder satisfazer as necessidades da fabrica de locomotivas. Hoje em dia, a Henrichshütte é tida por um dos maiores e melhor installados estabelecimentos d'este ramo na Rhenania e Westphalia inteira.



Locomotiva No. de fabr. 19000.

Em fins de 1922, a fabrica de locomotivas, só por si, occupava uns 10700 empregados e operarios. Compõe-se de 3 secções, isoladas umas das outras, mas unidas entre si por ramaes de linha ferrea, a saber: as usinas de Kassel, Rothenditmold e Mittelfeld. A secção central de Kassel compreende, além do edificio de Administração e dos serviços technicos, as usinas de fundição de ferro e outros metaes, a carpintaria, a pequena ferraria, as officinas mechanicas com salas de fabrico de ferramentas e officinas de montagem, em quanto que a secção de Rothenditmold abrange a construcção de caldeiras, de tenders e a grande ferraria. A terceira secção, a de Mittelfeld, inclue usinas mechanicas e de construcção de longerões,



Fabrica em Kassel-Rothenditmold.

O numero total das machinas-ferramenta eleva-se a 2800, pouco mais ou menos, das quaes fazem parte: mais de 700 tornos, 350 fresadoras, 400 machinas de aplainar, limar e mortear, 400 machinas para furar, 300 machinas de rectificar, mais de 160 tornos automaticos e semi-automaticos, assim como 40 installações pesadas de furar e tornejar, e 40 installações pesadas horizontaes de furar e fresar.

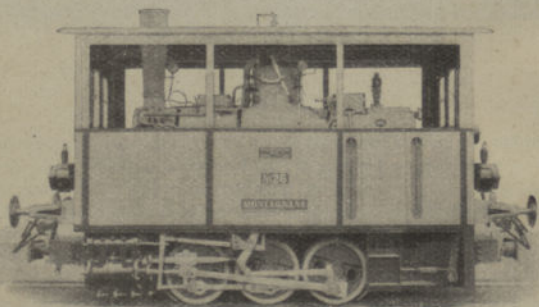
Tres centraes electricas, possuindo a potencia total de 10500 KW, abastecem as fabricas de luz e força motriz.

1710 motores electricos servem para impulsionar as machinas-ferramentas, 166 pontes rolantes, 30 guindastes giratorios, 23 elevadores, 8 chariots, 4 macacos de manobra, bem assim como 7 grandes placas giratorias.

Fóra d'isso, as officinas acham-se dotadas de 12 prensas hydraulicas (das quaes 7 destinadas a reborderar as chapas), de 12 machinas de rebitar hydraulicas e 4 accionadas a electricidade, fixas e moveis, bem como de installações poderosas a ar comprimido de 3200 cav. destinadas a impulsionar diversas ferramentas pneumaticas.

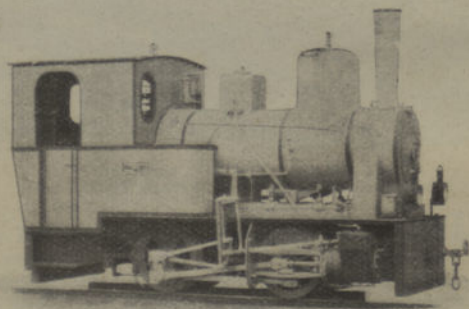
Além d'isso existem 50 fornos de caldear, soldar e temperar, 350 forjas e fornos para rebites.

As officinas de ferraria estão munidas de 40 martellos-pilões a vapor (com malhos pesando até 4500 kg), 8 martellos accionados a ar comprimido, 11 martellos de queda (com malhos até 5000 kg) e 2 prensas de forjar, realizando pressões de 200 e 500 ton. respectivamente.



Locomotiva-bond a vapor superaquecido.

A recém-construída secção de fundição de ferro e outros metaes satisfaz por completo as necessidades de cylindros a vapor e outras peças de fundição. Officinas especiaes fornecem as ferramentas de aço, as fresas, brocas helicoidaes, limas, porcas, parafusos, cavilhas, etc. etc.



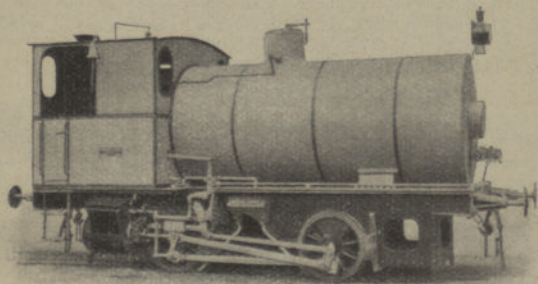
Locomotiva Henschel para empreiteiros.

A fabrica de locomotivas constroe locomotivas de todos os typos e tamanhos, tanto para vias principaes, secundarias, coloniaes, bondes (veja-se tabella 24), como para ramaes, linhas industriaes e agricolas, e para empresas de construcção;



constroem-se igualmente locomotivas-guindastes que poderão ser aproveitadas para manobras assim como para a carga e descarga dos vagões, locomotivas sem fornalha, locomotivas electricas, tira-neves rotativos e automotoras a vapor.

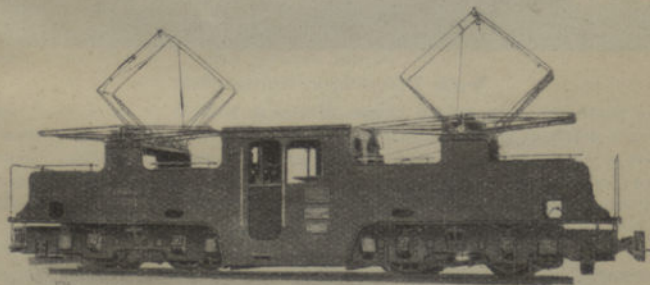
Os typos mais correntes de locomotivas, tanto para bitóla estreita (veja-se tabella 23, pag. 79) como para bitóla normal (veja-se tabella 22, pag. 77) são construidos frequentemente, havendo assim sempre alguns em stock que poderão ser entregues com a maior brevidade possivel.



Locomotiva sem fornalha.

Toda e qualquer peça de reserva para locomotivas: caldeiras, caixas de fogo, chapas embutidas, cylindros, eixos montados, aros, etc. etc. poderá ser fornecida depressa, ainda que se encontrem também quasi sempre em stock as peças mais procuradas.

Se a casa Henschel, & Sohn é considerada o fornecedor principal das Estradas



Locomotiva electrica para obras de terraplanagem.

de Ferro Prussianas, está occupando igualmente o primeiro lugar quanto á exportação. Grande numero de locomotivas tem sido entregues, durante os decennios decorridos, á Austria, Hungria, Italia, França, Espanha, Portugal, Países Baixos, Belgica, Suecia, Noruega, Dinamarca, Russia, Rumania, Bulgaria, Servia, Tcheco-Slovaquia, Turquia, Egypto, Tunes, China, Japão, Indias, Java, Sião, Argentina, Brasil, Chile, Mexico, etc. . . etc. . .

Para o serviço nas colonias, a Casa tem creado uma serie de typos, adaptando-os cuidadosamente ás exigências particulares, e que tem dado na pratica excellentissimos resultados.

Grandes officinas technicas de que dispõe a firma, poderão encarregar-se a cada instante da elaboraçãõ de typos novos. A usinas não constroem sómente locomotivas segundo as numerosas especies proprias da Casa, mas também de qualquer typo que se possa desejar. Em virtude da construcção perfeita e da execução esmeradissima, as locomotivas Henschel tem sempre gosado de reputaçãõ excellente.

Uma especialidade da Casa Henschel é a construcção de prensas para a fabricaçãõ de porcas sem perdas de material.

Altos fornos proprios, hem como varias minas na Westfalia e Thuringia satisfazem as necessidades de ferro em bruto.

O facto de possuir usinas proprias metallurgicas e productoras de aço (HENSCHEL & SOHN, secção Henrichshütte, em HATTINGEN/RUHR) permite exercer fiscalisação vigilante sobre a fabricaçãõ de todos os materiaes necessitados na construcção de locomotivas, tanto com respeito á qualidade como á pontualidade da entrega.

A Henrichshütte possui 3 altos fornos com installaçãõ moderna de coque, uma grande e uma pequena fabrica productora de aço, systema Martin, laminadores para chapas grossas e finas de todo e qualquer genero,



Secção Henrichshütte, Hattingen/Ruhr.

com installações para embutir chapas, officina de fundiçãõ de aço moldado, uma ferraria dotada de grandes prensas hydraulicas e martellos-pilões a vapor, laminadores para aros e centros de rodas, vastas officinas modernas para fabricar rodeiros para locomotivas e vagões ou partes d'elles e peças de aço forjado ou moldado, destinadas á construcção de grandes machinas e navios; conta mais com fundiçãõ de ferro em maior escala, officina de galvanisação e com fabrica de tijolos de escoria.

Nos fins do anno de 1922, a Henrichshütte occupava uns 6000 empregados e operarios.

Os seus productos principaes são os seguintes: eixos montados de todos os tamanhos, com manivellas interiores ou exteriores, para locomotivas, tenders, locomotivas electricas, carruagens e vagões; centros de rodas em aço moldado, ditos laminados, eixos rectos e com manivella, aros e pinos, peças em aço forjado para biellas motoras e conjugadas, corpos e hastes de embolos, arvores motoras de navios, cruzetas, discos e hastes de qualquer especie e tamanho. Fornece igualmente peças de aço moldado de todo e qualquer genero, até as maiores dimensões, para a construcção de locomotivas, navios e machinas, longarinas de locomotivas, volantes, supportes de laminadores, carretos cadastes de navios, quadros de rodas, rodas para turbinas.

As officinas de laminadores estão produzindo chapas de todas as qualidades e qualquer tamanho, chapas de caldeiras, chapas de longerões, chapas accessorias, chapas finas, chapas estriadas, chapas embutidas para caldeiras de locomotivas e outras caldeiras, chapas de reforço prensadas para longerões e quadros de bogies, bases de cupulas e chaminés, portas para caixas de fumaça, chapas curvadas para vagões, chapas galvanisadas a zinco, chapas largas, virolas para caixas de fumo e outras.

As officinas de fundição fornecem ferro fundido de qualquer qualidade, em particular cylindros de vapor de todos os tamanhos, placas de fundação, longerões de machinas até as maiores dimensões, rodas, discos, barras de grelha e ceços de freio.

A venda dos productos da Henrichshütte faz-se pela Secção Commercial (Handelsabteilung) em Bochum que se dedica, fóra d'isso, á venda de outros productos da industria metallurgica.

Existem instituições amplissimas para beneficio do pessoal de ambas as fabricas. Para os empregados e operarios da fabrica de locomotivas, além das instituições prescriptas pela lei, taes como caixa de seguro contra doenças e sinistros, seguros estaduaes dos empregados e em favor de invalidos e sobreviventes — ha grande numero de instituições particulares de beneficiência, dotadas de recursos importantes pela firma, a saber: caixa em favor de invalidos, viuvas e orphãos para os operarios e outra para empregados; fundos de socorro para operarios temporariamente em apuros, (fundos Henschel); fundos de convalescença; camas gratuitas nos hospitaes. A firma tem construido em favor de seus operarios 1035 alojamentos, entre elles grande numero de casas destinadas cada uma para uma só familia, casas de banho, sala de jantar, escola de aprendizes, instituto de exame psychotechnico, escola domestica, campos de desporto e salão de gymnastica.

As mesmas instituições existem, pela maior parte, também para os empregados e operarios da Henrichshütte. Esta fábrica possui, além d'isso, uma casa de solteiros, offerecendo morada e comida a 500 operarios solteiros, 193 casas contendo 550 alojamentos para operarios e empregados, 450 casas, de uma só familia cada uma, situadas no arrebalde visinho de Hüttenau, um casino para os empregados, hotel para alojar os visitantes da Henrichshütte, grandes salas de reunião, cooperativa de consumo, asylo de infancia, etc. etc.



Locomotiva No. de fabr. 20000.





# A Construcção de Locomotivas.

## Introducção.

O tamanho e o typo da locomotiva dependem d'uma porção de elementos imordiaes, taes como:

- a) Condições prescriptas pelas autoridades, com respeito á construcção e ao serviço de locomotivas.
- b) Bitóla da via.
- c) Espaço disponível (gabarit).
- d) Peso da locomotiva, determinado pela maior pressão admissivel de cada eixo sobre os trilhos.
- e) Condições geraes da via, maior rampa, e menor raio de curva a vencer. Ao fazer-se a escolha entre uma locomotiva tender e uma locomotiva com tender separado, é preciso ter-se em conta a distancia entre as tomas de agua e de combustivel. Do mesmo modo, para o calculo das dimensões d'uma locomotiva, é de importancia decisiva ter-se em vista o tamanho das placas giratorias, chariots, etc.
- f) Qualidade dos combustiveis e da agua de alimentação.
- g) Rendimento da locomotiva, tomando-se em consideração as condições acima mencionadas.

Com ajuda dos indices do principio e do fim d'este livro, é sem difficuldade se se encontram as materias correspondentes aos elementos acima citados. Os ctiores a serem postos em consideração antes de tudo para a escolha e a construcção d'uma locomotiva, averiguam-se, pois, pelo resultado de certo numero de rguntas em seguida formuladas, as quaes devem servir de base quando se tiver fazer a aquisição de taes machinas:

- 1<sup>o</sup> Qual é o numero das locomotivas necessarias?
- 2<sup>o</sup> Qual é a bitóla da via?
- 3<sup>o</sup> Qual é o comprimento d'ella?
- 4<sup>o</sup> Qual é o peso dos trilhos por metro?
- 5<sup>o</sup> Qual é o espaço entre as travessas? (medindo-se a distancia de centro a centro.)
- 6<sup>o</sup> Qual é a maior pressão por eixo admissivel?
- 7<sup>o</sup> Qual é a maior rampa?
- 8<sup>o</sup> Qual é o comprimento d'ella?
- 9<sup>o</sup> Quaes são os menores raios de curvas existentes?
- 10<sup>o</sup> Acham-se na rampa estas curvas?
- 11<sup>o</sup> Qual é a carga bruta que deverá ser rebocada pela locomotiva? (peso proprio dos vagões e da carga.)
- 12<sup>o</sup> A que velocidade deverá ser transportada esta carga? : em horizontal?, sobre a maior rampa?
- 13<sup>o</sup> Quaes são os combustiveis da locomotiva: hulha, lignite, briquetes, lenha, turfa, naphta?
- 14<sup>o</sup> Qual é o raio de acção determinando o tamanho das provisões de agua e carvão?
- 15<sup>o</sup> Qual é o systema de engate a applicar? (Engate central, engate duplo ou engate especial.)
- 16<sup>o</sup> Qual é a altura, medida acima do boleto do trilho, a que deverá ser collocado o engate? Qual é a distancia no caso de engate duplo, de centro a centro?
- 17<sup>o</sup> Deverão ser providas as locomotivas de dispositivos especiaes? (Freio de ar comprimido, ou freio de vacuo? Lubrificador central, sino com servo motor a vapor, etc.)
- 18<sup>o</sup> Qual é o provavel prazo de entrega?
- 19<sup>o</sup> Dá-se a preferéncia a um typo particular? No caso affirmativo, qual é este typo? (Locomotiva-tender, locomotiva com tender separado, locomotiva-bonde, locomotiva adaptavel ás curvas, locomotiva compound, locomotiva a vapor superaquecido, etc.)

## Prescripções importantes com respeito á construcção e ao serviço de locomotivas.

E' preciso tomarem-se na devida consideração, antes de tudo, as leis e regulamentos decretados pelas autoridades de controle (principalmente pelo que toca a construcção e serviço de caldeiras), bem como as convenções estabelecidas pelas Administrações competentes. Na Allemanha trata-se das prescripções seguintes:

- 1º Regras governamentaes (vigiaadas pela Administração das Estradas de Ferro do Estado).
- Normas relativas á construcção e ao equipamento das Estradas de Ferro principaes da Alemanha.
  - Regulamento de signaes das Estradas de Ferro da Alemanha.
  - Regulamento de serviço das Estradas de Ferro principaes da Alemanha.
  - Regulamento concernente as Estradas de Ferro secundarias da Alemanha.
  - Regulamento de trafego para as Estradas de Ferro da Alemanha.
  - Regras relativas á unidade technica ferroviaria.
  - Regulamento geral de policia com respeito á installação de caldeiras a vapor (do 17 de Dezembro de 1908), assim como as instrucções sobre a approvação e o exame das caldeiras a vapor (do 16 de Dezembro de 1909).
- 2º Leis dos paises respectivos, p. e. na Prussia: Regulamento para linhas de estradas de ferro secundarias e ramaes particulares.
- 3º Instrucções da Associação das Administrações das Estradas de Ferro Allemãs (em parte obrigatorias para os membros da Associação, em parte recommendaveis aos mesmos).
- Convenções technicas sobre a construcção e organização das E. d. F. principaes e secundarias.
  - Elementos da construcção e organização das E. d. F. de character local.
- 4º Normas para a construcção de caldeiras (approvedas pela União Internacional das Associações de Inspeção de Caldeiras a Vapor).
- Normas de Würzburg: Principios para o exame das machinas, empregadas na construcção de caldeiras a vapor.
  - Normas de Hamburgo: Cálculo da espessura dos materiaes, empregados na construcção de caldeiras a vapor.

### A Via.

#### I. As bitólas mais correntes.

A bitóla será medida entre as bordas interiores dos boletos dos trilhos. Nas vias de bitóla normal, as tolerancias não deverão exceder 10 mm a mais ou 3 mm a menos. Os rodados montados tendo frisos novos poderão dispôr d'um jogo de 10 mm mais ou menos.

Tabella 1.

1680 mm	5'6" ingl.	Espanha.
1676 mm	5'6" "	Portugal, Indias Orientaes, Argentina, Chile.
1600 mm	5'6" "	Irlanda, Brasil, Australia.
1524 mm	5'	Russia (incl. E. d. F. da Siberia).
1500 mm		França (medido entre os centros dos boletos de trilhos).
1435 mm	4'8 1/2" "	«Bitóla normal». Europa (exceptas a França, Espanha I landa, Russia), America do Norte, E. d. F. da Anatolia, China, Egypto, Australia.
1067 mm	3'6" "	«Bitóla do Cabo». Africa do Sul, Indias Hollandêzas, Japão.
1050 mm		Colonias Francêsas, Tunes, Syria, Hedjaz.
1000 mm		Bitóla estreita na Allemanha, Suissa, França, Indias Orientaes, Inglêzas, America do Sul, Australia, Africa.
891 mm		Bitóla estreita na Suecia.
760 mm	2'6" "	Bitóla estreita na Inglaterra, Colonias Inglêzas, Servia.
750 mm		Bitóla estreita na Allemanha.
600 mm	2' (610) "	Bitóla mais pequena em uso para o serviço regular.

Para empresas de construcção, para linhas ferreas de character agricola, para o serviço de usinas e florestal, empregam-se bitólas ainda menores.

II. Alargamento da via,  
necessario para se poderem vencer com facilidade as curvas.

Tabella 2.

Alargamento da via nas curvas, calculado para differentes bitólas e raios de curvas.

Raio de curva em m	Bitóla em millímetros				
	1435	1000	900	750	600
	Alargamento da via em millímetros				
1000	2	1	0	0	0
800	3	2	1	0	0
600	9	5	3	2	0
500	12	8	6	4	2
450	13—14	10	8	5	3
400	15	12	10	6	3
350	17	13	11	7	4
300	19	14	12	8	4
250	21	15	13	9	6
200	24	17	14	10	7
175	25—26	18	15	11	7
150	27	20	16	12	8
125	28—29	22	18	13	8
100	30	24	20	14	10
90	30	25	21	15	10
75	32	25	24	16	12
60	32	28	25	18	12
50	35	28	25	20	14
40	35	30	28	22	16
30	35	30	28	22	18
20	—	—	28	22	18

Em caso de bitóla normal, a bitóla nas curvas não deverá ser superior a 1465, resp. 1470 mm.

III. Sobre-elevação

(h em mm) do carril exterior em via normal a uma velocidade de V km / h. A sobre-elevação serve para obviar as tendencias de descarrilamento d'um comboio quando este passar pela curva a uma velocidade consideravel.

Tabella 3.

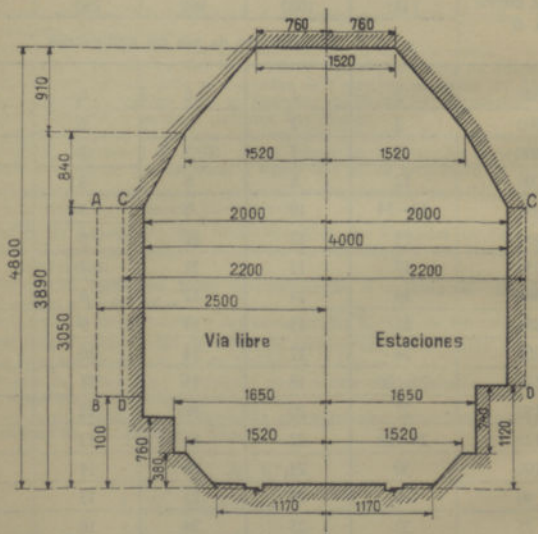
R m	1000	900	800	700	600	500	400	300	250	200	180	150	100
V max.	90	90	90	90	90	85	75	63	56	49	45	40	28
h mm	45	50	56	64	75	86	95	107	112	125	128	133	140

# O gabarit (perfil de passagem livre).

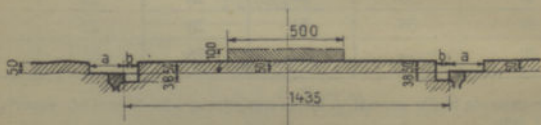
Prescripto para as linhas das Administrações das E. d. F. Allemãs.

## Esquema No. I.

Gabaritos das Estradas de Ferro principaes e secundarias.



Parte inferior do gabarit.



Gabarit para E. de F. principaes e secundarias.

- a) 135 mm para objectos immoveis, ligados solidamente ao carril  
150 mm para todos os demais objectos immoveis.
- b) 41 mm para os contra-carris das agulhas e cruzamentos  
67 mm para todos os demais objectos immoveis.

--- Restricção admissivel sómente para estradas ferreas de cremalheira.

— Espaço lateral recommendado para vias a construir.

A B para a via livre, com excepção das obras de arte.

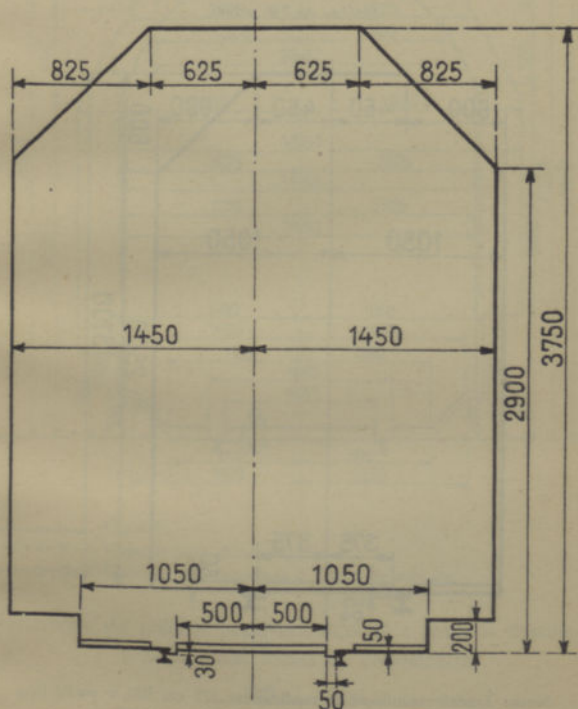
C D para as estações e as obras de arte na via livre.



Esquema No. II.

Gabarit (perfil normal) para vias ferreas de bitóla estreita.

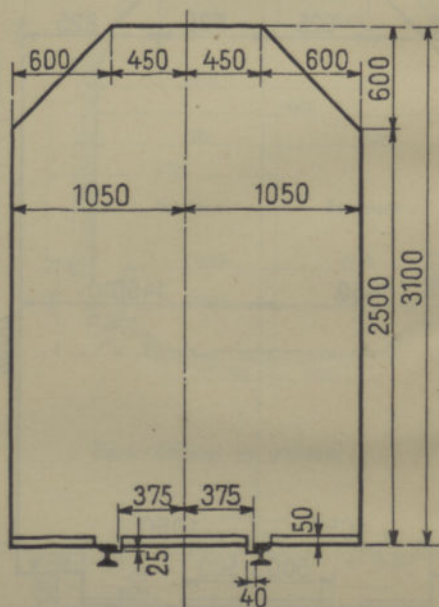
Bitóla de 1 m.



Esquema No. III.

Gabarit (perfil normal) para vias de bitóla estreita.

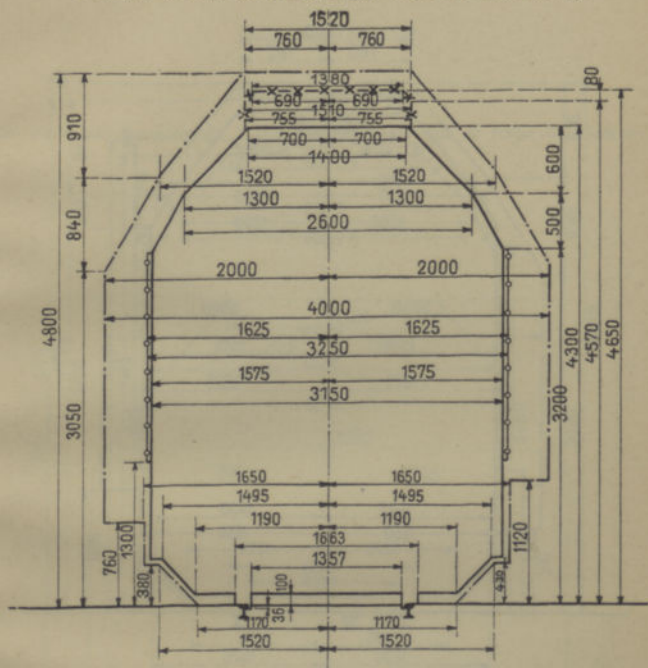
Bitólas de 750 e 690.



Nota: Transformando-se as medidas de 375 em 300, o perfil fica sendo valido igualmente para bitóla de 600.

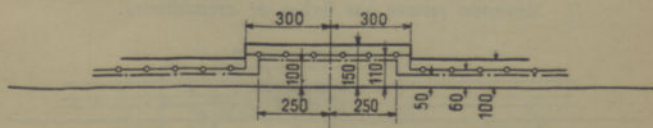
Gabarit para locomotivas e tenders (de bitola normal).

(Todas as medidas são obrigatorias.) Medidas em millimetros.



- Gabarit.
- X-X-X-X-X-X Gabarit para diamínés.
- Gabarit para lanternas e discos de signaes.

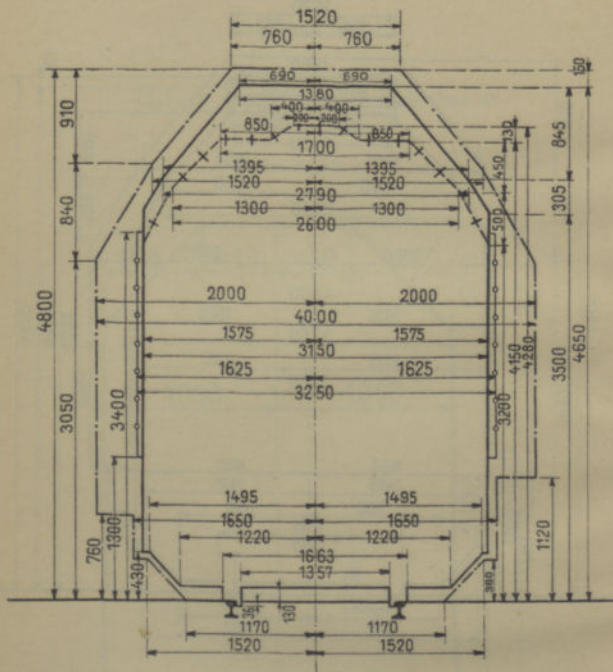
Restricção do gabarit para locomotivas e tenders, destinados a passar nas linhas de cremalheira.



- Gabarit.
- Gabarit das peças que não obedecem ao jogo das molas, dos fiadores e dos engates.

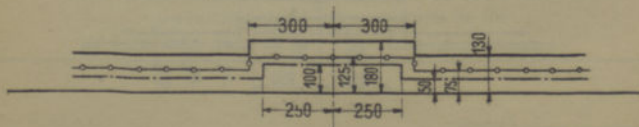
Gabarit para vagões (de bitóta normal).

(Todas as medidas são obrigatorias.) Medidas em millimetros.



- ..... Gabarit.
- + + + + Gabarit dos vagões em transitio.
- o o o o Gabarit para lanternas e discos de signaes.

Restricção do gabarit dos vagões,  
devido passar nas linhas de cremalheira.



- ..... Gabarit.
- o o o o Gabarit para fiadores e engates.

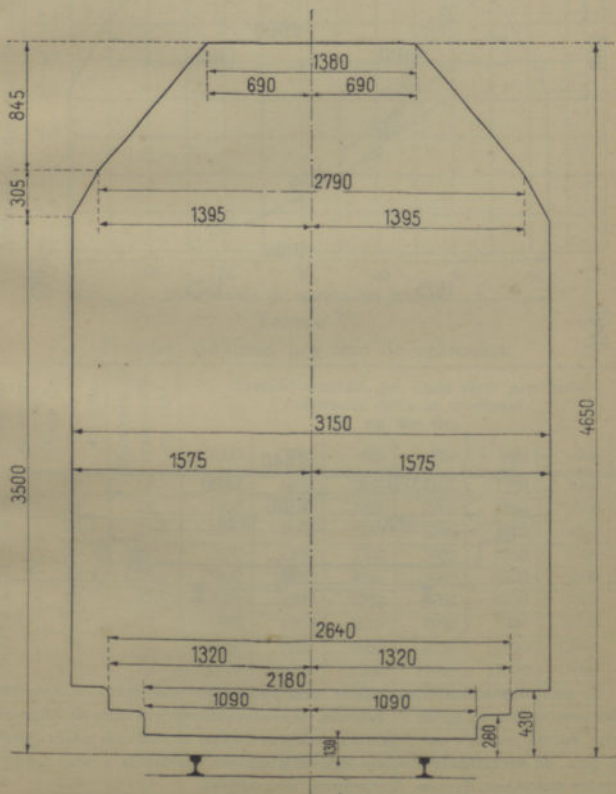
Ao fazerem-se os transportes nos vagões de Estradas de Ferro, é conveniente attender aos gabaritos de carga, representados nos esquemas Nos. VI e VII respectivamente, e que vigoram no domínio da Associação das Administrações de E. de F. Allemãs (V.D.E.V.).

## Esquema No. VI.

### Gabarit de carga I.

Em vigor nas Estradas da V.D.E.V., a não ser que se tenha de obedecer ao gabarit de carga No. II.

Medidas em millimetros

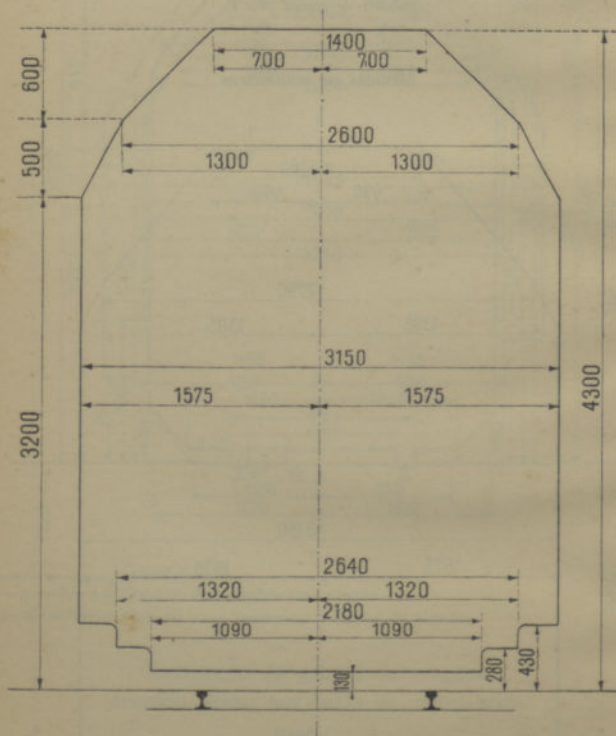




## Gabarit de carga II.

Em vigor nas Estradas da V.D.E.V., a menos que se tenha de obedecer ao gabarit de carga No. I.

Medidas em millimetros.



Os gabaritos acima reproduzidos tem pleno vigor nas linhas da Associação das Administrações de E. de F. Alemãs. Estradas estrangeiras (fóra da Alemanha) possuem outros perfis, e que differem consideravelmente entre si nos países diversos, sendo, pois, de necessidade absoluta ligar-se a maior importancia a essas condições diferentes quando se tiverem de construir locomotivas.

## Veículos.

Distancias maximas entre eixos e pressões maximas por eixo.

Tabella 4.

Distancias maximas entre os eixos de vehiculos  
(bitóla normal e bitóla larga).

Menor raio das curvas: . . . . .	180	210	250	300	400	500	m
Maior base rigida admissivel: . . . . .	3,2	3,5	3,8	4,1	4,8	5,4	m

Esquema No. VIII.

Maior base dos eixos e menor raio de curvas para  
diversos diametros de rodas.

Para bitóla estreita.

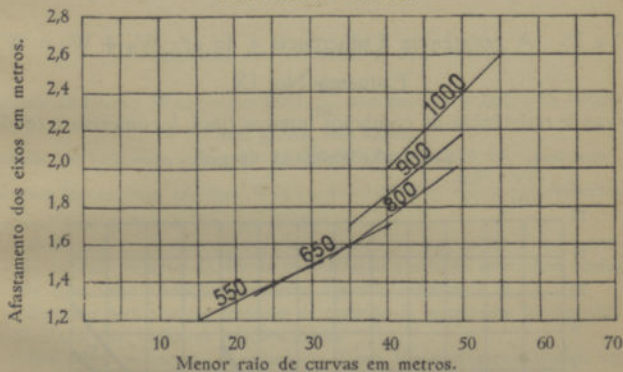


Tabella V.

Pressões maximas por eixo de vehiculos.

Peso dos carris por m em kg	Altura dos carris em mm	Momento de resistência em cm <sup>3</sup>	Pressão maxima, por cada eixo, para uma distancia entre as travessas, em mm de:						kg
			1000	900	800	700	600	500	
7	65	14	1500	1650	1850	2100	2500	3000	
8,2	65	18	1900	2100	2400	2700	3200	3800	
9	70	21,7	2300	2650	2850	3300	3800	4600	
10	70	24	2550	2800	3300	3600	4200	5100	
12	80	33,8	3600	4000	4500	4900	5300	5800	
14	80	36,7	3900	4300	4800	5700	6700	7700	
15,8	93	55	4900	5300	6100	7000	7900	9700	
20	98	65	6900	7600	8600	9800	11400	13700	
23	113	95	9500	10000	11300	13400	15000	18000	
25,6	117	104	11000	12200	13800	15700	18400	—	
30	125	122	13200	14300	16100	18500	—	—	
33,4	134	154	16000	18100	20000	—	—	—	
37,2	134	157	17300	20000	—	—	—	—	
41	138	193	20000	—	—	—	—	—	

# Resistência do trem

a vencer pelo esforço da locomotiva.

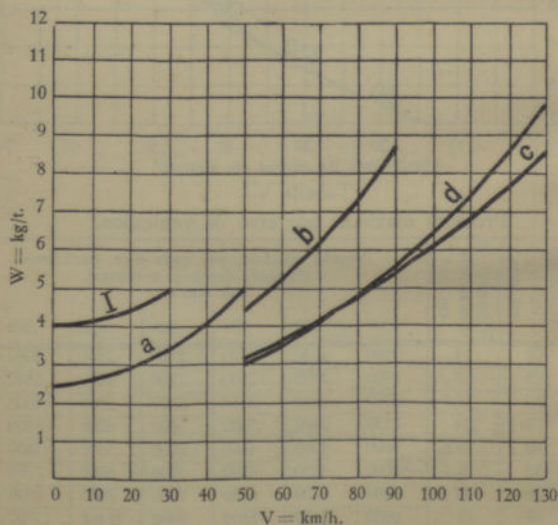
A resistência total ao movimento d'um trem é motivada:

- 1º Pela fricção nos mancaes e pela adherência das rodas aos carris.
- 2º Pela resistência resultante da acção do ar.
- 3º Pelas rampas da via.
- 4º Pelas curvas da via.
- 5º Pela resistência de inercia das massas a mover.

1º e 2º. A resistência d'adherência e do ar:  $W_1 + W_2 = W$ .

Esquema No. IX.

Curvas de resistência de comboios inteiros (incl. locomotiva e tender)  
por cada tonelada de peso.



I. Linhas para empresas de construção, serviço florestal, etc.  $4 + \frac{V^2}{1000}$  kg/t, curva I  
para velocidades pequenas toma-se geralmente:

a) Locomotivas:  $W = 8$  kg/t.

b) Vagões:  $W = 4$  a  $5$  kg/t.

## II. Estradas de Ferro principaes e secundarias:

para velocidades pequenas (Clark):  $W = 2,4 + \frac{V^2}{1000}$  kg/t . . . . . Curva a

para velocidades medias (Erfurt):  $W = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$  kg/t . . . . . Curva b

para velocidades grandes (v. Borries):  $W = 1,6 + 0,3 V \frac{V+50}{1000}$  kg/t . . . Curva c

para velocidades grandes (Barbier):  $W = 1,6 + 0,456 V \frac{V+10}{1000}$  kg/t . . . Curva d

No caso em que a relação entre o peso da locomotiva e o peso do comboio esteja sujeita a fluctuações consideraveis, convém separar as resistências relativas á locomotiva e ao comboio (vejam-se as explicações em baixo).

### Resistência da locomotiva com tender.

Formula de Frank:  $W$  kg/t =  $4 + 0,085 \frac{V^2}{100}$  com gavetas,  $W$  kg/t =  $2,5 + 0,067 \frac{V^2}{100}$  sem gaveta, sem vapor.

Formula de Leitzmann:  $W$  kg/t =  $3,5 + 0,0227 V + 0,000625 V^2$ , igualmente para modernas locomotivas rapidas:  $W$  kg/t =  $4 + 0,027 V + \frac{6,4}{G} \times \frac{V^2}{100}$  representando  $G$  o peso total da locomotiva com tender.

Preferivel é, ao determinar-se a resistência ao movimento d'uma locomotiva de typo normal, tomar-se na devida consideração a relação entre eixos conjugados e livres, bem como a secção transversal oppondo resistência ao ar.

Soluções bem praticas resultam da equação de resistência, estabelecida pelo Dr. Sanzin, a qual inclue as relações acima.

Eis como se calcula a resistência d'uma locomotiva com tender, segundo essa equação:

$$W_{(L+T)} = \frac{0,006 \cdot F \cdot V^2 + G_1 (1,8 + 0,015 V) + G_2 \left( a + b \frac{V^2}{D} \right)}{G}, \text{ representando:}$$

$F$  = Secção, comprehendida dentro do limite extremo de locomotiva e tender em  $m^2$ ,  
 $V$  = Velocidade em kilometros por hora,

$G_1$  = Pressão exercida sobre os carris por todos os eixos livres da locomotiva e do tender, em toneladas,

$G_2$  = Pressão exercida sobre os carris por todos os eixos conjugados da locomotiva, em toneladas (Peso adherente),

$G$  =  $G_1 + G_2$  = Peso total da locomotiva e do tender em toneladas,

$D$  = Diametro das rodas motoras, em metros,

$a$  e  $b$  = coefficients, correspondentes á relação entre os eixos conjugados e os eixos livres, como segue:

para 2 eixos conjugados,  $a = 5,5$ ;  $b = 0,08$

« 3 « « ,  $a = 7,0$ ;  $b = 0,10$

« 4 « « ,  $a = 8,0$ ;  $b = 0,28$

« 5 « « ,  $a = 8,8$ ;  $b = 0,36$

« 6 « « ,  $a = 9,4$ ;  $b = 0,39$

Geralmente, esta formula dá valores elevados demais; é, porém, de utilidade quando se tiverem de determinar as dimensões d'uma locomotiva a construir, visto que a locomotiva assim calculada vae attingir a potência exigida, com segurança.



Para a determinação do limite de carga a impôr a locomotivas já existentes recommenda-se, porém, calcular as resistências, de conformidade com a fórmula de Strahl, a qual satisfaz igualmente tanto na relação dos eixos conjugados como na secção opposta ao ar.

A fórmula é a seguinte:

$$W (L + T) = 2,5 G_1 + c G_2 + 0,6 F \left( \frac{V + 12}{10} \right)^2,$$

significando:

F = secção dentro do limite extremo da locomotiva e do tender, em metros quadr.

V = velocidade em kilometros por hora,

G<sub>1</sub> = pressão, exercida sobre os carris por todos os eixos livres da locomotiva e do tender, em toneladas,

G<sub>2</sub> = pressão, exercida sobre os carris por todos os eixos da locomotiva, em ton,

G = G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub> peso total de locomotiva e tender, em toneladas,

C = Coefficiente, em função do numero de eixos conjugados e da disposição do mechanismo motor:

C = 5,8 para 2 eixos conjugados e 2 cylindros de vapor

6,0 « 2 « « « 4 « « «

7,3 « 3 « « « 2 « « «

7,5 « 3 « « « 4 « « «

8,4 « 4 « « « 2 « « «

8,6 « 4 « « « 4 « « «

9,3 « 5 « « « 2 « « «

9,5 « 5 « « « 4 « « «

10,0 « 6 « « « 2 « « «

10,3 « 6 « « « 4 « « «

Ao determinar-se a resistência ao movimento de trens inteiros, ordinariamente, de accordo com Strahl, podemos contar com 5 typos diferentes de trens, sendo as seguintes as formulas exactas de resistência:

a) Trens rapidos de passageiros e trens pezados de carga:

$$W \text{ kg/t} = 2,5 + \frac{1}{40} \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

b) trens ordinarios de passageiros:

$$W \text{ kg/t} = 2,5 + \frac{1}{30} \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

c) trens rapidos de carga:

$$W \text{ kg/t} = 2,5 + \frac{1}{25} \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

d) trens mixtos:

$$W \text{ kg/t} = 2,5 + \frac{1}{20} \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

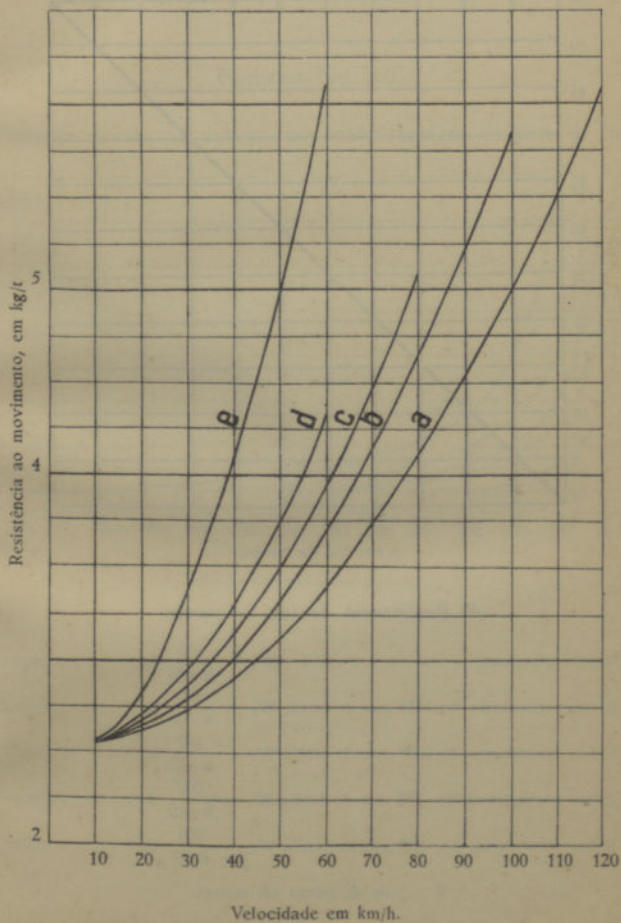
e) trens vazios, compostos de vagões de 2 eixos:

$$W \text{ kg/t} = 2,5 + \frac{1}{10} \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

As curvas, reproduzidas no graphico No. X, correspondem às 5 formulas citadas.

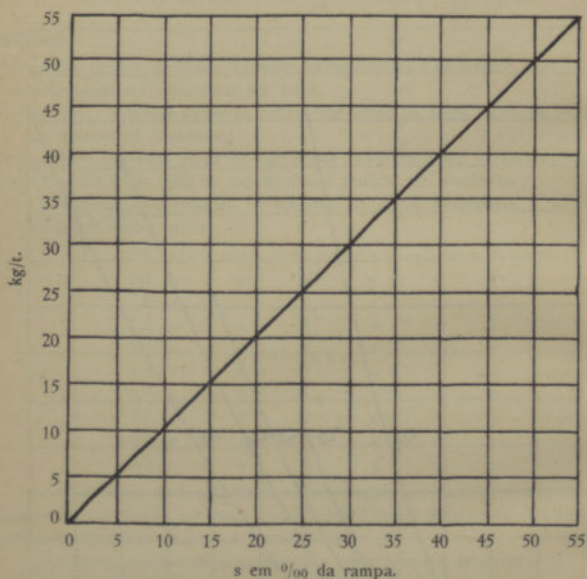
# Esquema No. X.

Resistência ao movimento de trens sem locomotiva.



### Esquema No. XI.

3º Resistência devida às rampas, por cada tonelada de peso do trem.



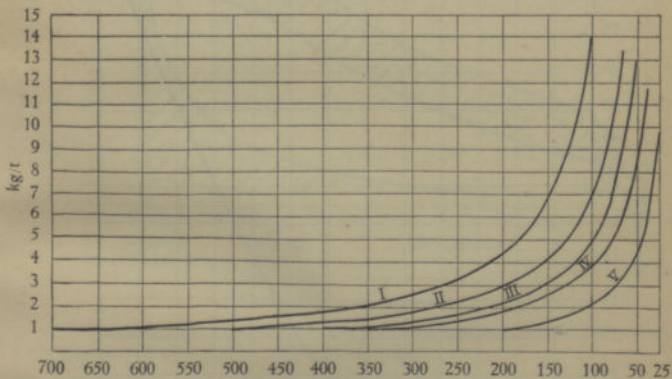
### 4º Resistência devida às curvas.

- para linhas principais . . . . .  $W_4 = \frac{650}{R-55}$  kg/t . . . . curva I
- para linhas secundarias de 1435 mm de bitóla  $W_4 = \frac{500}{R-30}$  kg/t . . . . curva II
- para linhas secundarias de 1000 mm de bitóla  $W_4 = \frac{400}{R-20}$  kg/t . . . . curva III
- para linhas secundarias de 750 mm de bitóla  $W_4 = \frac{300}{R-10}$  kg/t . . . . curva IV
- para linhas secundarias de 600 mm de bitóla  $W_4 = \frac{200}{R-5}$  kg/t . . . . curva V

R = raio de curva em metros.

Esquema No. XII.

Resistência devida às curvas, por cada tonelada de peso do trem.



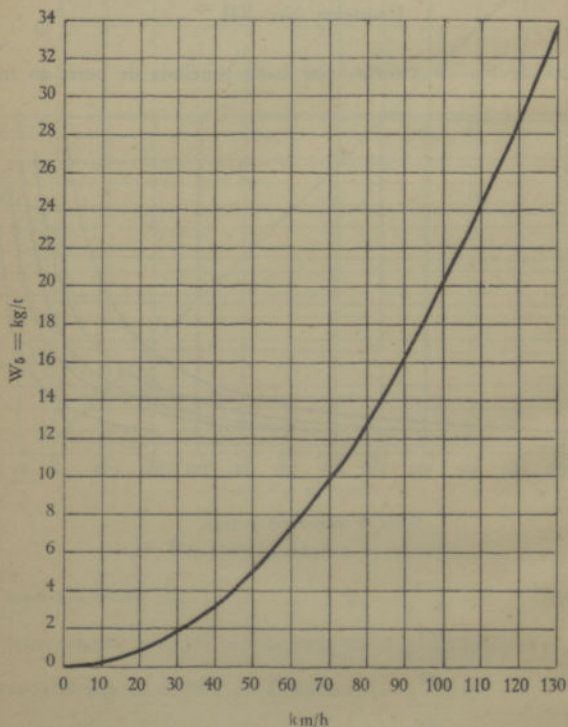
Raios de curva em metros.



$$5^{\circ} \text{ Resistência de aceleração: } W_5 = 4 \cdot \frac{V^2 \text{ km/h}}{s \text{ metros}} \cdot$$

Esquema No. XIII.

Resistência de aceleração em kg, por ton. de peso de trem, e que corresponde a uma velocidade V em km/h depois do percurso d'um caminho de arranco de 2000 m.



Resistência total:  $W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$ .

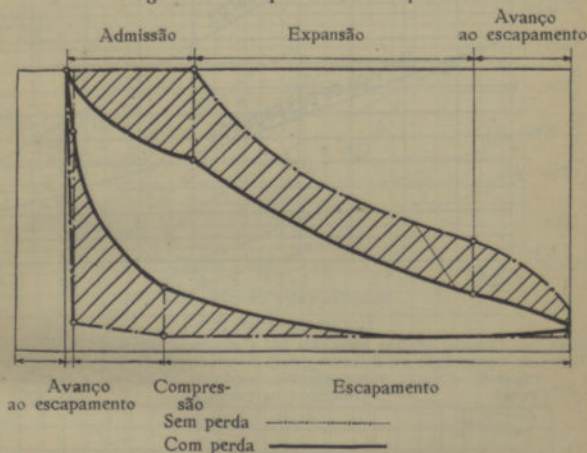
# Esforço de tracção.

Locomotivas de simples expansão e 2 cylindros.

Pressão de vapor no cylindro.

Esquema No. XIV.

Diagrama da pressão de vapor.



Comparação das pressões medias de vapor indicadas, segundo Obergethmann, e que correspondem á melhor utilização do vapor:

- Para locomotivas a vapor saturado e expansão simples,  $p_{mi} = 4,0-4,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ eff.}$
- « locomotivas compound a vapor saturado . . . . .  $p_{mi} = 3,8-4,0$  « « «
- « locomotivas a vapor superaquecido e exp. simples  $p_{mi} = 3,6-3,8$  « « «
- « locomotivas compound a vapor superaquecido . .  $p_{mi} = 3,4-3,6$  « « «

Esforço total de tracção na circumferência da roda d'uma locomotiva de simples expansão de 2 cylindros para numeros reduzidos de voltas e utilização completa da caldeira (Admissão de uns 50 %).

$$Z = 0,6 \cdot p \cdot d^2 \cdot \frac{h}{D}$$

Esforço total de tracção na circumferência da roda d'uma locomotiva compound, para um numero reduzido de voltas e utilização completa da caldeira (admissão de uns 60 % no cylindro de alta pressão):

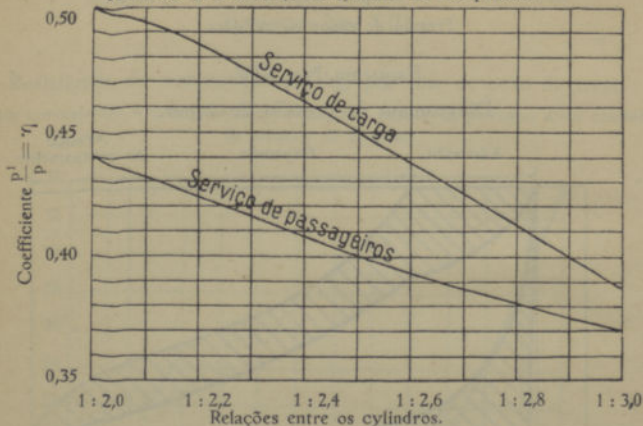
$$Z = \eta_1 \cdot p \cdot \frac{d n^2}{2} \cdot \frac{h}{D} \text{ para uma locomotiva compound de 2 cyl.}$$

$$Z = \eta_1 \cdot p \cdot d n^2 \cdot \frac{h}{D} \text{ para uma locomotiva compound de 4 cyl.}$$

Com respeito ao coefficiente  $\eta_1$ , veja-se o desenho seguinte.

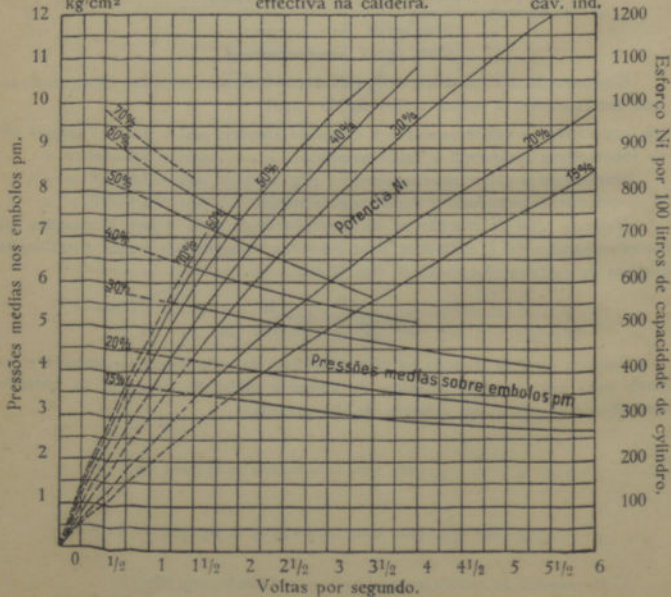
### Esquema No. XV.

Coefficiente  $\eta$  para relações diferentes entre os cylindros de locomotivas compound.  
Admissão de uns 60% no cylindro de alta pressão.



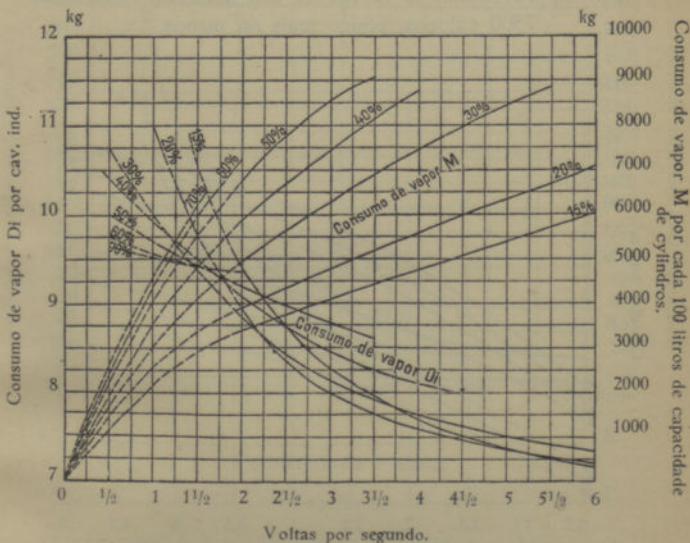
### Esquema No. XVI.

Pressões nos embolos medias indicadas  $p_m$  e potencia indicada  $N_i$ , relativas a cada 100 litros de capacidade de cylindro, para locomotivas de 2 cylindros, de simples expansão e vapor superaquecido, sendo de 12  $\text{kg/cm}^2$  a pressão effectiva na caldeira.



## Esquema No. XVII.

Consumo de vapor Di por cav. ind. e hora, e consumo total de vapor M por hora, correspondente a cada 100 litros de capacidade de cylindros para locomotivas de 2 cylindros, de simples expansão e vapor sobreaquecido, sendo a pressão effectiva na caldeira de 12 kg/cm<sup>2</sup>.



As curvas a traço cheio dos graphicos Nos. XVI e XVII foram calculadas por Brückmann, em quanto que as de linhas ponteadas foram desenvolvidas adiante, de conformidade com as ditas averiguações.

Ao passo que no esquema No. XVII os consumos de vapor obtidos, sómente tem valor no caso de pressões na caldeira de 12 a 14 kg/cm<sup>2</sup>, no esquema No. XVI as pressões medias exercidas sobre os embolos, no caso da pressão na caldeira exceder 12 kg/cm<sup>2</sup>, estão em proporção com esta ultima, pouco mais ou menos; por exemplo, admittindo-se 12 kg/cm<sup>2</sup> de pressão na caldeira, uma admissão de 30%, e 4 volts por segundo, a pressão media exercida sobre os embolos é de 4,5 kg/cm<sup>2</sup>, ao passo que, admittindo-se uma pressão na caldeira de 14 kg/cm<sup>2</sup> e de resto condições iguaes, esta mesma pressão de embolos vae subindo a  $4,5 \cdot \frac{14}{12} = 5,2$  kg/cm<sup>2</sup>. De maneira analoga variam também os valores da potencia Ni.

Nos 2 diagrammas precedentes, calculam-se a potencia total indicada e o consumo total de vapor, multiplicando-se os valores, obtidos por meio das curvas, pela capacidade d'um só cylindro em litros.

Potencia: 1 cav. = 75 mkg/seg.

Potencia em mkg/seg. = esforço de tracção em kg · velocidade em m/seg.

Potencia em cav. =  $\frac{1}{270}$  · esforço de tracção em kg · velocidade em km/h.

Potencia d'um metro quadrado de superficie de aquecimento:

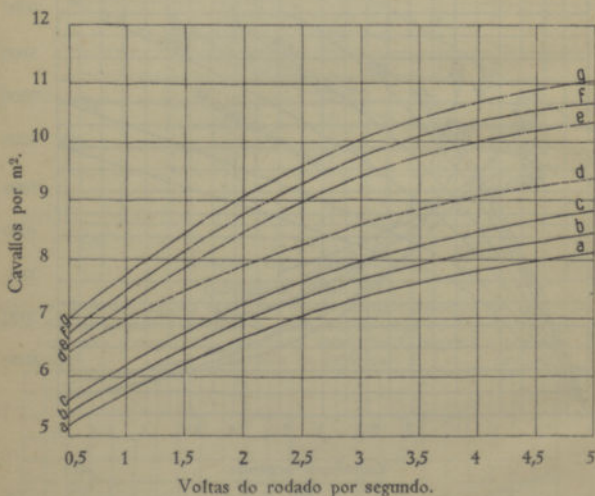
1<sup>o</sup> para locomotivas de empreiteiros: N = 3,5 a 4 cav/m<sup>2</sup>,

2<sup>o</sup> para locomotivas de bitóla normal: veja-se o graphico No. XVIII.



## Esquema No. XVIII.

Rendimento por m<sup>2</sup> de superfície de aquecimento da caldeira, exposta ao fogo, aproveitando-se carvão de boa qualidade, possuindo 7500 calorias, pouco mais ou menos.



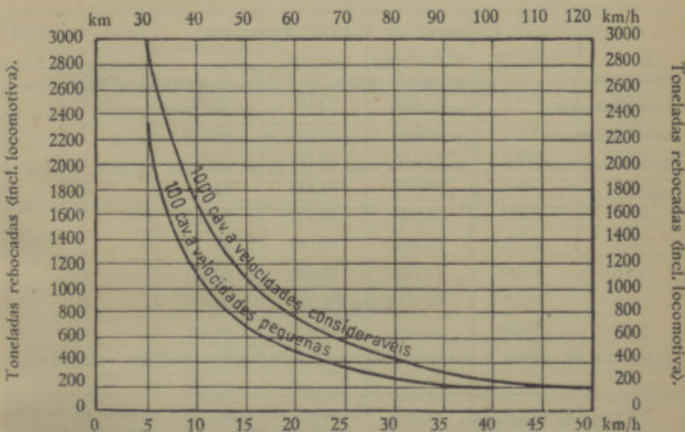
Curva a para locomotivas de 2 cyl. de simples expansão, de 12 kg/cm<sup>2</sup> de pressão  
 « b « « « 2 « « « « « 13 « « « « «  
 « c « « « 2 « « « « « « 14 « « « « «  
 « d « « « 3 « « « « « « 14 « « « « «  
 « e « « « compound de 4 cylindros « 14 « « « « «  
 « f « « « « « 4 « « « « 15 « « « « «  
 « g « « « « « 4 « « « « 16 « « « « «

As curvas acima, referem-se ás locomotivas de vapor sobreaquecido e baseiam-se n'uma relação entre a superfície de aquecimento e a area de grelha de:  
 50-55 para locomotivas de trens rápidos e locomotivas de passageiros,  
 55-70 para locomotivas de carga.

Subindo o numero de rotações, diminue o rendimento por m<sup>2</sup> de superfície de aquecimento. Os proprios coeficientes de rendimento referem-se á superfície de vaporisação, exposta ao fogo, exceptuando-se, por conseguinte, o sobreaquecedor. A relação entre a superfície de vaporisação, exposta ao fogo, e a superfície de sobreaquecimento regula-se nas locomotivas modernas, entre 2,5 e 3,0 approx.

Esquema No. XIX.

Carga rebocada por 100 e 1000 cav. a diferentes velocidades em linha horizontal.



Combustíveis e água.

Tabella 6.

Poder calorífico e composição de diversos combustíveis.

Componentes	Antracite da Westfalia	Carvão do Ruhr	Carvão do Saar, da Silesia e Saxonia	Carvão molassico da Baviera	Linhte da Saxonia	Briquetes de hulha	Linhte em briquetes	Turfa	Lenha	Carvão de Galles	Carvão Escosseze	Carvão de Newcastle	Kerosene	Mazute
Carbono ....	85,4	80,0	75,0	53	40	32,0	52,0	44,0	40	88,2	80,1	82,4		
Hydrogenio .	3,8	4,7	5,0	4	3	4,2	4,3	4,5		4,7	6,5	5,4		
Oxygenio ....	4,7	6,0	10,0	12	11	3,7	16,0	25,0	*					
Enxofre .....	1,2	1,5	1,0	5	2	1,2	1,7	0,5		1,7	1,4	1,3		
Agua .....	0,9	1,3	2,5	9	37	1,7	17,0	20,0	18,5					
Cinza. ....	4,0	6,5	6,5	17	7	7,2	9,0	6,0	1,5					
Carbono fixo	85	70	57	38	24	76	32	25						
Mat. volateis.	9,7	22	33	35	33	15	43	49						
Poder calor. .	7975	7650	7100	5200	3600	7750	4800	3800	4100	7890	6940	7270	11000	10500

\*) 40 % d'agua, presa quimicamente.

Tabella 7.

Especies de carvão americano.

Anthracite . . . . .	possuindo menos de 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 0/0 de materias volateis
Semi-Anthracite . . . . .	possuindo 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> - 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 0/0 de materias volateis
Semi-Bituminous . . . . .	possuindo 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —25 0/0 de materias volateis
Bituminous, soft-coal . . . . .	possuindo mais de 25 0/0 de materias volateis
Lignite . . . . .	

Tabella 8.

Consumo de agua e carvão segundo resultados obtidos em ensaios.

Typo da locomotiva	Consumo de vapor por cav. eff.	Consumo de carvão por cav. eff.
Locomotiva de vapor saturado e simples expansão . . . . .	10—12 kg/h	1,25—1,73 kg/h
Locomotiva compound de vapor saturado . . . . .	8—10 kg/h	1—1,3 kg/h
Locomotiva de vapor superaquecido	6—7 kg/h	0,8—1 kg/h

1 kg de carvão vaporiza 7—9 kg de agua por hora

1 m<sup>2</sup> de superficie de aquecimento vaporiza 40—60 kg de agua por hora;

1 m<sup>2</sup> de grelha queima, por hora, uns 300—500 kg de carvão.

O tamanho da grelha encontra limite na capacidade do fogueiro, calculando-se que a carga d'uma grelha de 4,5 m<sup>2</sup> representa o maximum do esforço permanente d'um foguista. Para caldeiras com grelhas superiores a 4,5 m<sup>2</sup>, surge portanto a necessidade urgente do emprego de mais pessoal, a não ser que se prefira adoptar fornalha de alimentação automatica que requer pouco trabalho por parte do fogueiro, facilitando ao mesmo tempo a utilização uniforme, proveitosa e economica do combustivel.

Tabella 9.

Tabella de Fliegner respeitante ao vapor d'água saturado.

Pressão de vapor absoluta kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura	Calor do líquido	Calor de vaporização	Volume específico	Peso do m <sup>3</sup> em kg
1	99,09	99,58	537,15	1,702	0,587
2	119,57	120,37	522,60	0,887	1,128
3	132,80	133,85	513,15	0,606	1,651
4	142,82	144,10	505,96	0,462	2,163
5	150,99	152,48	500,07	0,375	2,667
6	157,94	159,63	495,05	0,316	3,164
7	164,03	165,89	490,64	0,274	3,656
8	169,46	171,49	486,69	0,241	4,144
9	174,38	176,58	483,11	0,216	4,629
10	178,89	181,24	479,82	0,196	5,109
10 <sup>1/2</sup>	181,01	183,44	478,27	0,187	5,349
11	183,05	185,56	476,77	0,179	5,589
11 <sup>1/2</sup>	185,03	187,61	475,32	0,172	5,826
12	186,99	189,59	473,92	0,165	6,063
12 <sup>1/2</sup>	188,78	191,51	472,57	0,159	6,300
13	190,57	193,38	471,25	0,153	6,534
14	194,00	196,94	468,73	0,143	7,006
15	197,24	200,32	466,34	0,134	7,477
16	200,32	203,53	464,07	0,126	7,943
17	203,26	206,67	461,83	0,119	8,418
18	206,07	209,54	469,81	0,113	8,865
19	208,75	212,35	457,82	0,107	9,328
20	211,34	215,07	455,89	0,102	9,794

Tabella 10.

Volume e pezo do vapor superaquecido.

Pressão de vapor absoluta $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Temperatura do vapor		Superaquecimento $^{\circ}\text{C}$	Volume específico $\text{m}^3$	Peso d'um $\text{m}^3$ kg	Pressão de vapor absoluta $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Temperatura do vapor		Superaquecimento $^{\circ}\text{C}$	Volume específico $\text{m}^3$	Peso d'um $\text{m}^3$ kg
	Saturado $^{\circ}\text{C}$	Superaquecido $^{\circ}\text{C}$					Saturado $^{\circ}\text{C}$	Superaquecido $^{\circ}\text{C}$			
11	183	200	17	0,191	5,235	$12\frac{1}{2}$	189	200	11	0,167	5,997
		225	42	0,204	4,902			225	36	0,178	5,618
		250	67	0,216	4,630			250	61	0,189	5,264
		275	92	0,228	4,386			275	86	0,200	5,000
		300	117	0,240	4,166			300	111	0,210	4,762
		325	142	0,251	3,984			325	136	0,220	4,545
		350	167	0,262	3,817			350	161	0,230	4,348
		375	192	0,274	3,650			375	186	0,240	4,166
		400	217	0,285	3,509			400	211	0,250	4,000
$11\frac{1}{2}$	185	200	15	0,182	5,494	13	$190\frac{1}{2}$	200	$9\frac{1}{2}$	0,160	6,250
		225	40	0,194	5,155			225	$34\frac{1}{2}$	0,171	5,848
		250	65	0,206	4,854			250	$59\frac{1}{2}$	0,181	5,525
		275	90	0,217	4,608			275	$84\frac{1}{2}$	0,192	5,208
		300	115	0,229	4,366			300	$109\frac{1}{2}$	0,202	4,950
		325	140	0,240	4,166			325	$134\frac{1}{2}$	0,212	4,717
		350	165	0,251	3,984			350	$159\frac{1}{2}$	0,221	4,525
		375	190	0,261	3,831			375	$184\frac{1}{2}$	0,231	4,329
		400	215	0,272	3,677			400	$209\frac{1}{2}$	0,240	4,166
12	187	200	13	0,174	5,747	14	194	200	6	0,148	6,756
		225	38	0,186	5,376			225	31	0,158	6,329
		250	63	0,197	5,076			250	56	0,168	5,952
		275	88	0,208	4,808			275	81	0,177	5,649
		300	113	0,219	4,566			300	106	0,187	5,348
		325	138	0,230	4,348			325	131	0,196	5,102
		350	163	0,241	4,149			350	156	0,205	4,878
		375	188	0,251	3,984			375	181	0,214	4,673
		400	213	0,261	3,846			400	206	0,223	4,484



Pressão de vapor absoluta $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Temperatura do vapor		Superaquecimento $^{\circ}\text{C}$	Volume específico $\text{m}^3$	Peso d'um $\text{m}^3$ $\text{kg}$	Pressão de vapor absoluta $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	Temperatura do vapor		Superaquecimento $^{\circ}\text{C}$	Volume específico $\text{m}^3$	Peso d'um $\text{m}^3$ $\text{kg}$
	Saturado $^{\circ}\text{C}$	Superaquecido $^{\circ}\text{C}$					Saturado $^{\circ}\text{C}$	Superaquecido $^{\circ}\text{C}$			
15	197	200	3	0,137	7,299	16	200	—	—	—	—
		225	28	0,147	6,803			225	25	0,137	7,299
		250	53	0,156	6,411			250	50	0,146	6,849
		275	78	0,165	6,060			275	75	0,154	6,493
		300	103	0,174	5,747			300	100	0,163	6,135
		325	128	0,183	5,464			325	125	0,171	5,848
		350	153	0,191	5,235			350	150	0,179	5,586
		375	178	0,200	5,000			375	175	0,187	5,348
		400	203	0,208	4,808	400	200	0,195	5,128		
17	203	225	22	0,129	7,752	17	203	325	122	0,161	6,205
		250	47	0,137	7,299			350	147	0,169	5,917
		275	72	0,145	6,896			375	172	0,176	5,681
		300	97	0,153	6,536			400	197	0,183	5,464

### Vantagens do vapor superaquecido.

A economia de água d'uma locomotiva de vapor superaquecido, em comparação com uma locomotiva de vapor saturado, tendo de resto a mesma potência, é, segundo os resultados obtidos no serviço, de 20—25 %, pouco mais ou menos, elevando-se a economia de carvão a 10 ou 15 %. A vantagem principal, porém, da locomotiva de vapor superaquecido consiste sobre tudo no aumento da sua potência, o qual pode ser avaliado em 20 %.

## Locomotivas.

### 1º Observações geraes.

A construcção da locomotiva depende do seu emprego:

- a) em serviço regular das E. de F. publicas, sobre linhas principaes, secundarias e de bitóla estreita,
- b) como machina de manobra nas empresas industriaes.

As condições para ambos são sempre: ampla segurança em serviço, manejo facil e manutenção simples. Cumpre também considerar que para as locomotivas da classe a) ha quasi sempre pessoal bem experimentado, enquanto que para as locomotivas da categoria b) muitas vezes será preciso contentar-se com pessoal menos habilitado. Um factor de summa importancia para as locomotivas que terão de percorrer grandes distancias, é a diminuição das despezas de exploração, pelo que estas machinas são dotadas do dispositivo compound e de superaquecimento do vapor. Por outro lado, afim de cuidar da boa conservação, tanto da locomotiva como da via, quando se tratar de velocidades importantes, adoptar-se-ha uma distancia grande entre eixos; além d'isso, empregam-se disposições, permittindo ás rodas adaptarem-se com facilidade ás curvas da via.

Para as locomotivas de empreiteiros exigem-se, além d'um manejo bem simples, robustez e duração extremas. Portanto e sempre que seja possível, serão dotadas de 2 eixos sómente, afim de diminuir os efeitos prejudiciaes devidos a uma via em más condições, e os que possam resultar dos obstaculos que se encontrem an linha. Por isso, são sempre construidas com simples expansão e possuem caldeiras de simplicidade extrema.

### 2º Typos de construcção.

- a) As locomotivas com tender separado offerecem as vantagens seguintes: Peso adherente constante, provisões consideraveis e caldeiras grandes, ficam, pois, muito bem appropriadas para percorrer grandes distancias com grandes velocidades; por outra parte, em serviço continuo não podem correr senão n'um só sentido de marcha.
- b) As locomotivas-tender aproveitam-se para velocidades menores e raio de acção limitado; podem ser construidas de maneira a circular para a frente e para traz, com a mesma facilidade. O inconveniente principal é a diminuição do peso adherente, á medida do consumo das provisões. Fóra d'isso, o typo da locomotiva a escolher depende das condições de serviço:
- 1º todos os eixos conjugados, empregam-se em caso de grande força de tracção e velocidade pequena:
  - a) todos os eixos fixos;
  - b) alguns eixos articulados: systemas Klose, Klien-Lindner, Gölsdoorf.
  - c) grupos de eixos articulados: systemas Mallet, Meyer, Fairlie, Hagans, Kitson, Shay, Garratt.
- 2º Sómente parte dos eixos conjugada, empregam-se para velocidades consideraveis, grande potência de caldeira e força de tracção limitada:
  - a) eixos livres simples, collocados quer fixos, quer com jogo lateral, quer com pião, quer com jogo semi-circular: em forma de eixo radial ou de bissel articulado;
  - b) bogies de 2 eixos livres, quer com pião fixo, quer com pião a jogo lateral;
  - c) bogie, formado pela união d'um eixo livre e d'um eixo conjugado, seja com pião fixo segundo Helmholtz, seja com pião móvel segundo Zara ou Flamme.

# Classificação dos tipos de locomotivas.

Para designar de maneira simples as disposições de eixos, ha diferentes methodos em uso, dos quaes os mais usados estão em baixo indicados. Nos esquemas referentes á disposição dos eixos,  $\circ$  representa um eixo livre,  $\bigcirc$  um eixo conjugado

Tabella 11. Disposições de eixos.

## 1º Locomotivas simples.

Esquema da disposição dos eixos	Designação antiga allemã	Designação moderna allemã	Designação anglo-americana	Typos
Frente $\circ\circ$	$1/2$	1-A	2-2-0	
$\circ\circ\circ$	$1/3$	2-A	2-2-2	Jenny Lind
$\circ\circ\circ\circ$	$1/4$	2-A-1	4-2-2	Single Driver
$\bigcirc\bigcirc$	$2/2$	B	0-4-0	
$\circ\bigcirc\bigcirc$	$2/3$	1-B	2-4-0	
$\bigcirc\bigcirc\circ$	$2/3$	B-1	0-4-2	
$\circ\circ\bigcirc\bigcirc$	$2/4$	2-B	4-4-0	American
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$2/4$	B-2	0-4-4	Sómente como locomotiva-tender
$\circ\bigcirc\bigcirc\circ$	$2/4$	1-B-1	2-4-2	Columbia
$\circ\circ\bigcirc\bigcirc\circ$	$2/5$	2-B-1	4-4-2	Atlantik
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$2/5$	1-B-2	2-4-4	Sómente como locomotiva-tender
$\circ\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$2/6$	2-B-2	4-4-4	Double Ender
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$3/3$	C	0-6-0	Bourbonnais
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$3/4$	1-C	2-6-0	Mogul
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$3/4$	C-1	0-6-2	
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$3/5$	2-C	4-6-0	Ten-wheeler
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$3/5$	C-2	0-6-4	Sómente como locomotiva-tender
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$3/5$	1-C-1	2-6-2	Prairie
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$3/6$	2-C-1	4-6-2	Pacífik
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$3/6$	1-C-2	2-6-4	Adriatik
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$3/7$	2-C-2	4-6-4	Baltik
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$4/4$	D	0-8-0	Eightcoupler
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$4/5$	1-D	2-8-0	Consolidation
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$4/5$	D-1	0-8-2	Sómente como locomotiva-tender
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$4/6$	2-D	4-8-0	Twelve-wheeler
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$4/6$	D-2	0-8-4	Sómente como locomotiva-tender
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$4/6$	1-D-1	2-8-2	Mikado
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$4/7$	2-D-1	4-8-2	Mountain
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$4/7$	1-D-2	2-8-4	Sómente como locomotiva-tender
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$4/8$	2-D-2	4-8-4	Sómente como locomotiva-tender
$\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$5/5$	E	0-10-0	Tencoupler
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$	$5/6$	1-E	2-10-0	Mastodon. Dekapod
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$5/7$	1-E-1	2-10-2	Santa-Fé, Lorraine
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$6/7$	1-F	2-12-0	
$\circ\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\circ$	$6/8$	1-F-1	2-12-2	Javanik

Tabella 11. Disposições de eixos.  
2º Locomotivas duplas.

Esquema da disposição dos eixos	Designação antiga allemã	Designação moderna allemã	Designação anglo-americana	Typos
Fronte ○○+○○	$\frac{2}{2} + \frac{2}{2}$	B+B	0-4+4-0	Mallet, Meyer, Garratt
○○○+○○	$\frac{2}{3} + \frac{2}{2}$	1-B+B	2-4+4-0	Mallet
○○○+○○○	$\frac{3}{3} + \frac{3}{3}$	C+C	0-6+6-0	Mallet, Meyer, Garratt
○○○○+○○○	$\frac{3}{4} + \frac{3}{3}$	1-C+C	2-6+6-0	Mallet
○○○○+○○○○	$\frac{3}{4} + \frac{3}{4}$	1-C+C-1	2-6+6-2	Mallet, Meyer, Garratt
○○○○○+○○○○	$\frac{4}{4} + \frac{4}{4}$	D+D	0-8+8-0	Mallet, Meyer, Garratt
○○○○○+○○○○○	$\frac{4}{5} + \frac{4}{4}$	1-D+D	2-8+8-0	Mallet
○○○○○+○○○○○	$\frac{4}{5} + \frac{4}{5}$	1-D+D-1	2-8+8-2	Mallet, Meyer, Garratt
○○+○○+○○	$\frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2}$	B+B+B	0-4+4+4-0	Shay

Recentemente, foi adoptada por diversas Administrações uma designação de typos que faz vêr claramente: se a locomotiva em questão é accionada por vapor saturado ou sobreaquecido, qual é o numero de cylndros, se possui expansão simples ou dupla, assim como a especie de serviço a que é destinada. De conformidade com esta designação, representam:

T: sobreaquecimento do vapor (quando faltar esta letra, não ha sobreaquecimento)

II, III, IV: 2, 3 ou 4 cylndros de vapor,

Γ ou F: expansão simples ou compound,

S, P, G: locomotivas de trens rapidos, locomotivas de trens ordinarios de passageiros, locomotivas de mercadorias, todas com tender separado, sendo as locomotivas-tender designadas expressamente como taes.

Representam, pois:

2-C-1 IV F T S: locomotiva rapida compound de 4 cylndros e vapor sobreaquecido, e que tem 3 eixos conjugados, bogie e bissel ou radial.

1-E III Γ T G: locomotiva de mercadorias, de 3 cyl. e simples expansão, e que possui 5 eixos conjugados e 1 bissel ou radial.

1-D-1 II Γ G-locomotiva-tender: locomotiva-tender de mercadorias, com 3 cylndros de simples expansão, e que tem 4 eixos conjugados e 2 bisseis ou radiaes.

Fica, pois, definido sufficientemente pelos signaes acima o typo de qualquer locomotiva.

Julgamos conveniente fazermos menção, aqui, d'esta designação, visto já ter sido empregada amittudadas vez-s.

O «Lokomotiv-Normen-Ausschuss» (comissão, encarregada da elaboração de normas para locomotivas) amplificou um pouco essa especie de designação, conforme as propostas, apresentadas por esta comissão, a designação deverá abranger:

a) numero dos eixos e relação entre eixos conjugados e livres, em conformidade com a classificação usual do VDEV.

b) numero de cylndros (ainda que existam sómente 2 cylndros) como expoente.

c) expansão: a expansão dupla (compound) será designada por v, da expansão simples não será feita menção.

d) estado do vapor: o vapor sobreaquecido será marcado por H, do vapor saturado, em geral, não será feita menção, a menos que se prefira caracterisal-o por N.

e) emprego: S designa locomotiva de trem rapido, P locomotiva de trem ordinario de passageiros, G locomotiva de trem de mercadorias, T locomotiva-tender.

Em caso de denominação particular desta ultima, Tp representa locomotiva-tender de passageiros, Tg locomotiva-tender de mercadorias.

De conformidade com estas propostas, a designação dos 3 typos acima citados, seria a seguinte:

2-C-1<sup>v</sup>H S, 1-E<sup>3</sup>H G, 1-D-1<sup>2</sup>Tg ou 1-D-1<sup>2</sup>NTg.

A designação dos tenders realisa-se da seguinte maneira: collocando á esquerda da letra T o numero de eixos e á direita o numero indicando a capacidade de agua em m<sup>3</sup>

Representam, por consequencia:

3 T 16 = tender com 3 eixos e 16 m<sup>3</sup> de capacidade d'agua,

3 T 30 = tender com 4 eixos e 30 m<sup>3</sup> de capacidade d'agua.



## Características de locomotivas já construídas.

### I. Locomotivas com tender separado para bitóla normal.

Tabella 12.

#### Locomotiva para trens rápidos.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Água	Carvão
1	2-B	550	—	630	2100	12	6600	$12,5 + 126,0 = 138,5$	37,0	2,29	54,0	60,0	34,0	3000	8000		
2	2-B-1	2 x 360	2 x 620	660	2000	16	7100	$15,0 + 248,0 = 263,0$	—	3,90	67,0	74,4	31,7	2200	9700		
3	2-C	3 x 500	—	630	1980	14	10000	$14,6 + 139,0 = 153,6$	61,5	2,86	74,7	81,3	53,0	4700	9150		
4	1-C-1	580	—	630	1980	14	9000	$11,8 + 134,1 = 145,9$	41,0	2,80	64,5	72,0	46,5	4250	10425		
5	2-C-1	3 x 500	—	630	1905	14	10500	$15,6 + 200,1 = 215,7$	72,0	4,50	84,3	93,5	50,5	4100	11375		
6	1-C-2	2 x 390	2 x 660	720	2140	15	8400	$15,0 + 179,7 = 194,7$	43,0	4,62	79,2	86,0	44,1	4440	10450		



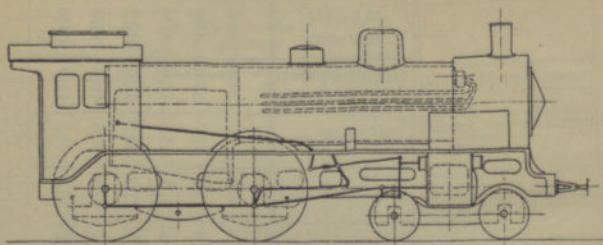


Figura 1. Locomotiva 2-B, de simples expansão, de 2 cilindros.

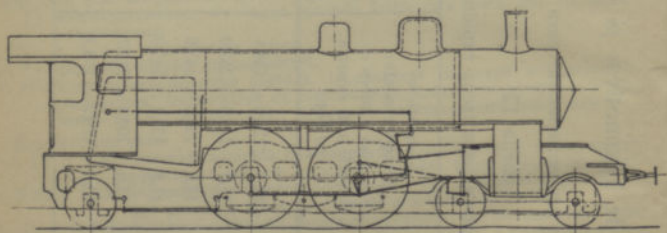


Figura 2. Locomotiva compound 2-B-1, de 4 cilindros.

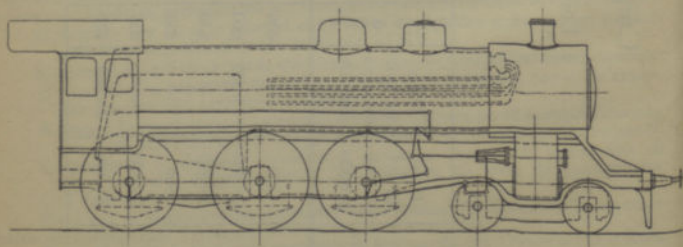


Figura 3. Locomotiva 2-C, de simples expansão, de 3 cilindros.

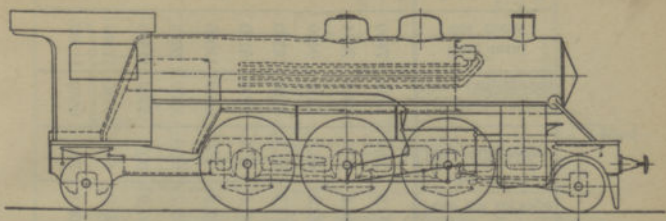


Figura 4. Locomotiva 1—C—1, de simples expansão, de 2 cilindros.

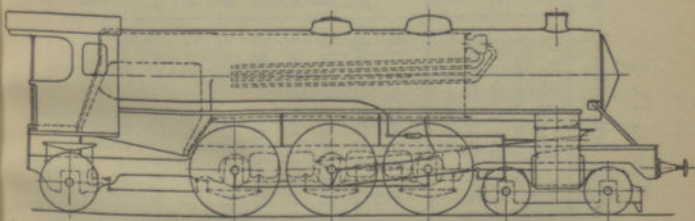


Figura 5. Locomotiva 2—C—1, de simples expansão, de 3 cilindros.

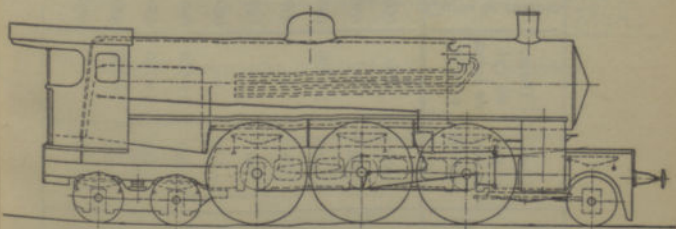


Figura 6. Locomotiva compound 1—C—2, de 4 cilindros.

Tabela 13.

Locomotivas de trens ordinarios de passageiros.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tração	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Água	Carvão
7	2-B	460	680	600	1750	12	4100	$9,0 + 109,0 = 118,0$	—	2,27	46,0	51,0	30,0	2600	7400		
8	1-C	520	—	650	1665	12	7600	$13,0 + 113,0 = 126,0$	35,0	2,07	55,0	60,6	49,0	4600	7085		
9	1-C-1	2 x 360	2 x 590	640	1700	16	8000	$13,4 + 153,6 = 167,0$	43,0	3,75	65,0	72,0	46,0	3700	9400		
10	2-C	575	—	630	1750	12	8600	$14,4 + 135,0 = 149,4$	59,0	2,60	69,2	75,3	50,3	4580	8350		
11	1-D	580	—	720	1630	12	10700	$12,0 + 180,0 = 192,0$	50,5	3,50	61,4	69,0	57,5	5590	8190		
12	1-D-1	3 x 520	—	660	1750	14	12800	$18,0 + 210,0 = 228,0$	82,0	4,00	87,0	98,0	68,0	6000	11600		
13	2-D	2 x 400	2 x 620	640	1560	16	11500	$15,0 + 169,7 = 184,7$	56,0	4,10	71,7	79,7	62,0	5100	8950		
14	2-D-1	2 x 450	2 x 700	650	1750	14	11500	$18,0 + 212,0 = 230,0$	76,0	4,50	87,0	97,0	60,0	5580	11500		
15	1-D-2	2 x 450	2 x 700	650	1750	14	11500	$18,0 + 212,0 = 230,0$	76,0	4,50	87,0	97,0	60,0	5580	11500		
16	1-E-1	3 x 520	—	640	1560	14	14000	$18,0 + 212,0 = 230,0$	76,0	4,50	90,0	100,0	75,0	6680	11500		

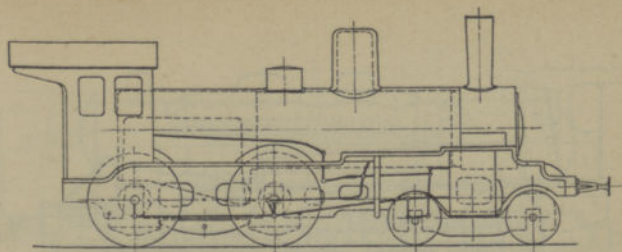


Figura 7. Locomotiva 2-B, de simples expansão, de 2 cylindros.

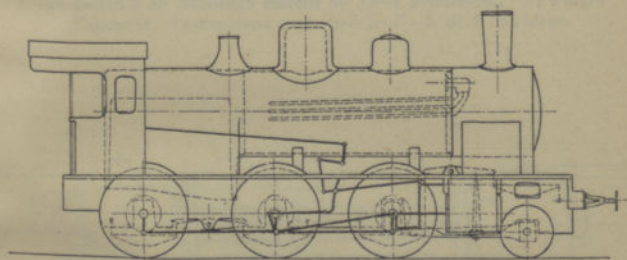


Figura 8. Locomotiva 1-C, de simples expansão, de 2 cylindros.

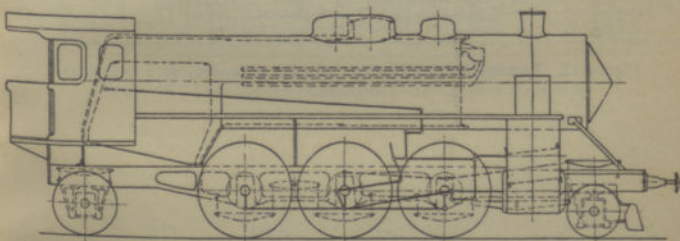


Figura 9. Locomotiva compound 1-C-1, de 4 cylindros.

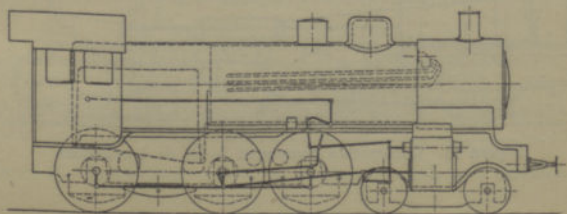


Figura 10. Locomotiva 2-C, de simples expansão, de 2 cylindros.

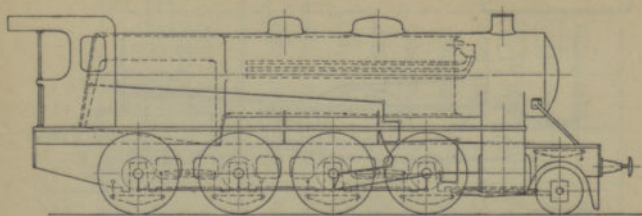


Figura 11. Locomotiva 1—D, de simples expansão, de 2 cylindros.

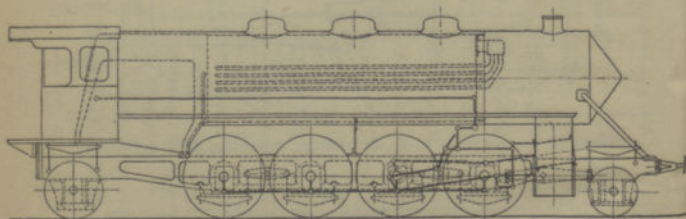


Figura 12. Locomotiva 1—D—1, de simples expansão, de 3 cylindros.

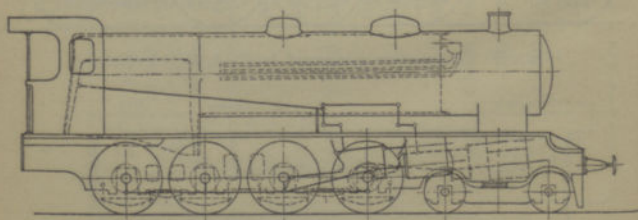


Figura 13. Locomotiva compound 2—D, de 4 cylindros.



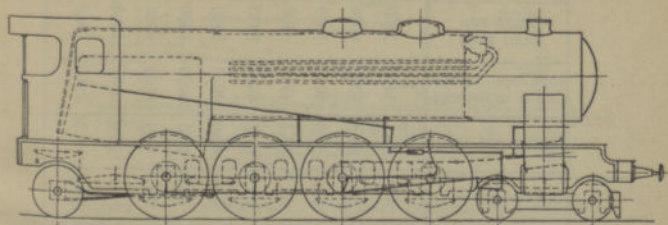


Figura 14. Locomotiva compound 2-D-1, de 4 cylindros.

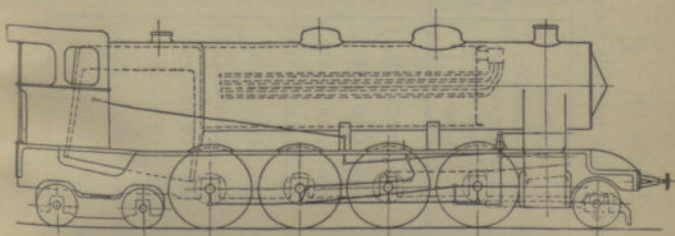


Figura 15. Locomotiva compound 1-D-2, de 4 cylindros.

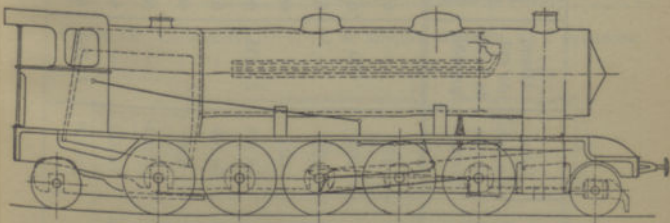


Figura 16. Locomotiva 1-E-1, de simples, expansão, de 3 cylindros.

Tabella 14.

Locomotivas para trens de carga.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Água	Carvão
17	C	450	—	630	1350	12	6800	$7,8 + 108,2 = 116,0$	—	1,53	34,7	40,1	40,1	3400	3400		
18	1—C	500	750	630	1350	12	6600	$10,0 + 130,0 = 140,0$	—	2,29	50,0	56,0	43,5	3200	6000		
19	1—C—1	520	—	630	1400	12	8800	$10,0 + 100,0 = 110,0$	32,0	2,50	56,0	62,5	45,0	4000	8030		
20	D	600	—	660	1400	12	12000	$11,0 + 142,0 = 153,0$	44,0	3,10	56,4	63,5	63,5	4500	4500		
21	1—D	2 × 395	2 × 635	640	1350	16	13500	$13,0 + 182,2 = 195,2$	50,0	3,75	71,0	78,2	67,7	4800	7450		
22	1—D—1	3 × 500	—	630	1400	14	14000	$15,0 + 158,0 = 173,0$	49,0	4,60	80,0	87,0	60,0	5070	9450		
23	E	630	—	660	1400	12	13500	$17,0 + 137,0 = 154,0$	49,0	2,62	63,0	70,0	70,0	6000	6000		
24	1—E	3 × 560	—	660	1400	14	18500	$18,7 + 177,0 = 195,7$	78,7	3,28	89,6	98,8	84,9	6200	9000		
25	1—E—1	3 × 520	—	640	1560	14	14000	$18,0 + 212,0 = 230,0$	76,0	4,50	90,0	100,0	75,0	6680	11500		
26	1—F	2 × 510	2 × 760	650	1350	15	19800	$15,5 + 218,0 = 233,5$	80,0	4,20	93,3	104,5	91,3	7500	9900		

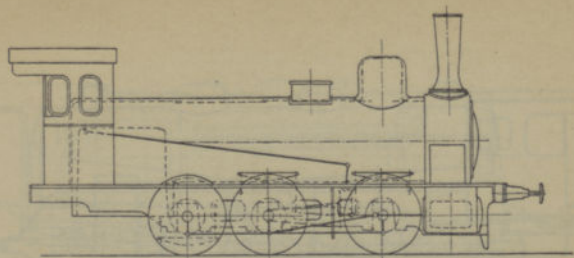


Figura 17. Locomotiva C, de simples expansão, de 2 cilindros.

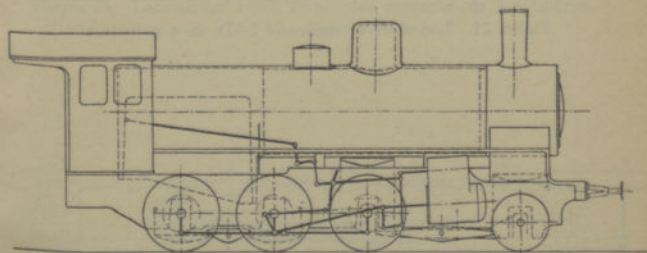


Figura 18. Locomotiva compound 1-C, de 2 cilindros.

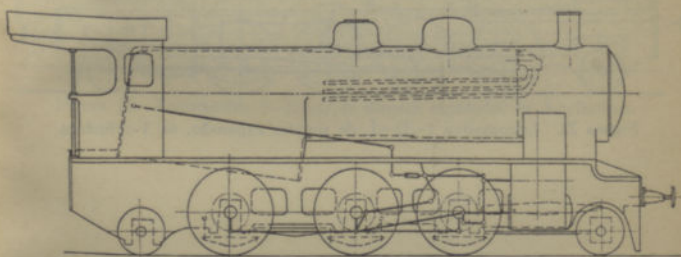


Figura 19. Locomotiva 1-C-1, de simples expansão, de 2 cilindros.

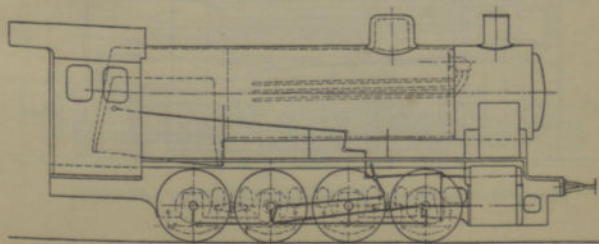


Figura 20. Locomotiva D, de simples expansão, de 2 cilindros.

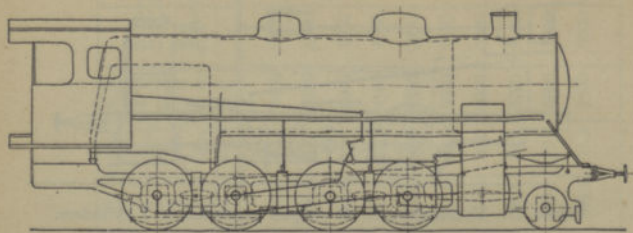


Figura 21. Locomotiva compound 1-D, de 4 cylindros.

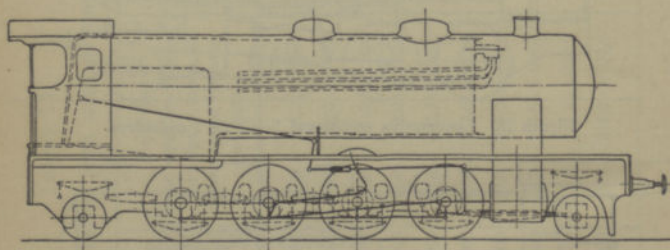


Figura 22. Locomotiva 1-D-1, de simples expansão, de 3 cylindros.

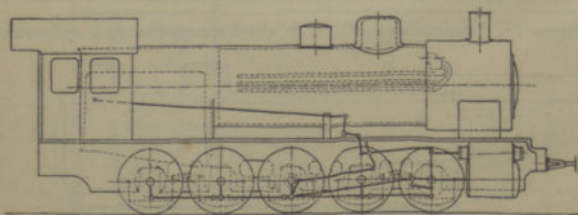


Figura 23. Locomotiva E, de simples expansão, de 2 cylindros.

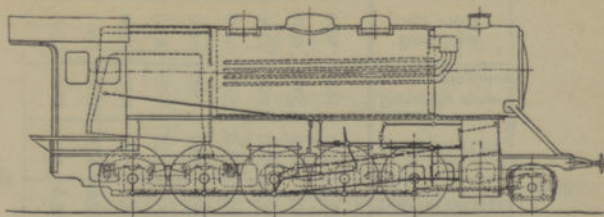


Figura 24. Locomotiva 1—E, de simples expansão, de 3 cylindros.

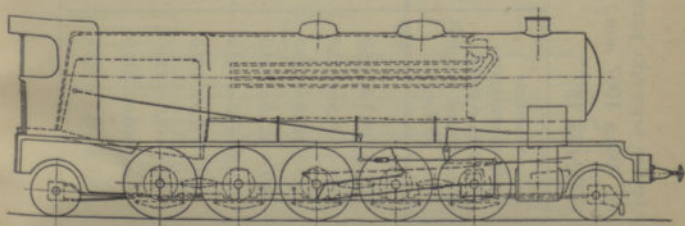


Figura 25. Locomotiva 1—E—1, de simples expansão, de 3 cylindros.

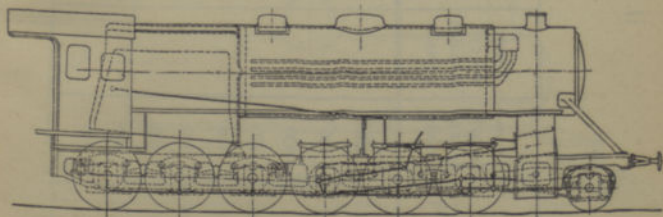


Figura 26. Locomotiva compound 1—F, de 4 cylindros.



II. Locomotivas com tender separado para bitóla estreita.  
(Via de 900 a 1067 mm.)

Tabella 15.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Água	Carvão
27	1—C	370	—	500	1200	12	4100	$5,5 + 48,5 = 54,0$	18,0	1,00	25,2	27,5	21,0	3100	5050		
28	1—C—1	420	—	600	1300	13	6300	$6,5 + 76,5 = 83,0$	28,7	1,60	36,6	40,5	27,6	2900	6930		
29	2—C	430	—	610	1370	12	6000	$8,0 + 110,0 = 118,0$	—	1,51	36,0	41,0	33,0	3800	7200		
30	2—C—1	470	—	660	1370	12	7700	$10,0 + 121,0 = 131,0$	40,0	2,00	46,0	52,0	36,0	2900	8070		
31	1—D	410	—	500	1050	12	5800	$8,9 + 53,0 = 61,9$	23,0	1,65	31,6	35,0	29,0	4500	6400		
32	1—D—1	450	—	560	1100	12	7500	$10,0 + 147,0 = 157,0$	—	2,58	52,0	58,0	40,0	3600	8000		
33	2—D	470	—	560	1100	12	8100	$8,0 + 102,0 = 110,0$	40,0	2,20	49,0	55,0	40,0	3700	6700		
34	2—D—1	470	—	600	1300	13	8000	$10,0 + 109,0 = 119,0$	51,0	2,60	56,5	62,0	40,0	4350	9500		
35	1—E	540	—	580	1100	12	11100	$9,1 + 113,1 = 122,2$	35,0	2,33	50,5	56,0	48,7	5300	7600		

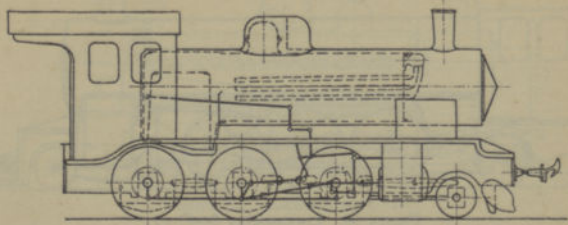


Figura 27. Locomotiva 1-C.

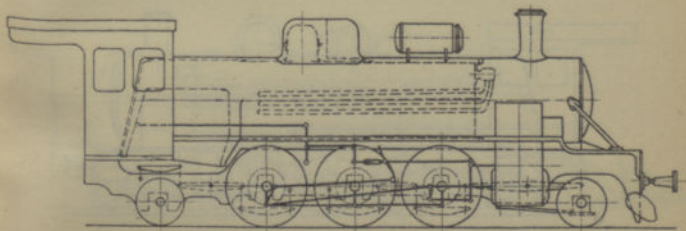


Figura 28. Locomotiva 1-C-1.

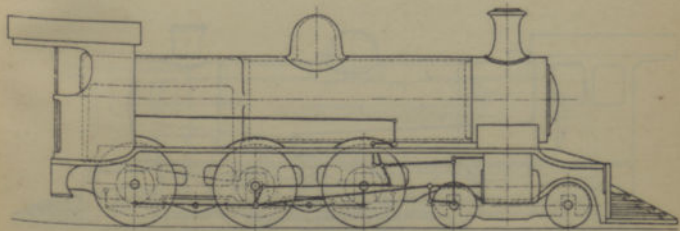


Figura 29. Locomotiva 2-C.

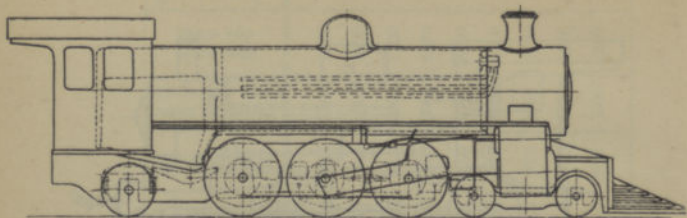


Figura 30. Locomotiva 2—C—1.

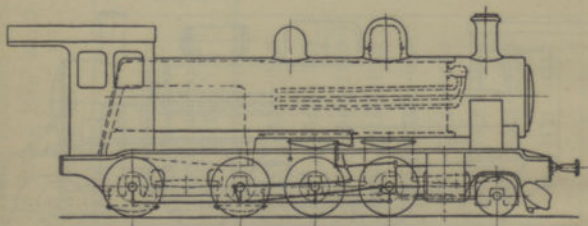


Figura 31. Locomotiva 1—D.

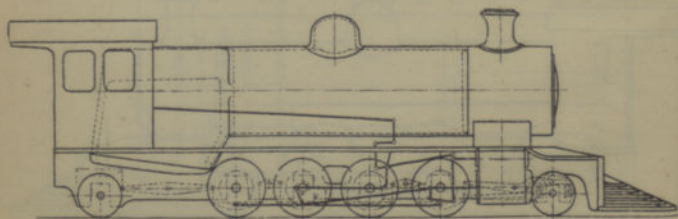


Figura 32. Locomotiva 1—D—1.

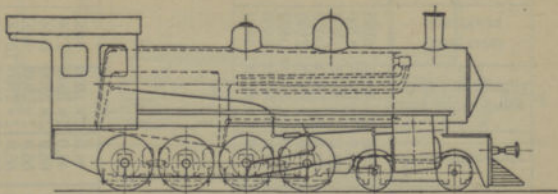


Figura 33. Locomotiva 2-D.

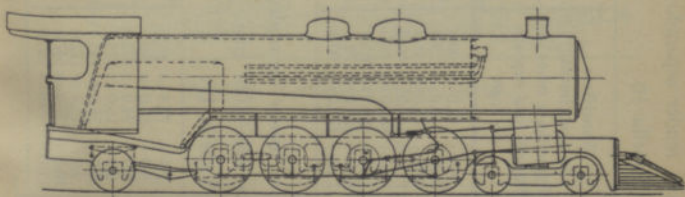


Figura 34. Locomotiva 2-D-1.

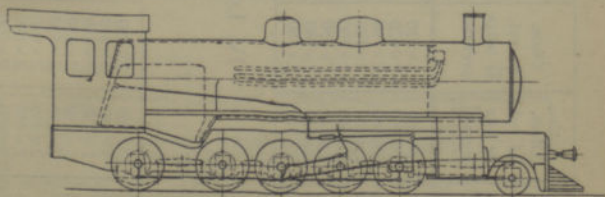


Figura 35. Locomotiva 1-E.

## III. Locomotivas Mallet com tender separado para bitóla normal.

Tabella 16.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Água	Carvão
36	B+B	2 x 400	2 x 620	630	1250	14	12200	8,0 + 92,0 = 100,0	35,0	1,90	54,0	60,0	60,0	2 x 1900	6100		
37	1-B+B	2 x 400	2 x 620	630	1250	14	12200	9,0 + 116,0 = 125,0	37,0	2,50	63,0	71,0	60,0	2 x 1900	8200		
38	C+C	2 x 460	2 x 700	630	1250	15	16700	10,0 + 128,0 = 138,0	40,0	2,60	75,0	84,0	84,0	2 x 2800	7800		
39	1-C+C	2 x 460	2 x 700	630	1250	15	16700	11,0 + 149,0 = 160,0	46,0	3,10	82,0	92,0	84,0	2 x 2800	10000		
40	1-C+C-1	2 x 460	2 x 700	630	1250	15	16700	12,0 + 163,0 = 175,0	50,0	3,30	92,0	102,0	84,0	2 x 2800	12100		
41	D+D	2 x 510	2 x 780	630	1250	15	20600	11,0 + 154,0 = 165,0	55,0	3,30	94,0	104,0	104,0	2 x 4100	10400		
42	1-D+D	2 x 510	2 x 780	630	1250	15	20600	12,0 + 163,0 = 175,0	50,0	3,60	100,0	112,0	104,0	2 x 4100	12500		
43	1-D+D-1	2 x 510	2 x 780	630	1250	15	20600	13,0 + 177,0 = 190,0	55,0	3,60	108,0	121,0	104,0	2 x 4100	14400		

## IV. Locomotivas Mallet com tender separado para bitóla estreita.

(Via de 900—1067 mm.)

Tabella 17.

36	B+B	2 x 360	2 x 550	550	1100	14	9500	7,5 + 72,5 = 80,0	29,0	1,60	43,0	48,0	48,0	2 x 1600	5400		
37	1-B+B	2 x 360	2 x 550	550	1100	14	9500	8,0 + 88,0 = 96,0	31,0	1,80	50,0	56,0	48,0	2 x 1600	7300		
38	C+C	2 x 430	2 x 650	550	1100	14	13300	8,0 + 94,0 = 102,0	33,0	2,10	59,0	66,0	66,0	2 x 2500	6900		
39	1-C+C	2 x 430	2 x 650	550	1100	14	13300	9,0 + 116,0 = 125,0	37,0	2,40	65,0	73,0	66,0	2 x 2500	9000		
40	1-C+C-1	2 x 430	2 x 650	550	1100	14	13300	10,0 + 125,0 = 135,0	40,0	2,60	71,0	79,0	66,0	2 x 2500	10900		
41	D+D	2 x 450	2 x 690	550	1100	15	16000	9,0 + 113,0 = 122,0	43,0	2,50	72,0	80,0	80,0	2 x 3600	9300		
42	1-D+D	2 x 450	2 x 690	550	1100	15	16000	10,0 + 137,0 = 147,0	43,0	2,80	79,0	87,0	80,0	2 x 3600	11200		
43	1-D+D-1	2 x 450	2 x 690	550	1100	15	16000	11,0 + 149,0 = 160,0	46,0	3,00	84,0	93,0	80,0	2 x 3600	13100		



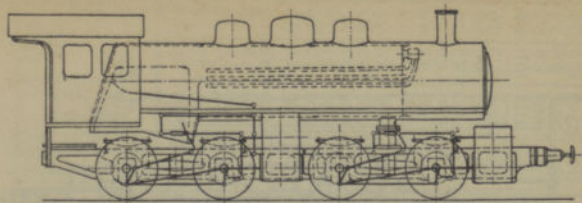


Figura 36. Locomotiva Mallet B+B.

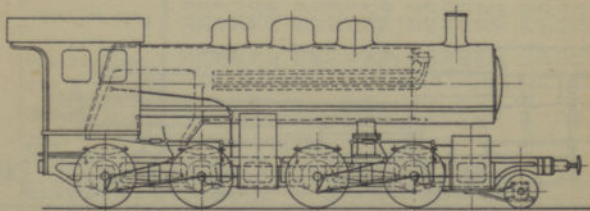


Figura 37. Locomotiva Mallet 1-B+B.

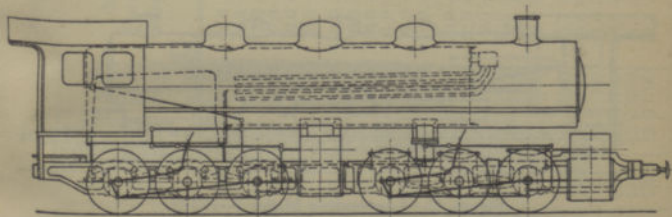


Figura 38. Locomotiva Mallet C+C.

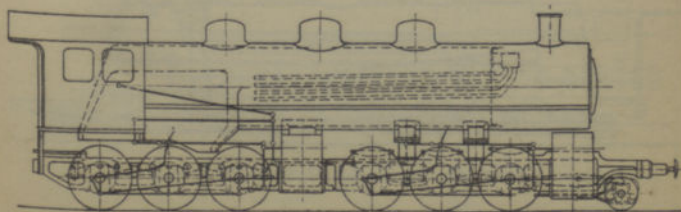


Figura 39. Locomotiva Mallet 1-C+C.

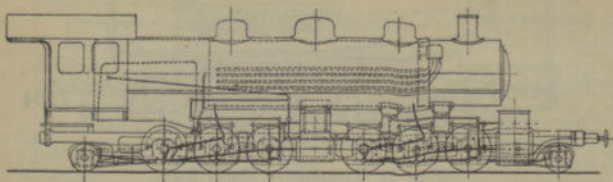


Figura 40. Locomotiva Mallet 1—C+C—1.

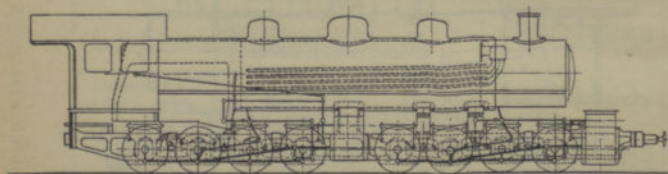


Figura 41. Locomotiva Mallet D+D.

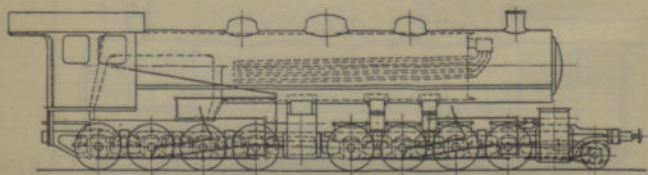


Figura 42. Locomotiva Mallet 1—D+D.

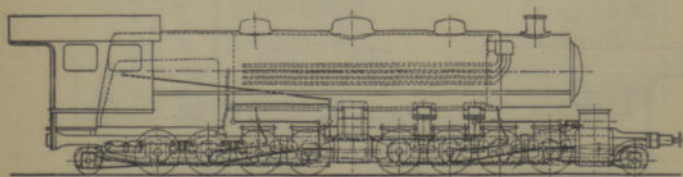


Figura 43. Locomotiva Mallet 1—D+D—1.

## V. Locomotivas-tender para bitóla normal.

Tabella 18.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento:			Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
								Fornalha e tubos =	Superf. total exposta ao fogo									Água	Carvão
44	1-B	420	—	600	1600	12	4750	8,0 + 75,0 =	83,0	—	1,52	33,0	42,0	28,0	2250	4800	5,0	1,9	
45	B-1	420	—	600	1600	12	4750	8,0 + 75,0 =	83,0	—	1,52	33,0	42,0	28,0	2250	4500	5,0	1,9	
46	1-B-1	430	—	600	1600	12	5000	8,0 + 88,0 =	96,0	—	1,60	41,5	53,0	31,5	2000	6800	5,5	1,6	
47	1-B-2	450	—	560	1650	12	5000	9,0 + 101,0 =	110,0	—	1,98	50,0	65,5	30,0	2100	8750	7,0	2,0	
48	2-B-1	450	—	600	1800	12	4850	9,0 + 76,0 =	85,0	28,0	1,98	50,0	65,5	30,0	2300	8850	7,0	2,0	
49	C	430	—	550	1350	12	5450	8,0 + 92,0 =	100,0	—	1,60	33,0	42,0	42,0	3800	3800	4,0	1,6	
50	1-C	450	—	630	1350	12	6800	9,0 + 102,0 =	111,0	—	1,60	47,0	61,0	46,0	3300	6000	7,0	2,0	
51	C-1	450	—	630	1350	12	6800	9,0 + 110,0 =	119,0	—	1,60	47,0	61,0	46,0	3600	5600	7,0	2,0	
52	1-C-1	480	—	630	1500	12	7000	10,0 + 130,0 =	140,0	—	1,93	52,0	70,0	44,0	4000	8700	8,5	3,0	
53	2-C	500	—	600	1600	12	6750	11,0 + 112,0 =	123,0	32,0	2,39	53,5	66,5	45,0	4000	8300	6,5	1,5	
54	C-2	500	—	600	1600	12	6750	11,0 + 112,0 =	123,0	32,0	2,39	53,5	66,5	45,0	3600	7300	6,5	1,5	
55	1-C-2	480	—	630	1500	12	7000	10,0 + 130,0 =	140,0	—	1,93	55,0	74,0	44,0	3600	9400	9,0	3,0	
56	2-C-1	480	—	630	1500	12	7000	10,0 + 100,0 =	110,0	34,0	1,93	55,0	74,0	44,0	4000	9300	9,0	3,0	
57	2-C-2	2 x 340	2 x 530	640	1650	14	7600	10,0 + 90,0 =	100,0	24,0	2,00	67,0	88,0	42,0	3500	10400	9,7	4,0	
58	D	540	—	550	1100	13	11400	9,0 + 109,0 =	118,0	—	2,00	44,0	56,0	56,0	4200	4200	6,0	2,0	
59	1-D	530	—	660	1400	12	9500	10,0 + 100,0 =	110,0	30,0	2,00	51,0	65,0	56,0	5400	7750	6,0	2,0	
60	D-1	530	—	660	1400	12	9500	10,0 + 100,0 =	110,0	30,0	2,00	51,0	65,0	56,0	5000	7000	6,0	2,0	
61	1-D-1	530	—	660	1400	12	9500	10,0 + 140,0 =	150,0	—	2,00	57,0	72,0	56,0	5100	9800	7,0	2,0	
62	2-D	630	—	640	1600	12	11500	15,7 + 147,5 =	163,2	44,6	3,10	75,0	95,7	72,0	5500	9350	10,0	4,0	
63	1-D-2	510	—	660	1300	12	9500	10,0 + 160,0 =	170,0	—	2,10	63,0	80,0	56,0	4700	10600	8,0	2,5	
64	2-D-1	510	—	660	1300	12	9500	11,0 + 119,0 =	130,0	35,0	2,10	63,0	80,0	56,0	4800	9800	8,0	2,5	
65	2-D-2	2 x 400	2 x 620	640	1560	16	11700	14,4 + 136,6 =	151,0	48,3	3,17	79,3	99,2	63,5	5100	12750	10,0	3,5	
66	E	610	—	660	1350	12	13200	11,7 + 121,3 =	133,0	45,3	2,25	67,4	83,3	83,3	5800	5800	8,0	3,0	
67	1-E-1	600	—	630	1300	13	13700	14,7 + 130,3 =	145,0	60,0	3,87	70,0	93,0	70,0	5520	10160	12,5	4,5	

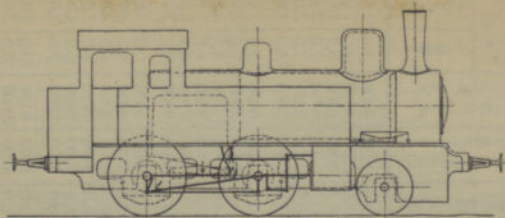


Figura 44. Locomotiva-tender 1-B.

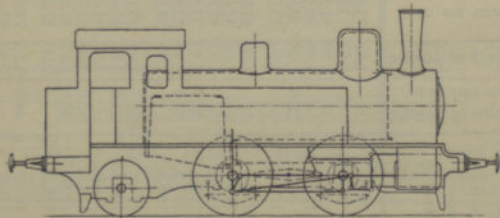


Figura 45. Locomotiva-tender B-1.

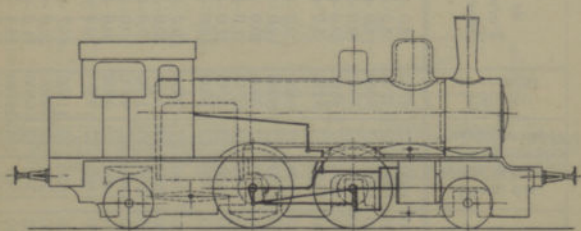


Figura 46. Locomotiva-tender 1-B-1.

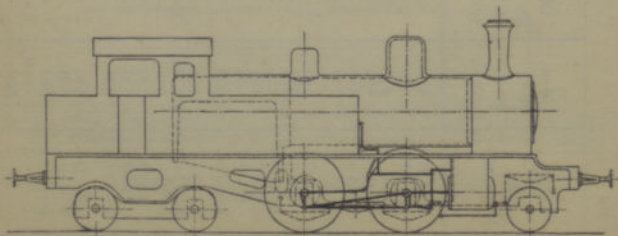


Figura 47. Locomotiva-tender 1-B-2.

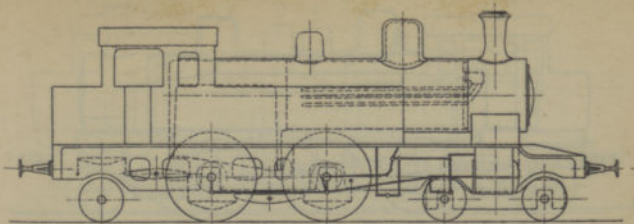


Figura 48. Locomotiva-tender 2-B-1.

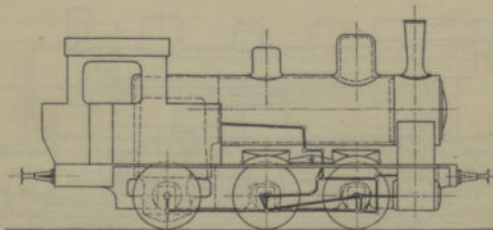


Figura 49. Locomotiva-tender C.

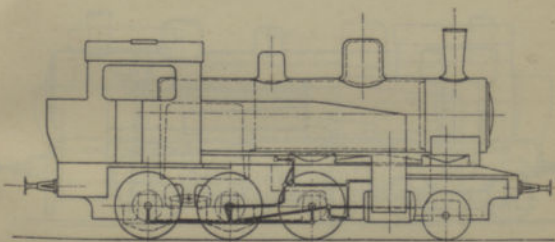


Figura 50. Locomotiva-tender 1-C.

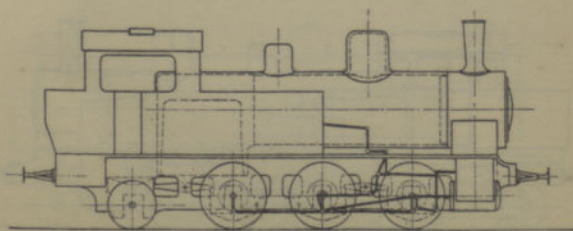


Figura 51. Locomotiva-tender C-1.



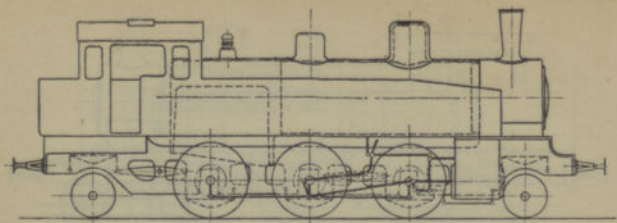


Figura 52. Locomotiva-tender 1-C-1.

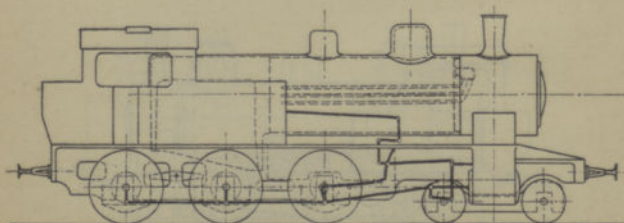


Figura 53. Locomotiva-tender 2-C.

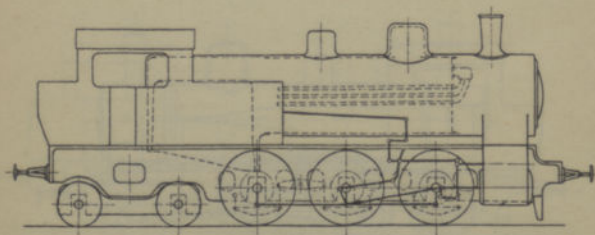


Figura 54. Locomotiva-tender C-2.

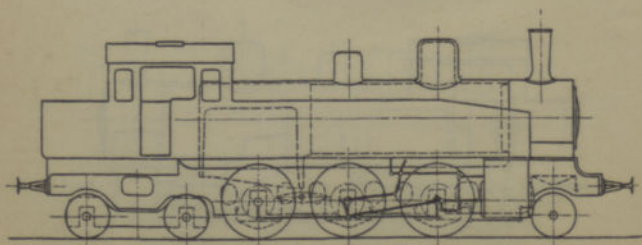


Figura 55. Locomotiva-tender 1-C-2.

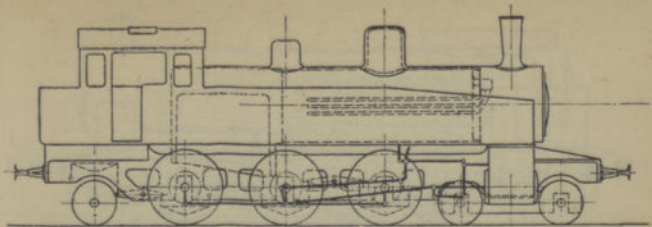


Figura 56. Locomotiva-tender 2-C-1.

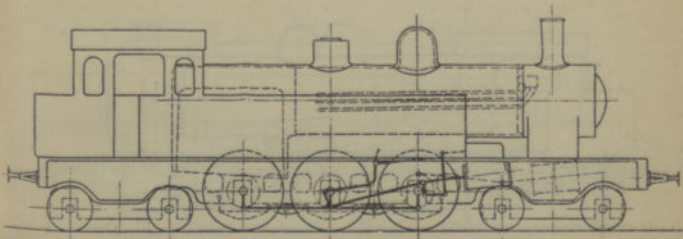


Figura 57. Locomotiva-tender 2-C-2.

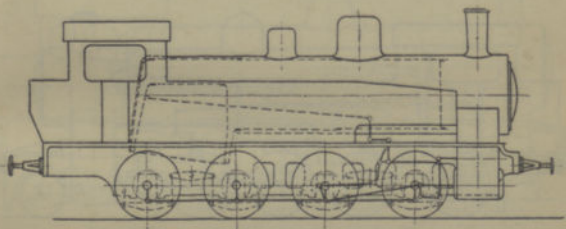


Figura 58. Locomotiva-tender D.

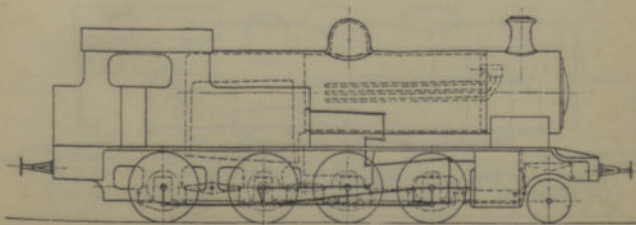


Figura 59. Locomotiva-tender 1-D.

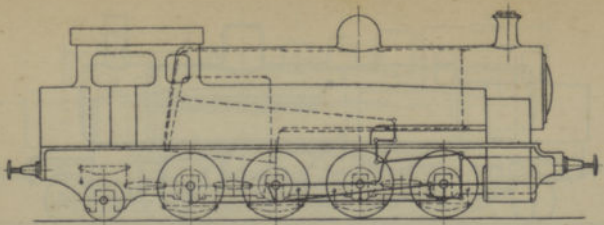


Figura 60. Locomotiva-tender D-1.

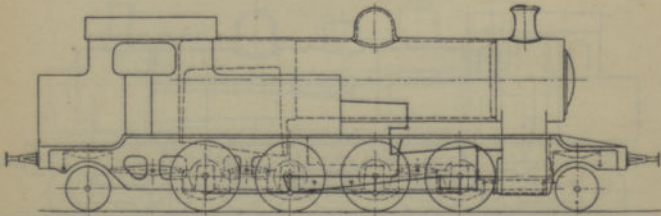


Figura 61. Locomotiva-tender 1-D-1.

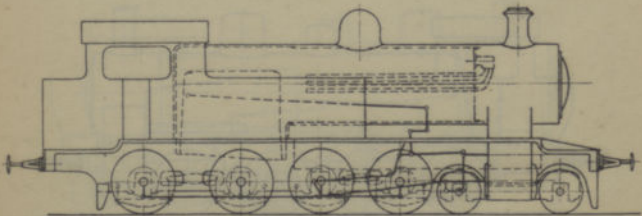


Figura 62. Locomotiva-tender 2-D.

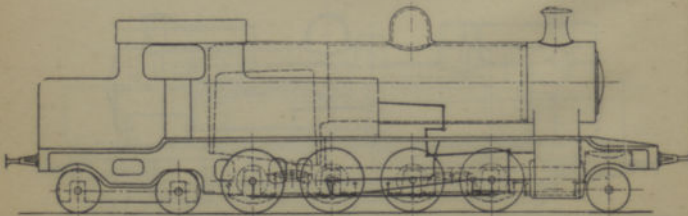


Figura 63. Locomotiva-tender 1-D-2.

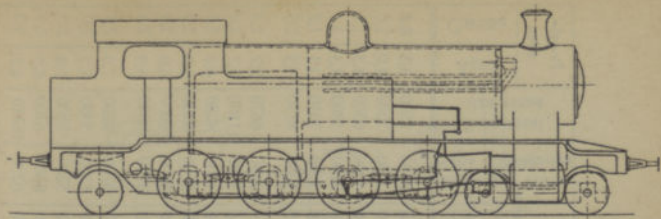


Figura 64. Locomotiva-tender 2-D-1.

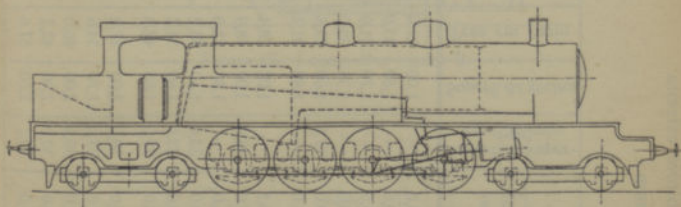


Figura 65. Locomotiva-tender 2-D-2.

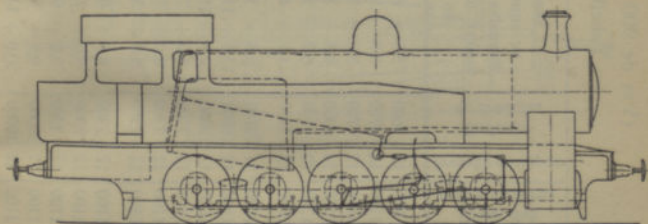


Figura 66. Locomotiva-tender E.

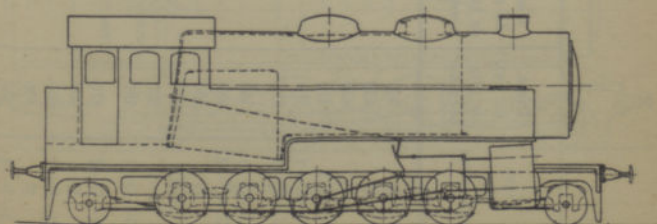


Figura 67. Locomotiva-tender 1-E-1.

## VI. Locomotivas-tender para bitóla estreita.

(Via de 900—1067 mm.)

Tabella 19.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Água	Carvão
68	B	350	—	500	950	12	4600	4,5 + 60,5 = 65,0	—	1,00	21,0	28,0	28,0	2300	2300	3,3	0,8
69	C	430	—	550	1100	12	6700	8,0 + 92,0 = 100,0	—	1,60	33,0	42,0	42,0	3000	3000	4,0	1,6
70	1—C	430	—	550	1100	12	6700	8,0 + 97,0 = 105,0	—	1,70	31,0	44,0	36,0	4000	6300	4,5	1,8
71	C—1	410	—	510	1120	14	6500	8,5 + 86,5 = 95,0	—	1,35	39,0	50,0	39,0	3700	5800	5,5	3,1
72	1—C—1	370	—	500	1200	12	4100	6,3 + 41,7 = 48,0	17,6	1,00	28,8	35,9	22,5	3100	7050	3,1	1,7
73	1—C—2	380	—	560	1090	12	5350	8,5 + 82,5 = 91,0	—	1,90	41,2	53,0	30,5	3050	8750	5,5	2,5
74	2—C—1	360	—	460	1070	11	3700	6,5 + 50,0 = 56,5	—	1,02	28,4	35,6	21,4	2740	6620	3,2	1,3
75	2—C—2	485	—	600	1500	12	6800	13,6 + 116,4 = 130,0	48,0	3,00	58,9	78,2	36,2	3500	11100	9,7	3,0
76	D	500	—	600	1200	13	9800	9,0 + 112,0 = 121,0	—	1,80	42,0	54,0	54,0	4200	4200	6,0	2,0
77	1—D	470	—	510	1100	12	7300	8,0 + 72,0 = 80,0	23,0	1,60	35,2	47,0	40,0	3700	6200	6,0	2,0
78	D—1	470	—	510	1100	12	7300	8,0 + 72,0 = 80,0	23,0	1,60	35,2	47,0	40,0	3700	6000	6,0	2,0
79	1—D—1	470	—	510	1100	12	7300	9,0 + 81,0 = 90,0	25,0	1,80	42,8	55,0	40,0	3700	8000	6,0	2,0
80	1—D—2	470	—	510	1100	12	7300	9,5 + 90,5 = 100,0	30,0	2,00	47,6	62,0	40,0	3700	9200	7,0	2,5
81	E	500	—	510	1100	12	8300	9,0 + 78,0 = 87,0	25,0	1,70	34,6	46,0	46,0	5300	5300	5,5	2,0
82	1—E—1	500	—	510	1100	12	8300	9,5 + 90,5 = 100,0	30,0	2,00	46,0	60,0	46,0	5200	9800	7,0	2,5
83	F	550	—	510	1100	12	10000	9,5 + 95,5 = 105,0	30,0	2,00	42,2	57,0	57,0	6300	6300	6,5	2,5
84	1—F—1	550	—	510	1100	12	10000	10,0 + 110,0 = 120,0	40,7	2,60	57,6	74,6	57,0	6250	10250	8,5	3,0



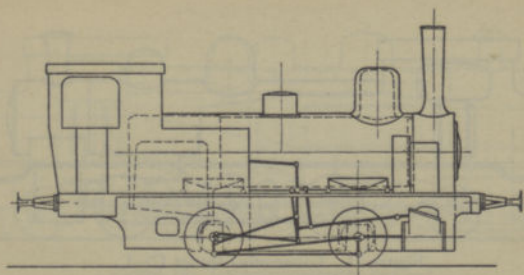


Figura 68. Locomotiva-tender B.

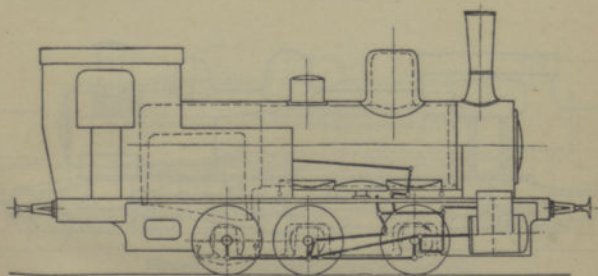


Figura 69. Locomotiva-tender C.

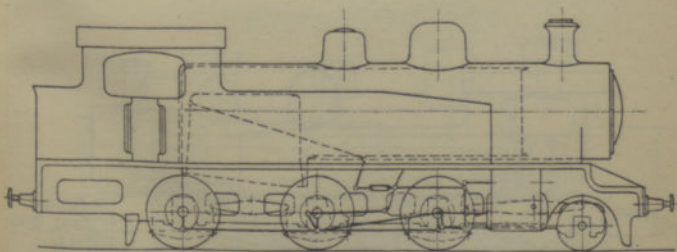


Figura 70. Locomotiva-tender 1-C.

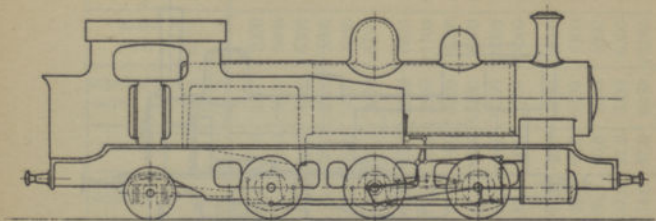


Figura 71. Locomotiva-tender C-1.

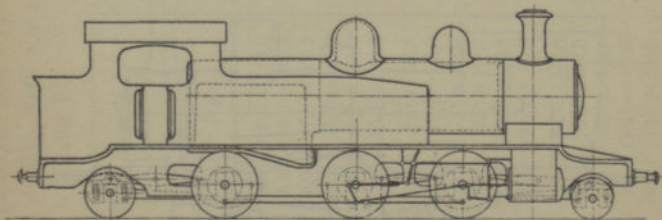


Figura 72. Locomotiva-tender 1-C-1.

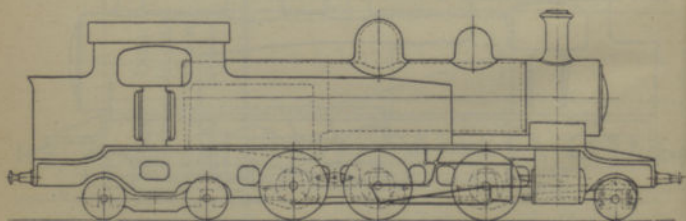


Figura 73. Locomotiva-tender 1-C-2.

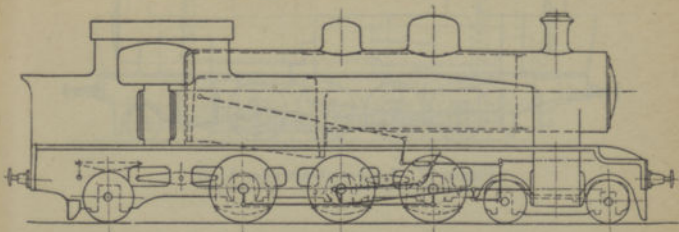


Figura 74. Locomotiva-tender 2—C—1.

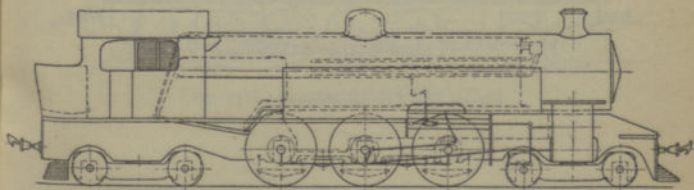


Figura 75. Locomotiva-tender 2—C—2.

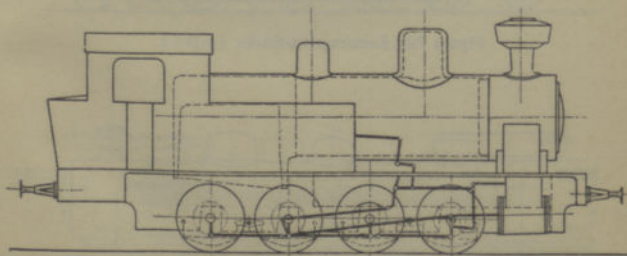


Figura 76. Locomotiva-tender D.

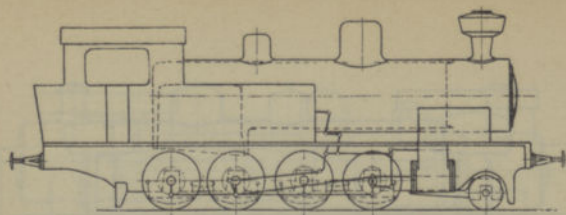


Figura 77. Locomotiva-tender 1-D.

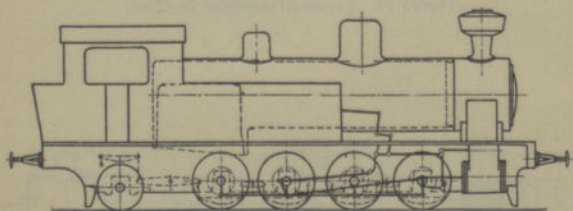


Figura 78. Locomotiva-tender D-1.

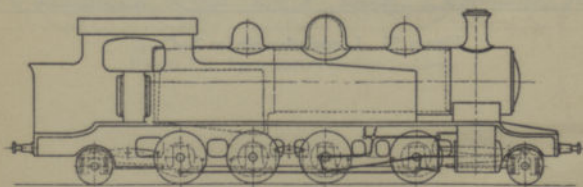


Figura 79. Locomotiva-tender 1-D-1.

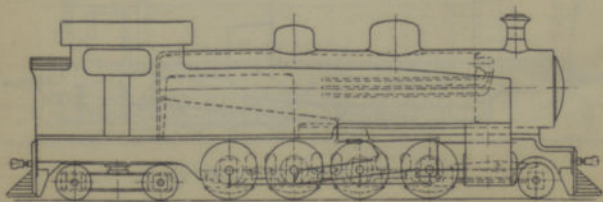


Figura 80. Locomotiva-tender 1-D-2.

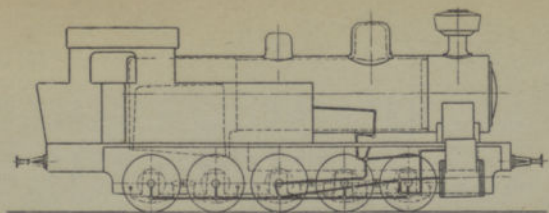


Figura 81. Locomotiva-tender E.

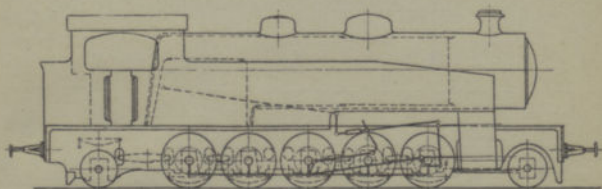


Figura 82. Locomotiva-tender 1-E-1.

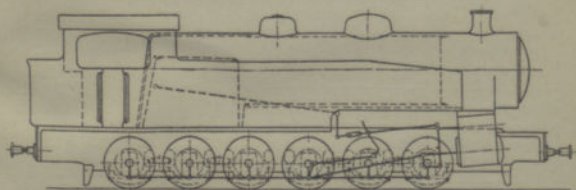


Figura 83. Locomotiva-tender F.

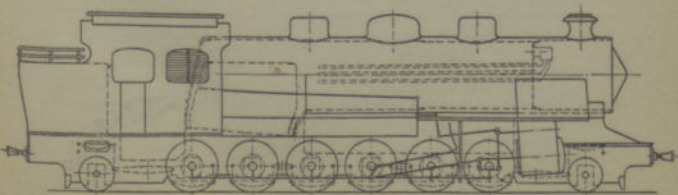


Figura 84. Locomotiva-tender 1-F-1.



## VII. Locomotivas-tender Mallet para bitóla normal.

Tabela 20.

Figura	Tipo de locomotiva	Diam. do cyl. de alta pressão	Diam. do cyl. de baixa pressão	Curso de embolo	Diam. das rodas motoras	Pressão de vapor	Esforço de tracção	Superfície de aquecimento: Fornalha e tubos = Superf. total exposta ao fogo	Superf. de super-aquecimento	Superf. da grelha	Peso em vazio	Peso em serviço	Peso adherente	Distancia entre eixos conjugados	Base total dos eixos	Provisões	
																Agua	Carvão
85	B+B	2×380	2×590	500	1100	12	8500	9,6 + 100,4 = 110,0	—	2,00	40,5	52,0	52,0	2×1450	5000	5,0	1,6
86	1-B+B	2×380	2×590	500	1100	12	8500	10,0 + 112,0 = 122,0	—	2,20	49,0	60,0	52,0	2×1450	7300	5,5	1,6
87	C+C	2×430	2×650	500	1100	14	12300	11,0 + 149,0 = 160,0	—	3,00	64,5	78,0	78,0	2×2400	7500	6,5	2,0
88	1-C+C	2×430	2×650	500	1100	14	12300	10,0 + 120,0 = 130,0	50,0	2,50	70,0	86,0	78,0	2×2400	9700	8,0	2,5
89	1-C+C-1	2×430	2×650	500	1100	14	12300	11,5 + 138,5 = 150,0	60,0	3,00	77,0	96,0	78,0	2×2400	12000	9,0	3,0
90	D+D	2×470	2×710	500	1100	14	14800	11,5 + 138,5 = 150,0	60,0	3,00	78,0	96,0	96,0	2×3600	9800	8,5	2,5

## VIII. Locomotivas-tender para bitóla estreita.

(Via de 900—1067 mm.)

Tabela 21.

85	B+B	2×320	2×500	550	1100	12	6900	7,0 + 81,0 = 88,0	—	1,4	30,0	40,0	40,0	2×1400	5000	5,0	2,0
86	1-B+B	2×320	2×500	550	1100	12	6900	7,0 + 88,0 = 95,0	—	1,5	35,5	47,0	40,0	2×1500	7100	6,5	2,5
87	C+C	2×390	2×600	520	1000	12	10300	8,0 + 112,0 = 120,0	—	1,6	48,0	60,0	60,0	2×2500	7000	6,5	2,5
88	1-C+C	2×400	2×620	520	1000	13	11900	8,0 + 92,0 = 100,0	35,0	1,6	54,0	68,0	60,0	2×2300	8500	8,9	2,5
89	1-C+C-1	2×400	2×620	520	1000	13	11900	8,6 + 103,4 = 112,0	40,0	2,1	59,0	76,0	60,0	2×2300	9900	9,6	2,5
90	D+D	2×440	2×680	520	1000	14	15400	10,0 + 110,0 = 120,0	50,0	2,4	62,0	80,0	80,0	2×3400	8800	10,0	3,0

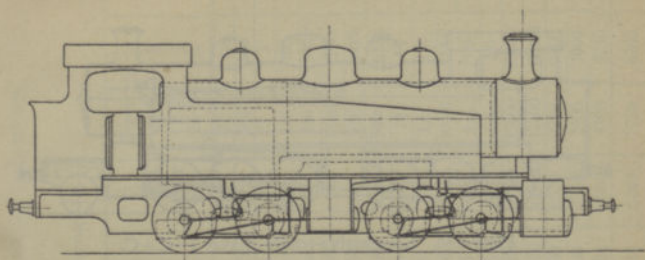


Figura 85. Locomotiva-tender Mallet B+B.

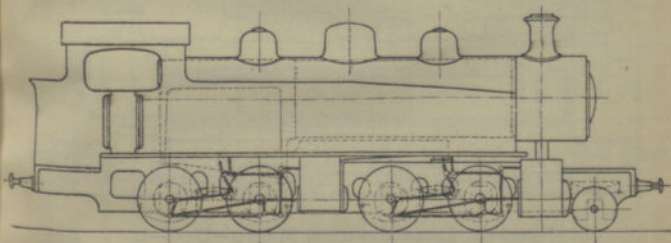


Figura 86. Locomotiva-tender Mallet 1-B+B.

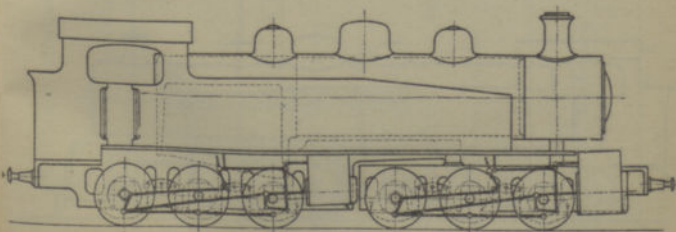


Figura 87. Locomotiva-tender Mallet C+C.

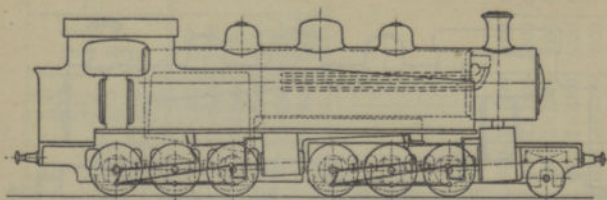


Figura 88. Locomotiva-tender Mallet 1-C+C.

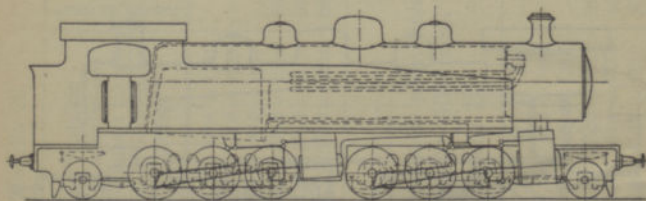


Figura 89. Locomotiva-tender Mallet 1-C+C-1.

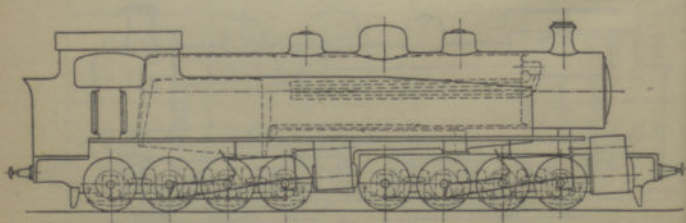


Figura 90. Locomotiva-tender Mallet D+D.

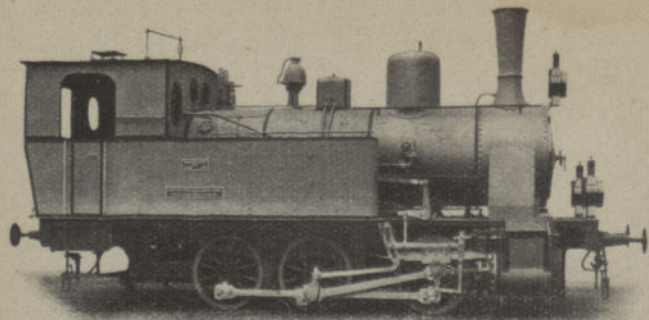
Tabella 22.

Dimensões principaes de locomotivas-tender de bitóla normal para empresas industriaes, ramaes, linhas secundarias etc.

D'estes typos temos quasi sempre algumas machinas em stock ou em construcção.

Denominações	Penko	Carl-Otto	Bonifacius	Hansa	Riebeck	Zollern	Oberhessen	Thüringen	Bismarck	Preussen	Frankfurt
Nos.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Potencia approx . . . . . em cav.	50	80	125	150	180	225	260	325	380	430	500
Numero de eixos conjugados . . . . .	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4
Diametro dos cylindros (d) . . . . . mm	220	260	280	300	320	350	380	400	430	460	540
Curso dos embolos (h) . . . . . mm	300	360	420	420	500	500	550	550	550	550	550
Diametro das rodas motoras (D) . . . mm	630	720	850	850	950	950	1100	1100	1100	1100	1100
Base rigida . . . . . mm	1400	1500	1800	2000	2200	2300	3000	3000	3000	3000	2860
Base total . . . . . mm	1400	1500	1800	2000	2200	2300	3000	3000	3000	3000	4200
Timbre da caldeira (p) . . . . . kg/cm <sup>2</sup>	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13
Superficie da grelha . . . . . m <sup>2</sup>	0,4	0,5	0,7	0,8	0,93	1,1	1,3	1,47	1,6	1,8	2,0
Superficie de aquecimento, exterior . m <sup>2</sup>	18,5	26,2	39,0	44,0	53,0	60,0	66,0	85,0	100,0	115,0	130,0
Capacidade d'agua approx. . . . . m <sup>3</sup>	1,5	1,9	2,2	2,5	3,2	3,3	4,0	4,0	4,0	5,0	6,0
Capacidade de carvão approx. . . . . m <sup>3</sup>	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,0	1,3	1,4	1,6	2,0	2,4
Peso em vazio approx. . . . . kg	9400	11400	14000	15500	17500	21000	24500	27000	33000	37000	44000
Peso em serviço approx. . . . . kg	12200	14700	18500	20500	23500	28000	32500	36000	42000	48000	56000
Comprimento (incl. os parachoques) . mm	5500	6100	6700	7200	7600	7800	8600	8800	9200	9100	11000
Largura . . . . . mm	2300	2500	2500	2500	2600	2700	2800	2800	2900	3000	3000
Altura . . . . . mm	3000	3200	3600	3650	3700	3820	4200	4200	4200	4250	4200
Esforço de tracção $0,6 \cdot p \frac{d^2 \cdot h}{D}$ . kg	1660	2430	2790	3210	4200	5030	5630	6240	7230	8260	11400





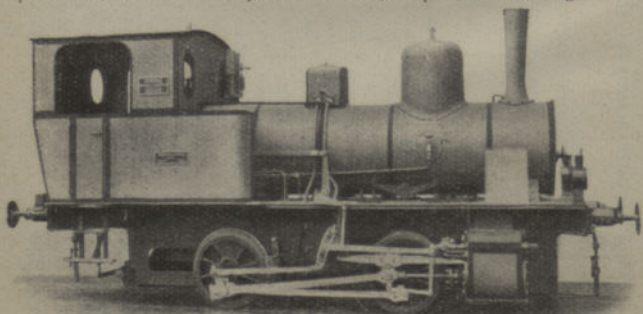
Locomotiva-tender para bitóla normal.

Tabella de potências,

relativa às locomotivas-tender atrás mencionadas, de bitóla normal

Denominações	Penko	Carl-Otto	Boni-facius	Hansa	Riebeck	Zollern	Ober-hessen	Thü-ringen	Bis-marck	Preussen	Frank-furt	
Nos.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Potencia approx. em cav.	50	80	125	150	180	225	260	325	380	430	500	
Capaz de rebocar uma carga total em ton. sobre rampa (sem curvas) de:	1: ∞ = 0 <sup>o</sup> /00	369	522	674	783	976	1226	1375	1524	1765	2065	2456
	1: 500 = 2 <sup>o</sup> /00	240	343	444	515	644	808	909	1004	1163	1328	1619
	1: 200 = 5 <sup>o</sup> /00	155	224	290	337	421	529	594	657	762	869	1061
	1: 100 = 10 <sup>o</sup> /00	94	138	180	209	262	330	370	410	474	540	662
	1: 50 = 20 <sup>o</sup> /00	49	75	98	113	143	180	202	224	258	296	362
	1: 33 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> = 30 <sup>o</sup> /00	30	48	63	75	94	119	133	148	170	194	239
	1: 25 = 40 <sup>o</sup> /00	20	34	45	53	68	86	96	106	122	139	172
1: 20 = 50 <sup>o</sup> /00	13	25	33	39	51	65	72	79	92	105	130	
Velocidade approx. à potencia acima em km/h:	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Os dados da tabella referem-se a uma potencia continua, admitindo-se uma resistencia em marcha do trem de 4 kg por cada tonelada de peso do trem. Sobre rampas curtas, as locomotivas poderão rebocar, temporariamente, cargas maiores



Locomotiva-tender para bitóla normal.



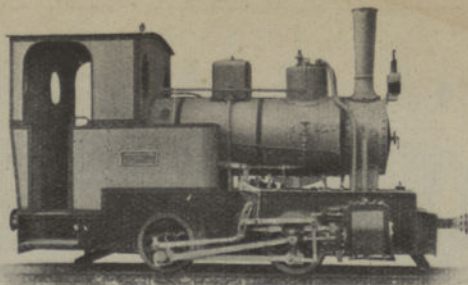
Tabella 23.

Dimensões principaes das nossas locomotivas-tender de via reduzida para empresas de construcção, obras de terraplanagem etc. D'essas locomotivas ha, quasi sempre, algumas em stock ou em construcção.

Denominações	Porter	Sander	Schweder	Danzig	Fabian	Montua	Preller	Cassel	Brauns	Helfmann	Klettwitz	Deutschland <sup>*)</sup>	Döhring & Lehmann <sup>*)</sup>
Nos.	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
Potencia approx. . . . . em cav.	10	20	30	40	50	60	80	100	125	160	200	210	230
Numero de eixos conjugados . . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bitóla <sup>*)</sup> . . . . . mm	600	600	600	600	600	750	900	900	900	900	900	900	900
Diametro dos cylindros . . . . . mm	120	150	180	190	220	235	260	280	290	310	330	340	350
Curso dos embolos . . . . . mm	200	200	250	250	300	300	360	360	430	430	430	430	430
Diametro das rodas motoras . . . . . mm	450	450	550	550	630	630	720	720	800	800	800	800	800
Base das rodas (Distancia entre eixos) mm	1000	1000	1000	1200	1200	1400	1600	1600	1800	1800	1800	1800	1800
Timbre da caldeira . . . . . kg/cm <sup>2</sup>	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13
Superficie da grelha . . . . . m <sup>2</sup>	0,20	0,25	0,30	0,35	0,4	0,45	0,53	0,6	0,7	0,8	1,0	1,25	1,4
Superficie de aquecimento, exterior . . m <sup>2</sup>	5,7	8,9	12,3	15,3	18,5	22,0	28,0	32,3	38,5	44,0	53,0	54	58,0
Capacidade d'agua approx. . . . . m <sup>3</sup>	0,3	0,4	0,48	0,5	0,6	0,9	1,3	1,5	1,6	1,9	2,5	2,5	2,5
Capacidade de carvão approx . . . . . m <sup>3</sup>	0,2	0,25	0,30	0,35	0,4	0,45	0,55	0,65	0,7	0,8	1,0	1,0	1,2
Peso em vazio approx. . . . . kg	3800	4500	5400	6200	7300	7800	10600	11600	14000	15000	17000	18000	20500
Peso em serviço approx. . . . . kg	4650	5600	6750	7800	9000	10000	13600	15000	17600	19000	22000	23500	25800
Comprimento . . . . . mm	3500	4200	4400	4700	5200	5400	5700	6100	6400	6700	6700	7000	7000
Largura . . . . . mm	1550	1550	1650	1700	1800	1800	2050	2050	2200	2200	2200	2200	2400
Altura . . . . . mm	2500	2500	2600	2800	2800	2800	2900	2950	3300	3300	3500	3500	3500
Esforço de tracção $0,6 \cdot p \frac{d^2 \cdot h}{D}$ . . . kg	450	720	1060	1180	1660	1890	2420	2820	3260	3720	4210	4850	5130

\*) Estas locomotivas podem ser fornecidas também para qualquer outra bitóla.

\*\*) Superficie de grelha augmentada para a combustão de lignite.

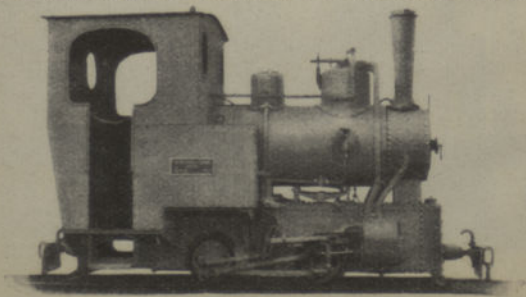


Locomotiva-tender para bitóla estreita.

Tabella de potencias,  
relativa ás locomotivas-tender acima indicadas de via reduzida.

Denominações	Porter	Sander	Schweder	Danzig	Fabian	Montua	Preller	Cassel	Brauns	Helfmann	Klettwitz	Deutsch-land	Döring & Lehmann	
Nos.	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	
Potencia approx. em cavallos	10	20	30	40	50	60	80	100	125	160	200	210	230	
Capaz de rebocar uma carga total em ton. sobre rampa (sem curvas) de:	1 : ∞ = 0 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	73	126	166	214	271	350	470	539	570	651	794	820	910
	1 : 500 = 2 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	51	88	177	152	191	244	332	381	402	459	561	576	620
	1 : 200 = 5 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	34	60	80	104	131	170	228	262	276	316	386	397	440
	1 : 100 = 10 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	21	38	50	66	84	110	147	170	178	204	250	259	285
	1 : 50 = 20 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	11	20	27	37	47	62	83	96	99	115	141	143	160
	1 : 33 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> = 30 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	6	13	17	24	31	41	55	64	66	77	94	96	107
	1 : 25 = 40 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	4	9	12	17	22	30	40	46	47	55	69	70	77
	1 : 20 = 50 <sup>o</sup> / <sub>00</sub>	3	6	8	12	16	23	30	35	36	42	52	53	59
Velocidade approx. à potencia acima . km/h	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	
Maior velocidade . km/h	12	12	15	15	20	20	25	25	30	30	30	30	30	
Menor raio de curvas . . . . . m	10	10	10	14	18	18	22	22	26	26	26	26	26	

Os dados da tabella referem-se a uma potencia continua, admitindo-se uma resistencia em marcha de 5 kg por cada tonelada de peso do trem. Sobre rampas curtas, as locomotivas poderão rebocar, temporariamente, cargas maiores.



Locomotiva-tender para via reduzida.

Recentemente emprega-se, cada vez mais, para certos serviços,  
a locomotiva sem fornalha,

em consequencia das amplas vantagens offerecidas por estas machinas em comparaçao com as locomotivas normaes.

Essas vantagens consistem no seguinte:

- 1<sup>o</sup> Serviço muito economico, devido ao emprego de vapor, produzido em caldeiras fixas, para a alimentaçao da locomotiva;
- 2<sup>o</sup> Seguranca absoluta contra incendios e explosões da caldeira;
- 3<sup>o</sup> Suppressao de quaesquer incommodos, motivados por fumo, fagulhas e cinzas;
- 4<sup>o</sup> Manejo simples; é inutil a presenca de um machinista e foguista qualificados, podendo ser manejada a locomotiva com facilidade por qualquer operario;
- 5<sup>o</sup> Despezas de conservaçao muito reduzidas;
- 6<sup>o</sup> Póde-se deixar a locomotiva em serviço sem guarda alguma, visto que a pressao de vapor só poderá baixar, estando um augmento de pressao fóra de qualquer possibilidade;
- 7<sup>o</sup> Para as inspecções prescriptas pela lei, o interior da caldeira offerece facil accesso pela porta de limpeza;
- 8<sup>o</sup> Não ha necessidade de limpar a caldeira;
- 9<sup>o</sup> A locomotiva sem fornalha muito mais depressa estará prompta para entrar em serviço, não havendo precisao de accender nem alimentar o fogo.

Geralmente, para locomotivas sem fornalha as bases são as mesmas das locomotivas normaes. Convém, pois, tomar-se em consideraçao as perguntas já mencionadas na pagina 13, ao escolher-se tal machina. Além disso será util ter-se em conta as 3 perguntas a seguir:

Qual é o rendimento a desenvolver por cada dia?

Qual é a superficie total de aquecimento da installaçao de caldeira fixa?

Qual é a pressao de vapor de que se póde dispôr?



Locomotiva dupla sem fornalha.

Dimensões principaes dos typos mais correntes das nossas locomotivas sem fornalha.

Nos.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Numero dos eixos . . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Bitola . . . . . mm	600	750	750	1000	1435	1435	1435	1435	1435	1435
Diametro dos cylindros mm	240	310	310	480	370	420	480	540	540	600
Curso dos embolos . . mm	240	300	360	400	350	400	400	400	400	450
Diam. das rodas motoras mm	500	600	720	800	800	850	900	900	900	950
Distancia entre eixos mm	1000	1100	1450	1450	1800	2300	2300	2500	3000	3000
Max. pressao de vap. kg/cm <sup>2</sup>	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Capacidade d'agua . . m <sup>3</sup>	2,5	2,5	3,5	4,5	3,5	6	8	11	13	15
Peso em vazio approx. kg	5700	7800	11000	13000	11800	14800	18000	21000	23000	28000
Peso em serviço approx. kg	8000	10000	14200	17000	15000	20000	25200	30800	34500	41400

As locomotivas pódem ser construidas também para qualquer outra bitola e tamanho.



Emprego. Graças ás vantagens que offerece a locomotiva sem fornalha, tanto economica como technicamente, ella é bastante propria para o serviço de manobra em linhas industriaes e ramaes que não apresentem rampas demasiadas e permanentes: muito em especial para empresas industriaes, fabricas quimicas, fabricas de briquetes, minas e tunneis, adaptando-se particularmente a todas as condições de serviço que, afim de obviar a incendios e incommodos motivados por fumo, não permittam applicação de locomotivas normaes.

Modo de funcionamento. O funcionamento baseia-se na particularidade que tem a agua de concentrar certa quantidade de calor que poderá ser aproveitada mais tarde para a produção de vapor. Graças a este vapor, a locomotiva fica habilitada a executar durante algumas horas trabalhos de manobra em conformidade com o tamanho do reservatorio e a intensidade de trabalho.

Construcção e material. O reservatorio da agua quente consiste geralmente n'uma caldeira cylindrica normal que se compõe do corpo cylindrico, 2 tampos abaulados e d'uma cupula para receber o regulador. A caldeira é convenientemente isolada como as caldeiras das locomotivas normaes. O mecanismo motor assim como as outras partes da locomotiva sem fornalha, taes como freio, pavilhão, etc. etc. são construidas analogamente ás das locomotivas normaes. Corresponde igualmente todos os materiaes aproveitados na construcção perfeitamente aos materiaes de todas as demais locomotivas, obedecendo assim ás condições da Administração dos Caminhos de Ferro da Prussia.

Serviço. Antes de a locomotiva sem fornalha entrar em serviço pela primeira vez, enche-se a caldeira até uns 2 terços da sua capacidade de agua fria ou quente e liga-se a uma caldeira fixa até que as pressões e por consequencia as temperaturas nas duas caldeiras sejam iguaes. D'ahi em diante não haverá mais necessidade de renovar a agua. Pelo contrario, será necessario de vez em quando purgar a caldeira até ao nivel da torneira inferior de prova, afim de exgottar a agua proveniente da condensação do vapor. Facil será então encher a locomotiva de novo vapor que será tirado da installação fixa.

Tabella 24.

Dimensões principaes d'algumas das nossas locomotivas-tramway de tamanhos differentes.

No. corr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Potência . . . . . cav.	40	50	70	90	100	110	120	125	140
Bitola . . . . . mm	1067	1067	1435	1435	1100	1435	1435	1435	1435
Numero dos eixos . . . . .	2	2	2	2	2	2	3	2	3
Diametro dos cylindros de vapor . . . . . mm	160	180	200	220	250	260	280	280	280
Curso dos embolos . . . . . mm	300	300	300	300	350	350	380	300	350
Diametro das rodas . . . . . mm	600	640	700	750	850	800	860	700	750
Afastamento dos eixos . . . . . mm	1400	1400	1400	1600	1600	1600	1850	1800	1600
Pressão eff. do vapor kg'cm <sup>2</sup>	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Grelha . . . . . m <sup>2</sup>	0,35	0,45	0,56	0,64	0,7	0,76	0,8	0,64	0,64
Superficie total de aquecimento . . . . . m <sup>2</sup>	10,0	13,5	17,0	21,7	24,0	28,6	30,0	32,2	35,4
Superficie de sobreaquecimento . . . . . m <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	11,6	7,0
Capacidade d'agua . . . . . m <sup>3</sup>	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,5	1,8	2,0
Capacidade de carvão . . . . . kg	150	180	200	300	450	450	450	500	500
Peso em vazio . . . . . kg	6050	8050	7900	9200	9950	11600	15000	12500	14000
Peso em serviço . . . . . kg	7000	9550	10800	11050	12600	14650	18500	16000	18000
Esforço maximo de tracção . . . . . kg	800	1110	1260	1420	1890	2170	2540	2460	2700

Nota: As locomotivas-tramway Nos. 1-7 são de vapor saturado, as Nos. 8 e 9 de vapor sobreaquecido.

## Locomotivas de minas.

No serviço de minas bem como na abertura de tunneis, empregam-se, recentemente, em larga escala, locomotivas, visto ser evidente que, na maioria dos casos, o emprego de força humana ou animal já não satisfaz as exigências económicas apresentadas.

Estas locomotivas deverão adequar-se ás condições respectivas, taes como secção da galeria, bitóla da via e potencia a exigir.

As locomotivas que melhor se adaptam ás condições de serviço e de segurança d'este genero especial de transportes, são as locomotivas de ar comprimido, de motores de combustão interna e electricas.

As locomotivas de ar comprimido exigem uma installação de compressores, mas não ha perigo algum de incendios ou explosões provenientes dos gases inflammaveis. Em virtude d'esta particularidade importantissima, facil é accreditar que este typo de locomotivas está occupando o primeiro lugar entre todas as locomotivas de minas. Afim de pô-las em acção, emprega-se ar comprimido a 175 kg/cm<sup>2</sup>, pressão esta que deverá ser reduzida á pressão util de uns 14 kg/cm<sup>2</sup> por meio de valvula especial.

Constroem-se, geralmente, as locomotivas a ar comprimido no systema compound para proporcionar utilisção mais economica possível da alta pressão do ar. O perigo de congelação, proveniente da expansão excessiva do ar, tem sido até agora um inconveniente bem desagradavel. Creou-se, por isso, um reservatorio de vapor secco destinado a permittir a mistura do ar util com vapor d'agua; hoje, em serviço de minas, attinge-se este mesmo fim d'uma maneira muito mais facil, fazendo-se uso do ar livre que nas minas d'espõe de certo calor. Dois aparelhos aquecedores abastecem de quantidade sufficiente de calor o ar util antes de este entrar nos cylindros de alta e baixa pressão, eliminando d'esta forma qualquer perigo de congelação.

As locomotivas com motores de benzina, benzol, alcool, kerosene, etc. etc. estão promptas para entrar em serviço immediatamente, não dependendo de central nem de rede d'energia electrica. A questão da economia do seu emprego é determinada pelos preços do combustivel.

Quanto ás locomotivas electricas, ha 2 systemas, tendo o primeiro um conductor aereo da corrente electrica, em quanto que as locomotivas do segundo systema são alimentadas por baterias de acumuladores que deverão ser carregadas de novo depois de exgotadas.

Em consequencia da altura relativamente pequena, as locomotivas de minas deverão ser construidas de maneira tal que o machinista possa fazer, mesmo quando sentado, o seu serviço.

## Locomotivas de cremalheira.

Empregam-se para vencer rampas de forte inclinação, isto é superiores a 65%, pouco mais ou menos. O funcionamento effectua-se de modo que na via entre os carris existe uma cremalheira na qual engrenam as rodas de engrenagem da locomotiva as quaes pelo seu movimento arrastam a locomotiva. Em virtude de freios, collocados no eixo das rodas d'engrenagem, estas frenam a locomotiva, ao descer.

Segundo a forma como o movimento é transmittido nas locomotivas de cremalheira, estas classificam-se em 3 typos:

<sup>10</sup> A locomotiva só recebe movimento por intermedio das engrenagens, sendo os rodados livres; systemas Riggensbach, Fell etc.

<sup>20</sup> Neste typo as engrenagens estão conjugadas com os rodados, mas dando-se o caso de os diametros das rodas d'engrenagem serem iguaes aos dos aros dos rodados, ao fim de algum tempo de serviço estando os aros dos rodados gastos, dá-se um certo escorregamento d'estes.

<sup>30</sup> O accionamento dos rodados é igual ao de todas as outras locomotivas; nes eixos acham-se dispostas rodas dentadas que entram em acção nas vias de cremalheira, ao passo que giram livres nas vias normaes. Como as rodas dentadas terão de atravessar os cruzamentos dos carris, os maiores diametros d'ellas deverão ser inferiores aos diametros dos rodados, originando d'esta maneira escorregamento d'estes ultimos nas vias de cremalheira. Por outro lado, esta construcção offerece a vantagem de que a locomotiva poderá circular em linhas normaes da mesma



forma que outra locomotiva qualquer e poderá ser augmentada consideravelmente por conseguinte, a velocidade d'ella, em comparação com a velocidade obtida na via de cremalheira.

As locomotivas, citadas nos numeros 1 a 3, empregam-se, ordinariamente, em caso de cargas pequenas, isto é de 3 vagões quando muito, sendo a locomotiva collocada sempre do lado do valle.

4<sup>o</sup> As rodas dentadas e os rodados são accionados separadamente segundo o systema Abt, que é a disposição mais usada quando se trate de cargas importantes. Os mecanismos motores entram em acção separadamente, podendo a locomotiva trabalhar a) só com um mecanismo de cremalheira, b) sómente com mecanismo d'aderencia, c) com ambos os mecanismos juntos. Claro é que os esforços de tracção a empregar poderão ser bem differentes uns dos outros e que poderão ser augmentados muito além dos limites das locomotivas citadas nos numeros 1 - 3. Os eixos das rodas dentadas acham-se dispostos n'um quadro, suspenso nos eixos dos rodados, o qual, adaptando-se a todos os accidentes e choques provenientes dos carris, consegue sempre engrenar convenientemente. Este mesmo systema emprega-se com vantagem em locomotivas de dar dupla pela cauda a comboios grandes e que tem peso consideravel. Este methodo garante segurança quasi absoluta contra quebra d'engates, mesmo quando se trate de combolos extremamente compridos e pesados.

### Exemplos de calculo das dimensões principaes de locomotivas.

A. Uma locomotiva de vapor sobreaquecido deverá rebocar:

1<sup>o</sup> um trem rapido de 550 t de peso, não incluindo o da maquina e tender, em via horizontal, á velocidade de 110 km/h,

2<sup>o</sup> o mesmo trem sobre rampa permanente de 10 ‰, a uma velocidade de 45 km/h.

A pressão maxima admissivel, a exercer por cada eixo sobre os carris, será de 18 t.

Poderemos suppôr que o esforço de tracção exigido seja exercido por 3 eixos conjugados, e poderemos portanto tomar por base um peso adherente de  $3 \times 18 = 54$  t. O peso total da locomotiva, incluindo bogie, elevar-se-ha, por conseguinte, a 78 t approx. Calcularemos o peso do tender em 60 t pouco mais ou menos. Arbitremos aos rodados motores o diametro de 2 m e um curso de 650 mm para os embolos, o que é admissivel pela tabella 25, e suppremos que a area da secção transversal da locomotiva é de 10 m<sup>2</sup>.

A resistência do comboio incluindo maquina e tender, assim como o esforço de tracção necessario para vencer esta resistência, serão dados por:

$$W = W_{(L+T)} + W_Z$$

1<sup>o</sup> sobre via horizontal:

$$W_{(L+T)} = 2,5 \cdot 84 + 7,3 \cdot 54 + 0,6 \cdot 10 \cdot \left(\frac{122}{10}\right)^2 = 1498 \text{ kg}$$

$$W_Z = \left[ 2,5 + \frac{1}{40} \cdot \left(\frac{110}{10}\right)^2 \right] \cdot 550 = 3025 \text{ kg}$$

$$W = 1498 + 3025 = 4523 \text{ kg} = \frac{4523 \cdot 110}{270} = 1840 \text{ cav.}$$

Para um numero de voltas das rodas motoras de 5, correspondente a uma velocidade de 110 km/h e uma pressão na caldeira de 14 kg/cm<sup>2</sup>, exigem-se 9,2 cav. por m<sup>2</sup> de superficie d'aquecimento. A caldeira deverá, pois, ter  $\frac{1840}{9,2} = 200$  m<sup>2</sup> de superficie d'aquecimento, uma grelha de  $\frac{200}{55} = 3,65$  m<sup>2</sup> e uma superficie de superaquecimento de  $\frac{200}{2,75} = 73$  m<sup>2</sup>.

Adoptando 2 cylindros e arbitrando uma pressão media sobre embolos de 3,7 kg/cm<sup>2</sup>, o diametro dos cylindros, obtido pelo calculo, é:

$$d = \sqrt{\frac{4523 \cdot 2000}{650 \cdot 3,7}} = 610 \text{ mm.}$$

Afim de diminuir os esforços dos embolos e obter um momento de rotação uniforme escolham-se antes 3 cylindros, tendo diametros de

$$d = \sqrt{\frac{610^2}{1,5}} = 500 \text{ mm.}$$

2º Sobre rampa de 10 ‰:

$$W_{(L+T)} = 2,5 \cdot 84 + 7,3 \cdot 54 + 0,6 \cdot 10 \cdot \left(\frac{57}{10}\right)^2 + 138 \cdot 10 = 2179 \text{ kg}$$

$$W_Z = \left[ 2,5 + \frac{1}{40} \cdot \left(\frac{45}{10}\right)^2 + 10 \right] \cdot 550 = 7150 \text{ kg}$$

$$W = 2179 + 7150 = 9329 \text{ kg} = \frac{9329 \cdot 45}{270} = 1554 \text{ cav.}$$

O numero de voltas é de 2, a uma velocidade de 45 km/h; admittindo-se 3 cylindros e uma pressão de caldeira de 14 kg/cm<sup>2</sup>, resulta uma potencia de caldeira de 8 cav/m<sup>2</sup>, por conseguinte superficie de vaporisação de  $\frac{1554}{8} = 195 \text{ m}^2$ , sendo quasi a mesma do No. 1.

Visto ser o esforço de tracção dos cylindros,  $Z = \frac{0,6 \cdot 14 \cdot 500^2 \cdot 650}{2000} \cdot 1,5 = 10250 \text{ kg}$ ,

superior ao esforço correspondente á potencia da caldeira de  $\frac{1554 \text{ cav.} \cdot 75}{12,5 \text{ m/seg.}} = 9330 \text{ kg}$ , fica plenamente provado que a caldaira assim calculada dispõe de dimensões sufficientes.

B. Uma locomotiva de carga, de vapor sobreaquecido, deverá rebocar um trem de 1200 t:

1º em via horizontal, a uma velocidade de 45 km/h,

2º n'uma rampa de 10 ‰ a uma velocidade de 25 km/h.

A maior pressão admissivel por eixo sobre os carris será de 16 t.

D'um calculo approximado resulta que 5 eixos deverão ser conjugados; afim de obter uma marcha suave com velocidades elevadas será projectado um eixo livre deanteiro. Obtem-se por consequência, um peso adherente de 80 t e um peso total de 92 t, pouco mais ou menos; o peso do tender será de 50 t. Admittindo-se 660 mm de curso do embolo, o diametro dos rodades poderá ser de 1400 mm. A area da secção transversal da locomotiva poderá ser avaliada também em 10 m<sup>2</sup>.

A resistência total a vencer será, por conseguinte:

1º sobre via horizontal:

$$W_{(L+T)} = 2,5 \cdot 62 + 9,2 \cdot 80 + 0,6 \cdot 10 \cdot \left(\frac{57}{10}\right)^2 = 1086 \text{ kg}$$

$$W_Z = \left[ 2,5 + \frac{1}{40} \cdot \left(\frac{45}{10}\right)^2 + 10 \right] \cdot 1200 = 3600 \text{ kg}$$

$$W_{(L+T+Z)} = 1086 + 3600 = 4686 \text{ kg} = \frac{4686 \cdot 45}{270} = 781 \text{ cav.}$$

Sendo o numero de voltas dos rodados motores de 2,8 por segundo, correspondente á velocidade de 45 km/h, obtem-se para a caldeira, trabalhando a 14 kg/cm<sup>2</sup>, uma potencia de vaporisação de 7,9 cav./m<sup>2</sup>, approx. A caldeira deverá, pois, possuir uma superficie d'aquecimento de  $\frac{781}{7,9} = 100 \text{ m}^2$ , a superficie d'aquecimento assim obtida será insufficiente para a potencia a desenvolver na caso que se segue.

20 Sobre rampa de 10<sup>0/00</sup>:

$$W_{(L+T)} = 2,5 \cdot 62 + 9,2 \cdot 80 + 0,6 \cdot 10 \left( \frac{37}{10} \right)^2 + 142 \times 10 = 2393 \text{ kg}$$

$$W_Z = \left[ 2,5 + \frac{1}{40} \cdot \left( \frac{25}{10} \right)^2 + 10 \right] \cdot 1200 = 15180 \text{ kg}$$

$$W_{(L+T+Z)} = 2393 + 15180 = 17573 \text{ kg} = \frac{17573 \cdot 25}{270} = 1628 \text{ cav.}$$

Diametro de cylindros:

$$d = \sqrt{\frac{17573 \cdot 1400}{0,6 \cdot 14 \cdot 660}} = 670 \text{ mm, ou com 3 cylindros } \sqrt{\frac{670^2}{1,5}} = 550 \text{ mm.}$$

Volts por segundo: 1,6; resultam d'aquí para 3 cylindros: cav/m<sup>2</sup> = 7,6;

por conseguinte superficie d'aquecimento da caldeira:  $\frac{1628}{7,6} = 214 \text{ m}^2$ , e grelha de  $\frac{214}{60} = 3,6 \text{ m}^2$ ; portanto superficie de superaquecimento de  $\frac{214}{2,75} = 78 \text{ m}^2$ .

O esforço de tracção de  $\frac{1628 \text{ cav.} \cdot 75}{6,95 \text{ m/seg.}} = 17570 \text{ kg}$ , calculado da superficie d'aquecimento da caldeira a uma velocidade de 25 km/h, corresponde, quasi com rigor, ao esforço de tracção da locomotiva que deverá rebocar o trem na rampa de 10<sup>0/00</sup>.

A determinação do tamanho da caldeira para locomotivas de mercadorias depende, pois, quasi sempre do esforço da locomotiva em rampa a pequena velocidade, nunca do esforço em via horizontal a velocidades maiores.

C. Deverão ser determinadas as dimensões principais d'uma locomotiva de vapor saturado e destinada ás obras de terraplanagem, sobre as seguintes bases:

Bitola . . . . .	900 mm
Peso dos trilhos, por metro. . . . .	12 kg
Distancia entre os dormentes . . . . .	600 mm
Maior rampa em via recta . . . . .	40 <sup>0/00</sup>
Menor raio de curvas . . . . .	30 m
Carga maxima de vagões a rebocar . . . . .	35 ton.
Combustível . . . . .	hulha.

Tomando-se por base carris do peso de 12 kg por metro e uma distancia entre as travessas de 600 mm, resulta, segundo a tabella 5, um peso por eixo de 5300 kg pelo que podemos concluir que uma locomotiva de 2 eixos terá 10600 kg de peso em serviço. Tomando-se em conta a velocidade pequena das locomotivas destinadas ás obras de terraplanagem, poderá ser considerado como conveniente um diametro de roda de 630 mm, assim como um curso de embolo de 300 mm. Contando-se com uma resistencia ao movimento da locomotiva e do trem do 5 kg/ton. calcular-se-ha o esforço de tracção necessario para velocidade de 10 kg/h do modo seguinte.

$$W_{(L+Z)} = (10,6 + 35,0) \cdot (5 + 40) = 2050 \text{ kg} = 75 \text{ cav.}$$

Baseando a potencia da caldeira em 3,5 cav. por m<sup>2</sup> de superficie directa d'aquecimento, correspondente ás condições das locomotivas de terraplanagem, resulta para superficie d'aquecimento total:  $\frac{75}{3,5} = 21,4 \text{ m}^2$ , bem como uma grelha

de  $\frac{21,4}{50} = 0,43 \text{ m}^2$ .

O diametro de cylindro será escolhido convenientemente:

$$d = \sqrt{\frac{2050 \cdot 630}{0,6 \cdot 12 \cdot 300}} = 245 \text{ mm.}$$

Segundo a tabella 23, as dimensões acima approximam-se das da locomotiva No. 205, « Montua », que, sendo de bitola de 750 mm e do peso de 10000 kg, poderá bem supportar o peso de 10600 kg quando se alargar a bitola. O afastamento dos eixos da locomotiva é de 1400 mm, em quanto que, conforme o graphico VIII, para diametro de rodas de 650 mm e um raio mínimo de 30 m, poder-se-ha admitir uma base de 1500.

De maneira semelhante poderão ser calculadas e construidas todas as locomotivas destinadas ás empresas de construcção.

Tabella 25.

Numero maximo admissivel de voltas segundo § 102 das Convenções technicas.

Pelo menos um eixo debaixo ou atraz da caixa de fogo									Caixa de fogo saliente		
Cylindros exteriores ou 2 cylindros exteriores e 1 cylindro interior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Locomotivas de bogie deanteiro			Locomotivas com jogo de guia ou bissel deanteiro			Locomotivas sem eixos livres á frente		Locomotivas com qualquer posição dos cylindros e		
	com eixo motor livre ou 2 ou 3 eixos conjugados	4 eixos conjugados	5 eixos conjugados	com eixo motor livre ou 2 ou 3 eixos conjugados	4 eixos conjugados	5 eixos conjugados	com eixo motor livre ou 2 ou 3 eixos conjugados	com 4 ou 5 eixos conjugados	2 ou 3 eixos conjugados com jogo de guia, bogie ou bissel deanteiros	2 ou 3 eixos conjugados sem jogo de guia, bogie ou bissel deanteiros	4 ou 5 eixos conjugados com ou sem eixos livres á frente
	e com ou sem rodeiro de supporte, bogie ou bissel trazeiros.										
Voltas por minuto	320	260	230	280	260	230	260	200	240	220	180
Cylindros interiores ou 2 cylindros interiores e 2 cylindros exteriores com mecanismo motor de sentido contrario	12	13	14	15	16	17	18				
	Locomotivas de bogie deanteiro		Locomotivas com jogo de guia ou bissel deanteiro		Locomotivas sem eixos livres á frente		Locomotivas com trucks motores, com ou sem caixa de fogo saliente e com cylindros em qualquer posição				
	com eixo motor livre ou 2 ou 3 eixos conjugados	com 4 ou 5 eixos conjugados	eixo motor livre ou 3 eixos conjugados	4 ou 5 eixos conjugados	com eixo motor livre ou 2 ou 3 eixos conjugados	4 ou 5 eixos conjugados					
	e com ou sem rodeiro de supporte, bogie ou bissel trazeiros										
Voltas por minuto	360	280	310	280	280	250	200				



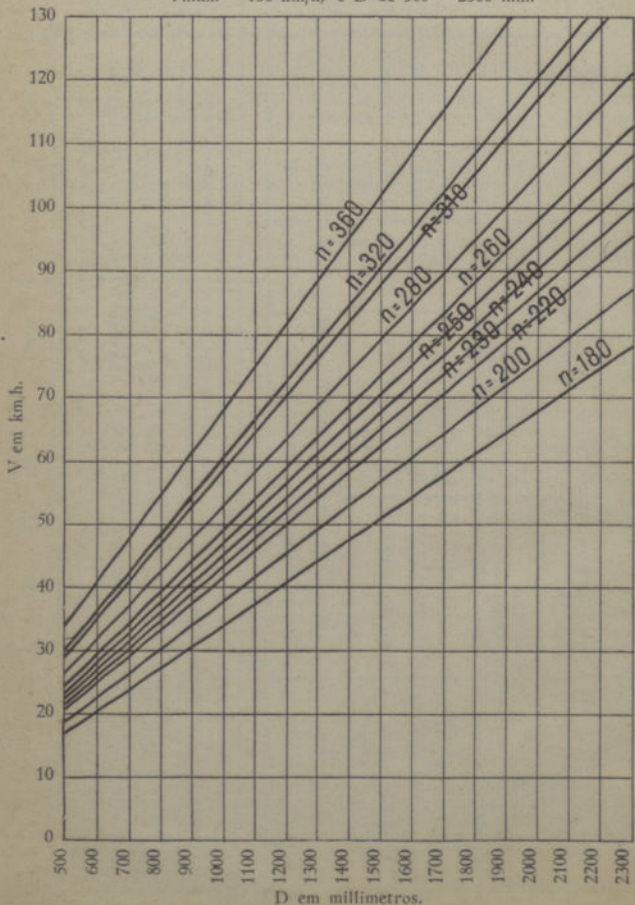
### 3º Elementos para o calculo das locomotivas.

a) Caldeira. A superficie necessaria d'aquecimento resulta da potencia maxima exigida, conforme o graphico XVIII, o qual oferece igualmente indicações relativas ás relações entre as superficies de aquecimento, de supraaquecimento e de grelha. Em caso de utilização de combustiveis espeziaes, facil é achar relações convenientes com ajuda das tabellas 7, 9, 10 e 11. As torneiras, valvulas etc. deverão corresponder rigorosamente ás prescripções estabelecidas pela lei. Deverão sempre existir: valvula de segurança manometro, nivel d'agua, aparelho de alimentação (geralmente injectores), portas de limpeza e torneira de despejo (descarga) da caldeira.

#### Esquema XX.

Numero de voltas maximo admissivel segundo § 101 das convenções technicas.

$V_{max.} = 130$  km/h, e D de 500 – 2300 mm.

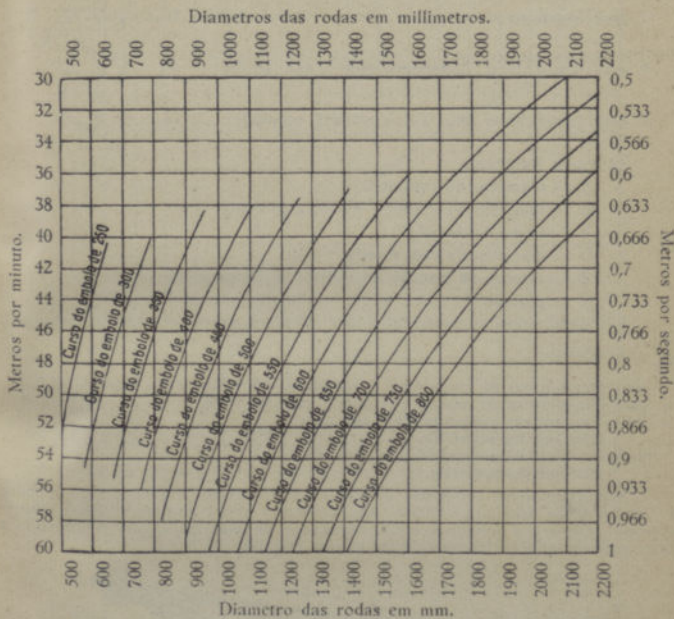




## Esquema XXI.

### Velocidades dos embolos

em metros por minuto e segundo, para diâmetros das rodas compreendidas entre 500 e 2200 mm.  $V = 10$  km/h.



b) **Mechanismo motor.** Os mecanismos com cylindros interiores (predominando na Inglaterra) offerecem marcha muito suave (oscillações reduzidas).

Os mecanismos com cylindros exteriores tem a vantagem de facil accesso ás peças do mecanismo, muito em particular quando a distribuição estiver disposta exteriormente.

Os mecanismos de 4 cylindros (recomendados para velocidades grandes) offerecem uma compensação quasi completa ás trepidações; a compensação, porém, do movimento de facete é menos perfeita que nos mecanismos de cylindros interiores. Em caso de grandes esforços, a divisão das forças do mecanismo motor torna-se indispensavel, particularmente quando se trata de numero elevado de voltas. Esta divisão obtem-se do modo mais facil pelo mecanismo de 4 cylindros.

Os mecanismos motores de 3 cylindros que são accionados, nos tempos modernos, quasi exclusivamente a vapor saturado, permitem um esforço de tracção bastante uniforme e compensação quasi completa das forças de tracção, mas surgem oscillações augmentadas em comparação com as disposições acima citadas.

As dimensões dos cylindros determinar-se-hão em conformidade com o maior esforço de tracção exigido, todas as vezes que se trate de locomotivas effectuando arrancos frequentes, taes como locomotivas de manobras, de linhas suburbanas, empresas constructoras, etc. etc. Para locomotivas que deverão percorrer grandes distancias sem paragem, as dimensões dos cylindros serão calculadas de modo tal que a potencia media deverá ser obtida nas condições mais economicas possiveis.

Depois de determinado o curso do embolo segundo os esquemas XX, XXI e XXII, facil é calcular-se o diametro conveniente do cylindro:

1. para locomotivas de 2 cylindros e simples expansão:  $D = \sqrt{\frac{Z \cdot D}{\pi \cdot h}}$
2. para locomotivas de 4 cylindros e simples expansão:  $d = \sqrt{\frac{Z \cdot D}{2 \cdot \pi \cdot h}}$
3. para locomotivas compound com um só cyl. de BP.:  $d_n = \sqrt{\frac{2 \cdot Z \cdot D}{\pi \cdot h}}$
4. para locomotivas compound com 2 cyl. de BP.:  $d_n = \sqrt{\frac{Z \cdot D}{\pi \cdot h}}$
5. para locomotivas de 3 cyl. e simples expansão:  $d = \sqrt{\frac{Z \cdot D}{\pi \cdot h \cdot 1,5}}$

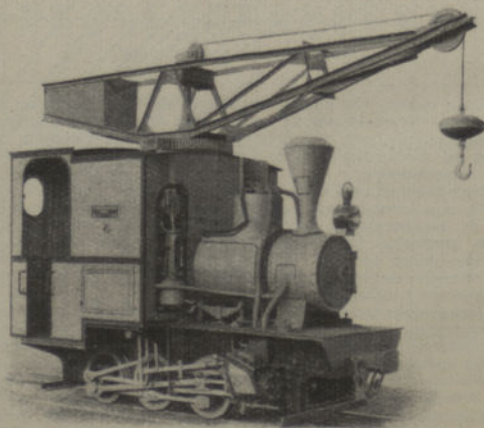
As letras significam:

- d = diametro do cylindro,
- d<sub>n</sub> = diametro do cylindro de baixa pressão,
- h = curso do embolo,
- D = diametro da roda motriz,
- Z = esforço de tracção no circulo de contacto do aro,
- π = pressão de vapor media indicada (esquemas XV e XVI).

A relação entre as capacidades dos cylindros d'uma locomotiva compound,  $\frac{V_h}{V_n}$  é a seguinte:

- para locomotivas de carga com 2 cylindros:  $V_h : V_n = 1 : 2$  até  $1 : 2,2$
- para locomotivas de passage ros com 2 cyl:  $V_h : V_n = 1 : 2,1$  até  $1 : 2,4$
- para locomotivas compound de 4 cyl. com distribuições separadas . . . . .  $V_h : V_n = 1 : 2,4$  até  $1 : 2,7$
- para locomotivas compound de 4 cyl. com distribuição commum . . . . .  $V_h : V_n = 1 : 2,5$  até  $1 : 3$

Nas locomotivas compound de vapor sobreaquecido, o diametro do cylindro de alta pressão será augmentado. Os diametros dos cylindros de vapor sobreaquecido com 2 e 3 cylindros serão calculados de maneira a estes fornecerem a força maxima de tracção permanente a uma admissão de 30%.

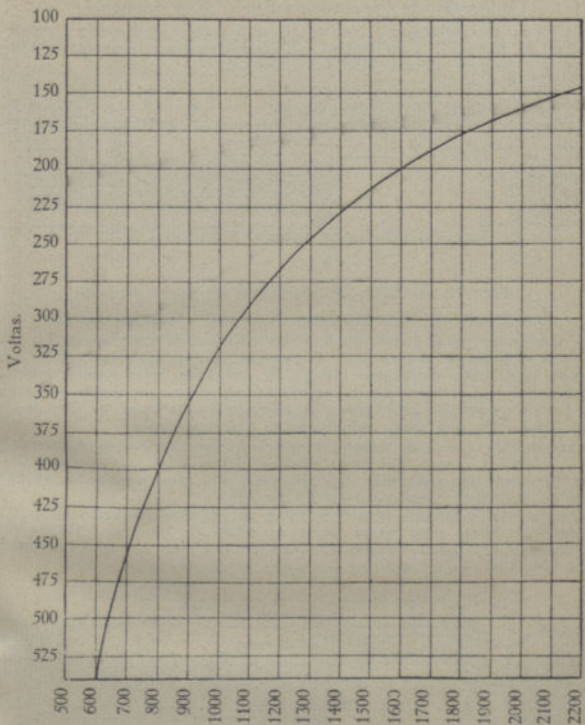


Locomotiva-guindaste.

## Esquema XXII.

Voltas por kilometro para diâmetros de rodas de 600—2200 mm.

$$\left( \text{Voltas por segundo} = \frac{\text{voltas por km} \times \text{km/h}}{3600} \right).$$



Diametros das rodas.



Tira-neves rotativo.

# Considerações sobre as partes de que se compõem as locomotivas.

## Caldeiras.

### Caldeiras de locomotivas de vapor saturado.

Os gases, produzidos pela combustão na fornalha, atravessam o tubular, vão até à caixa de fumaça e d'ahi sahem pela chaminé para a atmosphera. O vapor produzido é conduzido directamente aos cylindros.

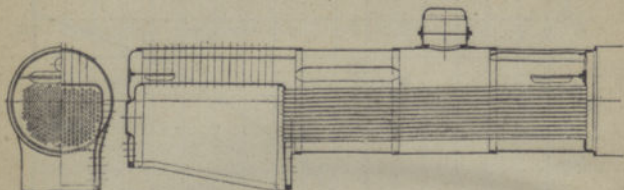


Figura 91. Caldeira de locomotiva de vapor saturado.

### Caldeiras de locomotivas de vapor superaquecido.

A disposição geral é semelhante á das caldeiras de vapor saturado, havendo porém uma differença proveniente da applicação do superaquecedor. Este é constituído por tubos collocados dentro de tubos de fumo, sendo inteiramente percorridos pelo vapor que vem da cupula do regulador e se dirige aos cylindros, e banhados exteriormente pelos gases da combustão que veem da fornalha para a caixa de fumo. Ha dois typos principaes de superaquecedor:

- 1º Superaquecedor collocado dentro de tubos de fumo de grande diametro. Neste caso a caldeira possui um certo numero destes tubos, percorridos por uma parte dos gases de combustão. Em cada um destes grossos tubos ha um elemento de superaquecedor, constituído por 4 tubos.
- 2º Superaquecedor collocado dentro de tubos de pequeno diametro (tubos de fumo ordinarios). Neste typo quasi todos os tubos de fumo da caldeira contem um elemento de superaquecedor, constituído por 2 tubos, sendo pois os elementos envolvidos pela quasi totalidade dos gases de combustão.

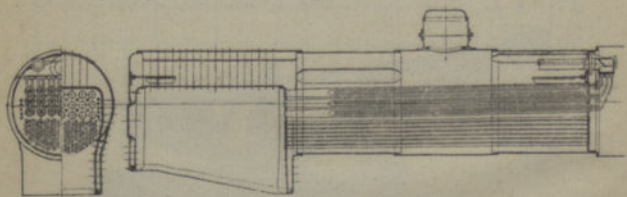


Figura 92. Caldeira de locomotiva com superaquecedor collocado dentro de tubos de grande diametro.

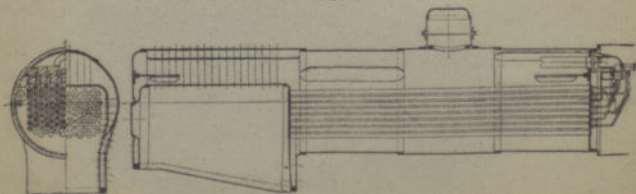


Figura 93. Caldeira de locomotiva com superaquecedor collocado em tubos de pequeno diametro.



Ainda em relação ás dimensões dos tubos de fumo, nos quaes estão collocados os elementos de superaquecedor, podem-se classificar também os superaquecedores em superaquecedores de tubos medios.

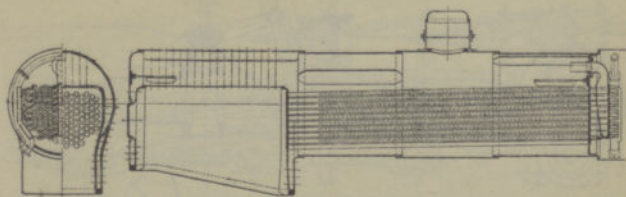


Figura 94. Caldeira de locomotiva com superaquecedor collocado em tubos medios.

### Distribuições.

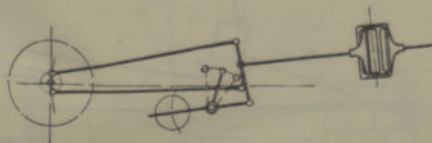
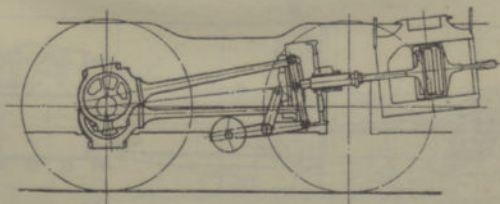


Figura 95. Distribuição Stephenson.



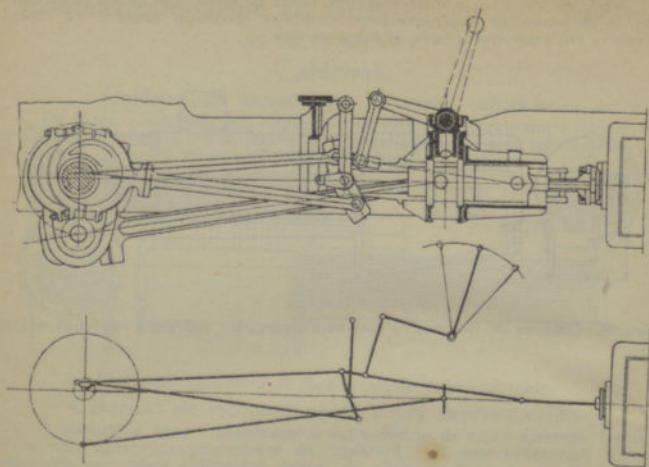


Figura 96. Distribuição Gooch.

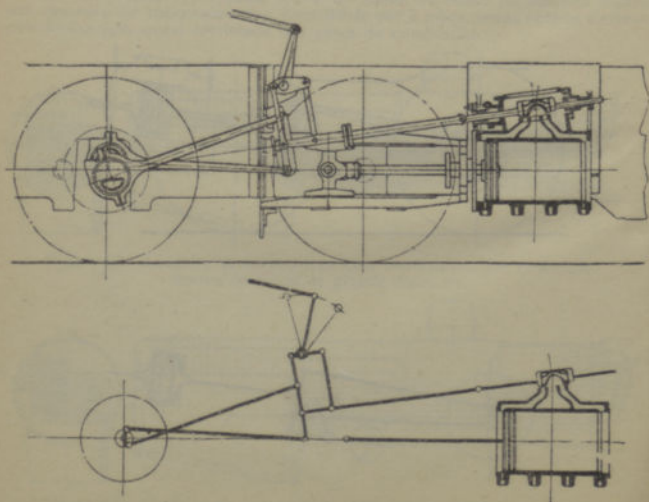


Figura 97. Distribuição Allan.

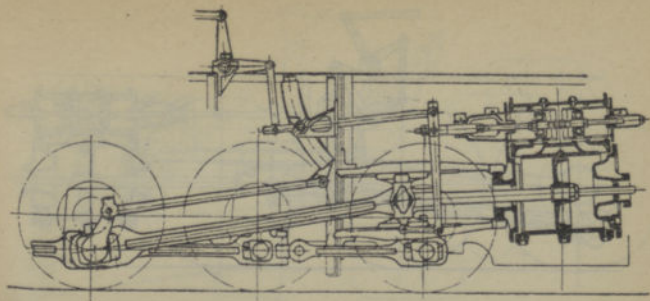


Figura 98. Distribuição Heusinger (Walschaert).

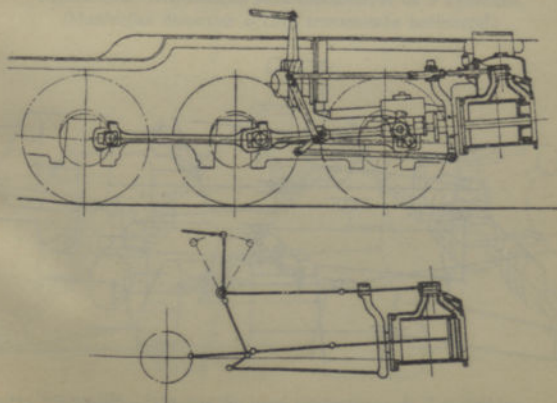


Figura 99. Distribuição Joy.

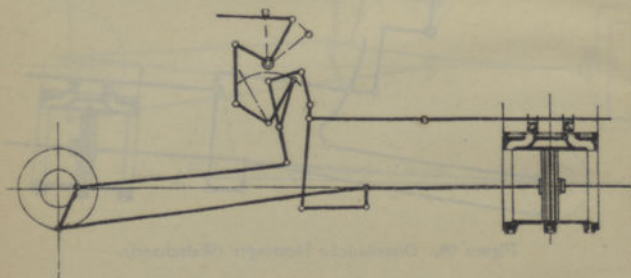
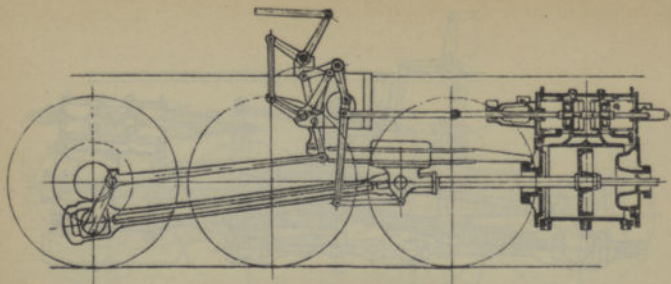


Figura 100. Distribuição Baker.

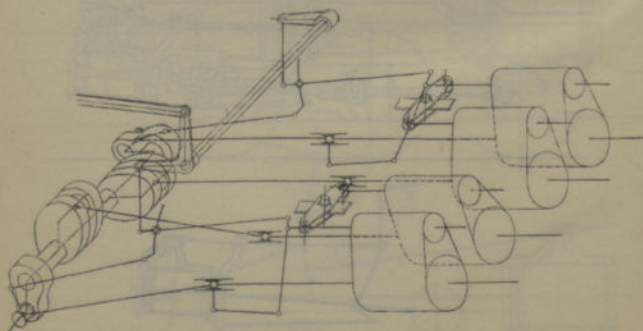


Figura 101. Distribuição para locomotivas de simples expansão e 4 cylindros.  
(Admissão interior para todos os cylindros.)

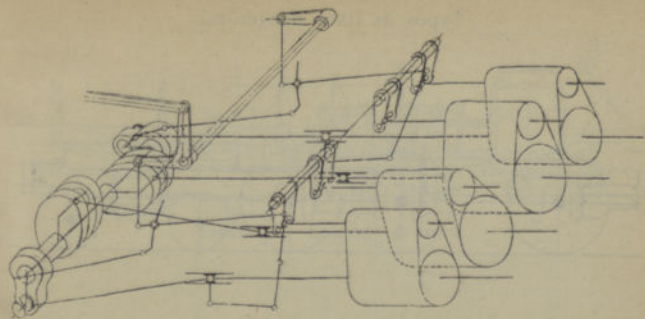


Figura 102. Distribuição para locomotivas compound de 4 cylindros.  
 (Cylindro de AP, com admissão interior, cylindro de BP, com admissão exterior.)

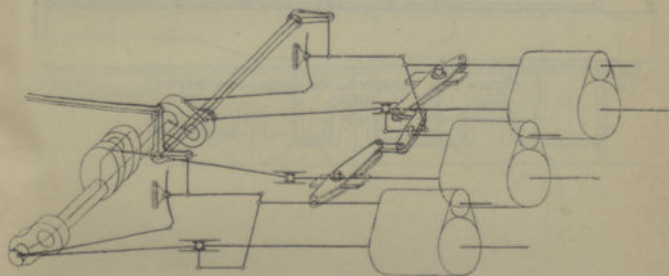


Figura 103. Distribuição para locomotivas de 3 cylindros.  
 (Manivelas dispostas a  $120^{\circ}$ , transmissão horizontal.)

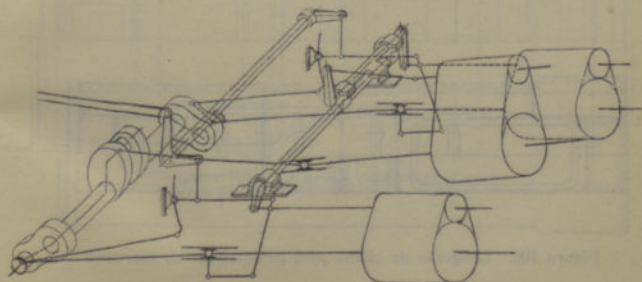


Figura 104. Distribuição para locomotivas de 3 cylindros.  
 (Manivelas dispostas a  $120^{\circ}$ , transmissão vertical.)

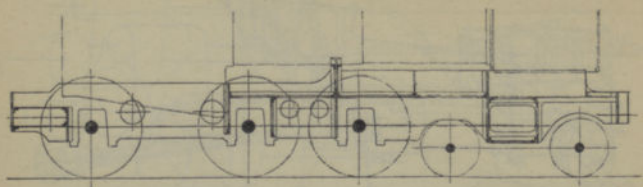


Figura 105. Longerão de chapa com bogie.

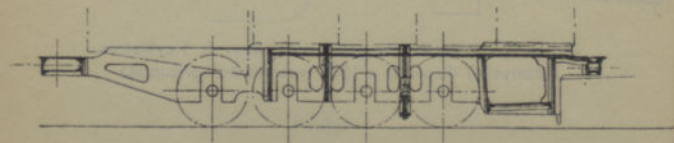
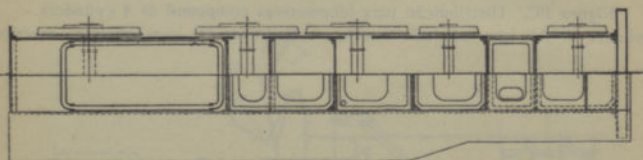
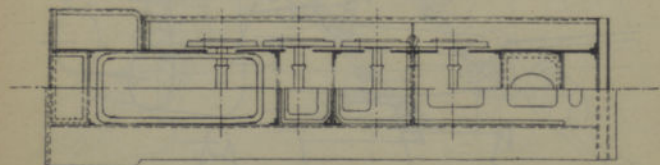


Figura 106. Longerão de chapa para locomotivas de mercadorias.





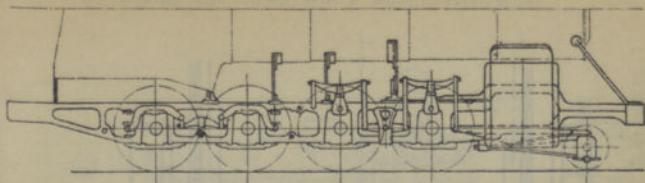


Figura 107. Longerão de barra.

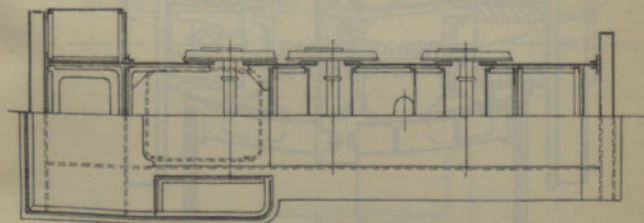
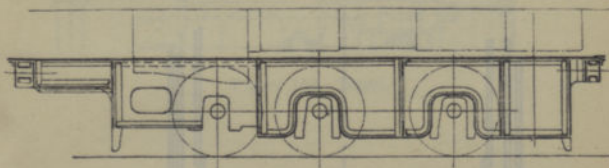


Figura 108. Longerão com caixa d'água.

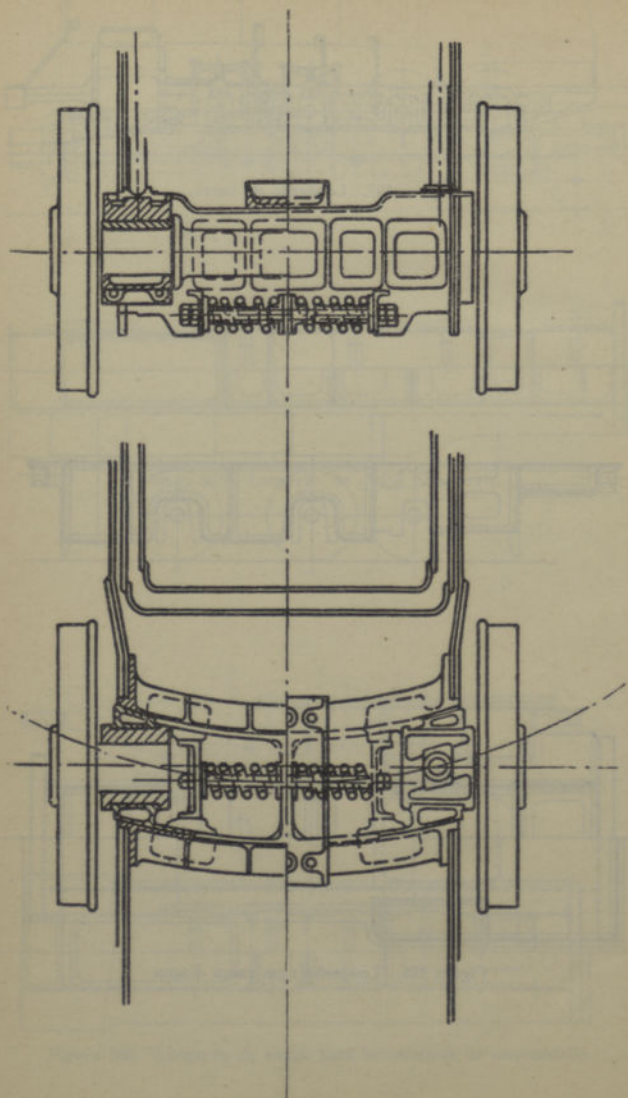


Figura 109. Eixo radial Henschel-Adams.

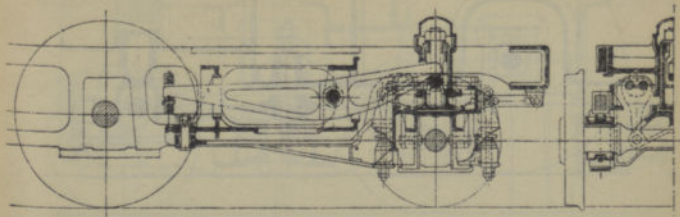


Figura 110. Bissel.

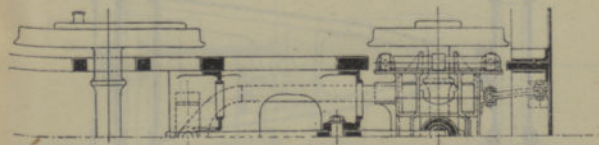
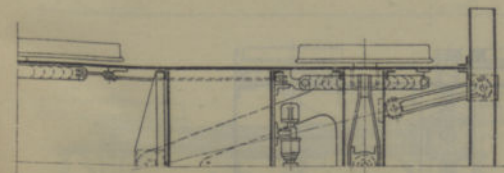
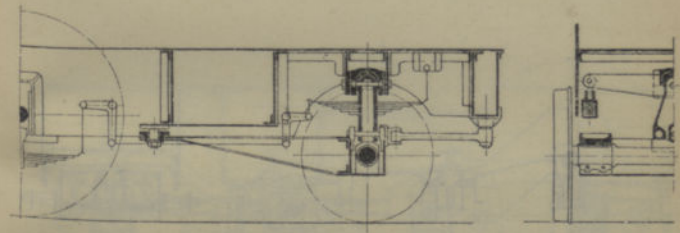


Figura 111. Bissel.



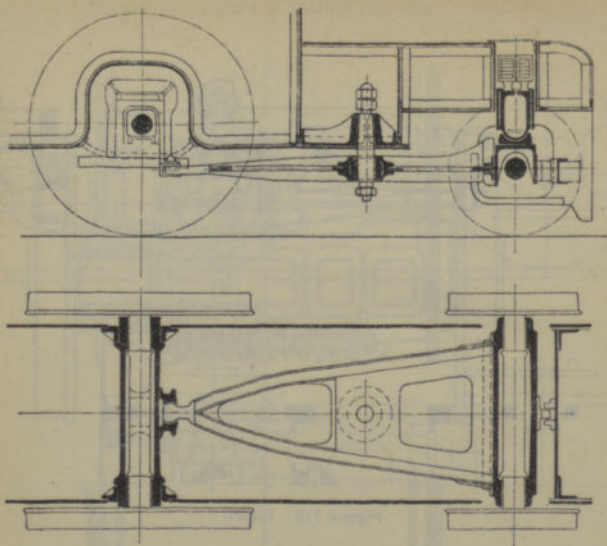


Figura 112. Bogie-Bissel Kraus-Helmholtz.

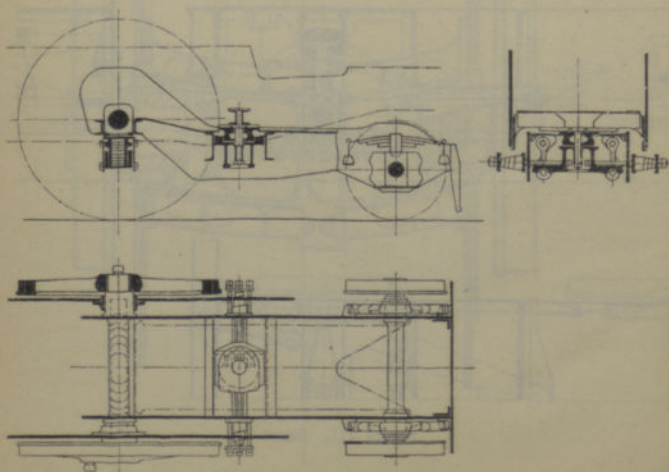


Figura 113. Bogie-Bissel Zara.

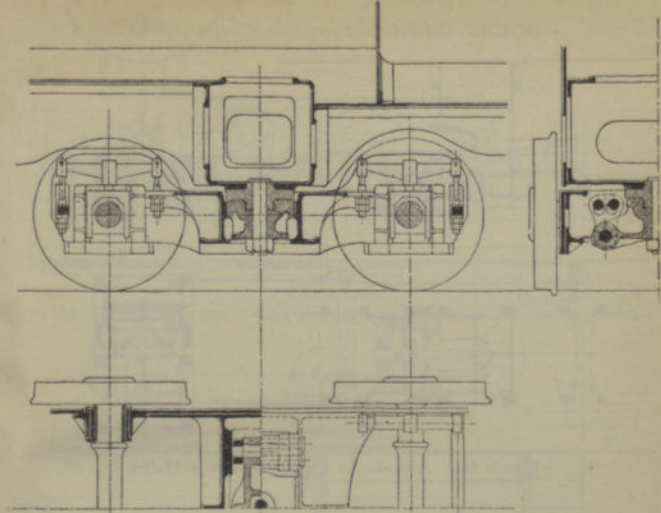


Figura 114. Bogie com penduraes de chamada.

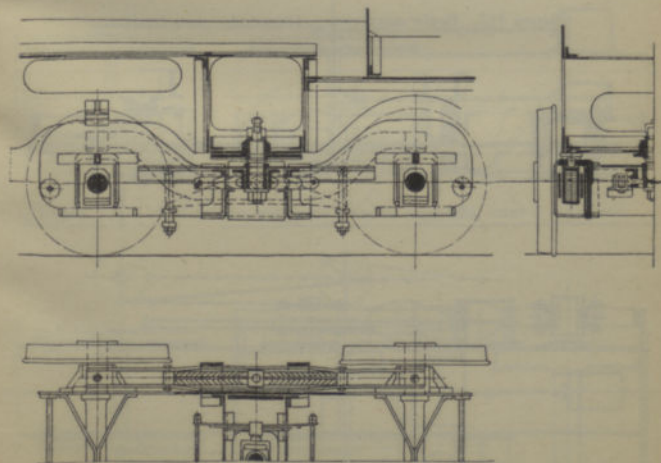


Figura 115. Bogie com mola de chamada.



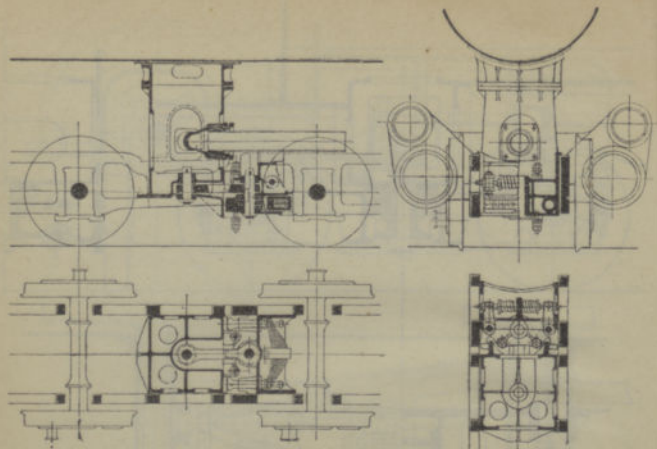


Figura 116. Articulação para locomotivas Mallet.

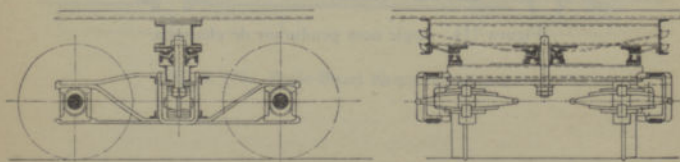


Figura 117. Bogie americano « Diamond » para tenders.

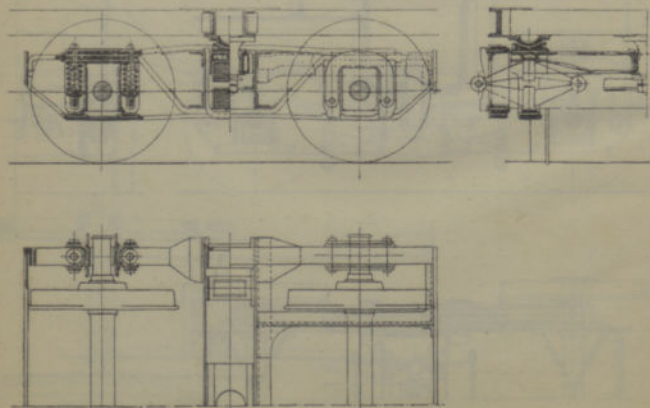


Figura 118. Bogie americano « Diamond » com suspensão, para tenders.

## Disposição do mecanismo motor.

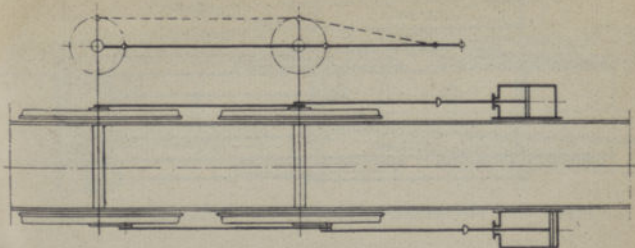


Figura 119. Mechanismo motor para simples expansão, com 2 cylindros exteriores.

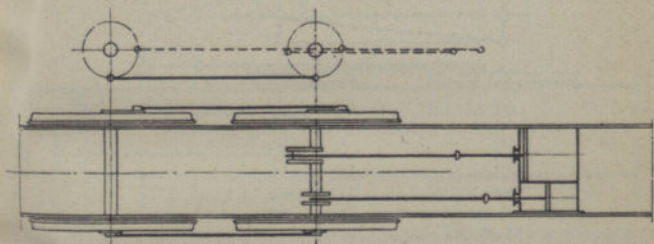


Figura 120. Mechanismo motor d'uma locomotiva compound, com 2 cylindros interiores.

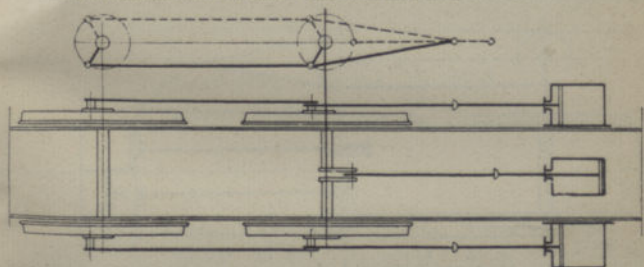


Figura 121. Mechanismo motor de simples expansão, com 3 cylindros.

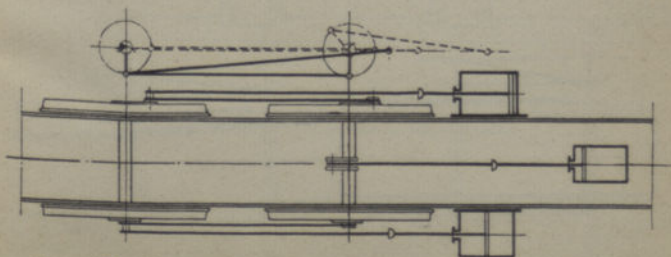


Figura 122. Mechanismo motor de locomotiva compound de 3 cylindros.

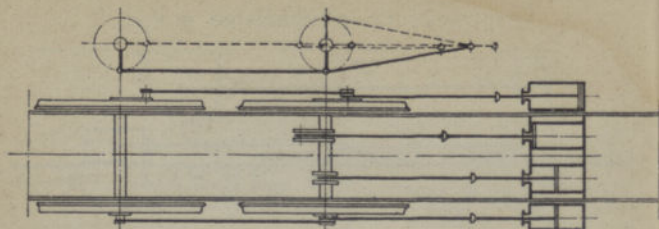


Figura 123. Mechanismo motor de simples expansão, de 4 cilindros.

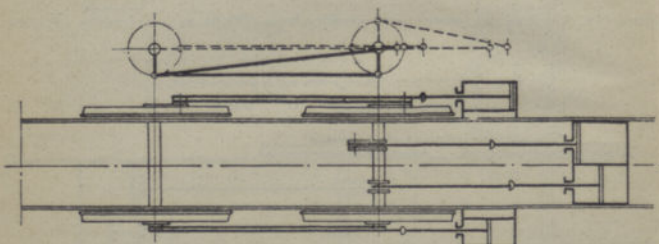


Figura 124. Mechanismo motor de locomotiva compound, de 4 cilindros.  
(De Glehn.)

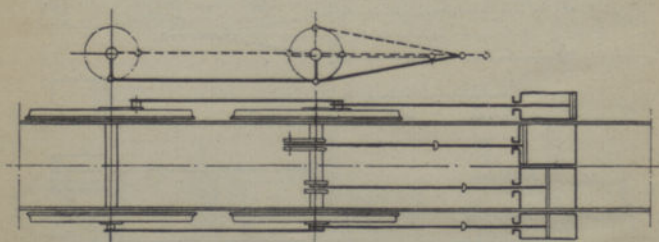


Figura 125. Mechanismo motor de locomotiva compound de 4 cilindros.  
(Webb, von Borries, Courtin)

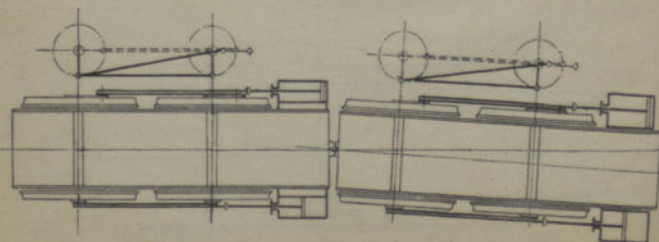


Figura 126. Mechanismo motor de locomotiva compound «Mallet».

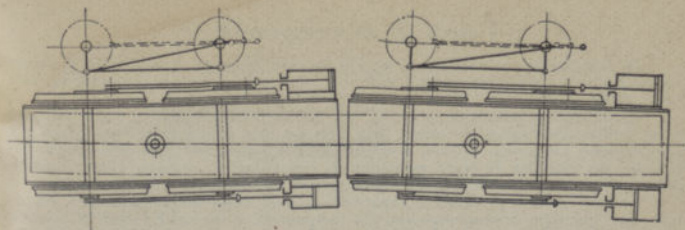
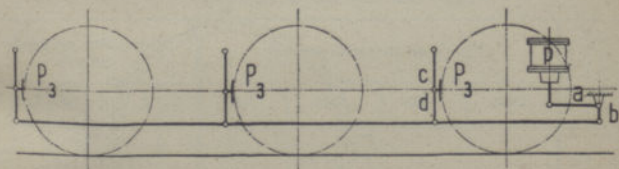


Figura 127. Mechanismo motor de locomotiva compound « Meyer ».

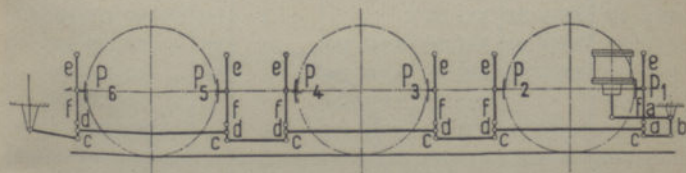
## Freios.

Disposição do movimento dos freios.



$$P_1 = P_2 = P_3. \quad P = p \text{ (cyl.)} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c+d}{c}$$

Figura 128. Freio actuando d'um só lado.



$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = \frac{P}{6} \quad P = p \text{ (cyl.)} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e+f}{e} \times 6$$

Figura 129. Freio actuando sobre 2 lados.

O freio actuando sobre as rodas d'um só lado precisa d'uma força consideravel, o freio travando as rodas de ambos os lados (Freio de reacção), exige um esforço menor. Na suspensão trazeira do freio de reacção podem-se supprimir as alavancas duplas c, d, assim como a ligação d'ellas com os longerões, dando-se, em compensação, dimensões convenientes aos penduraes dos cepos trazeiros.

## Freios de ar comprimido.

A pressão útil no cylindro é de  $3\frac{1}{2}$  kg  $\text{cm}^2$ . Existem 3 systemas: Westinghouse, Knorr e Schleifer, sendo hoje em dia bastante raro encontrar-se este ultimo typo.

Como são automaticos os freios, entram immediatamente em acção no caso de se desligarem vagões do trem. Não prestam para grandes declives, visto que para afrouxar um pouco o freio, é indispensavel alarga-lo por completo. Preferem-se, pois, nas estradas de ferro montanhosas freios duplos, segundo Henry, constituídos pela combinação dos freios Westinghouse automatico e não automatico.

Sobre o mesmo principio é construido o freio supplementar «Knorr», disposição que permite travar as rodas da locomotiva e do tender com a pressão de  $3\frac{1}{2}$  a 5 kg/ $\text{cm}^2$ , conduzindo-se ar comprimido por meio de segunda valvula, directamente do reservatorio principal para os cylindros de freio.

## Freios de Vacuo.

Fabricam-se os systemas de freios automatico e não automatico, entrando o primeiro em acção igualmente em caso de desligamento do trem. Ha os systemas Hardy, Clayton, Koerting, etc. etc.

Tabella 26.

Typos de cylindros do freio de vacuo « Hardy » Kv (Figura 130), com reservatorio separado.

Curso de embolo	Relação de transmissão maxima	Força de elevação em kg				Dimensões perpendiculares					
		1800	1400	1000	700	A	A <sub>1</sub>	B	M	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
130	4,6	—	—	XVIII 130	—	—	443	252	112	—	277
140	5,0	—	—	XVIII 140	—	—	463	262	112	—	287
150	5,4	—	XXI 150	XVIII 150	XV 150	521	500	304	165	352	335
185	6,8	XXIV 185	XXI 185	XVIII 185	XV 185	597	—	352	175	390	—
220	8,2	XXIV 220	XXI 220	XVIII 220	XV 220	667	—	387	175	425	—
250	9,4	XXIV 250	XXI 250	XVIII 250	XV 250	721	—	432	175	434	—
260	9,8	XXIV 260	XXI 260	—	—	741	720	447	175	439	422
280	10,6	XXIV 280	XXI 280	XVIII 280	—	781	—	512	229	468	—
300	11,4	XXIV 300	XXI 300	XVIII 300	—	821	—	532	229	488	—
320	12,2	—	XXI 320	XVIII 320	—	861	—	552	229	508	—
350	13,4	XXIV 350	XXI 350	XVIII 350	—	—	900	582	229	—	521
Medida C		654	565	492	416						
« F		756	667	594	518						
« S		709	630	554	466						
« T		650	575	500	422						
« R		631	554	478	402						
« d		61	51	51	51						

Os numeros romanos indicam os diametros interiores dos cylindros em pollegadas inglezas.



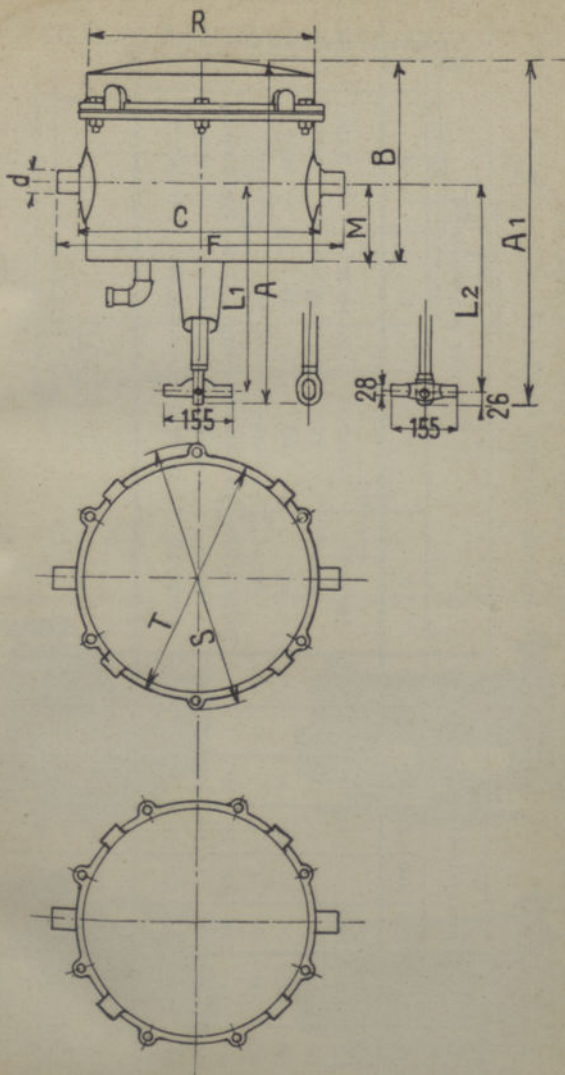


Figura 130. Cilindro do freio «Hardy», tipo Kv com reservatório separado.

Tabella 27.

Typos de cylindros do freio de vacuo « Hardy », Classe E (Figura 131),  
com reservatorio separado, systema inglez.

Curso do embolo	Relação de transmissão máxima	Força maxima de elevação em kg						Dimensões perpendiculares				
		1850	1600	1400	1000	700	450	A	B	L	M	Ξ
6" = 152	5,52	—	—	—	18"	15"	12"	546/552/487	311/318/283	341/341/291	152/152/119	32/32/23
7 1/4" = 185	6,84	—	—	—	18"	15"	—	645	360	390	152	32
7 1/8" = 190	7,05	—	—	21"	—	—	—	633	360	379	152	32
8" = 203	7,55	—	—	—	—	—	12"	614	359	341	119	23
9" = 229	8,6	24"	22"	21"	18"	—	—	726/726/713/724	414/414/413/413	443/443/418/418	178/178/164/152	32
10" = 250	9,05	—	—	21"	18"	—	—	768/757	446/443	440	164/171	32
12" = 300	11,44	24"	22"	21"	—	—	—	907/891/889	524/522/524	515/487/490	178/165/171	32
Medida C		648	597	565	492	416	340					
« F		749	699	667	575	499	416					
« R		626	575	549	473	397	318					
« S		689	—	—	—	460	359					
« d		76	76	51	51	51	45					

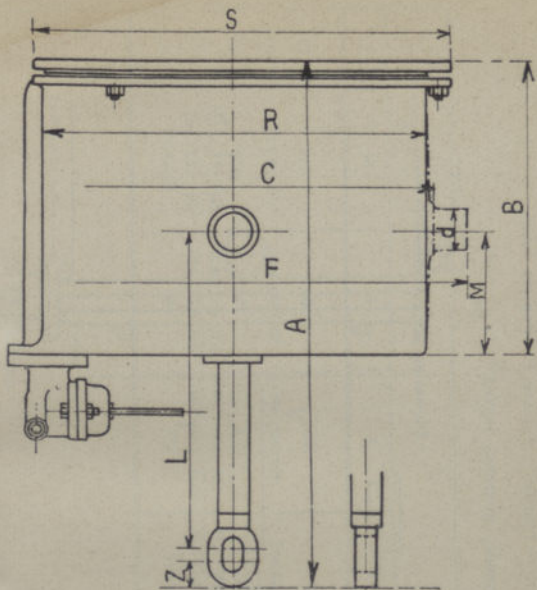
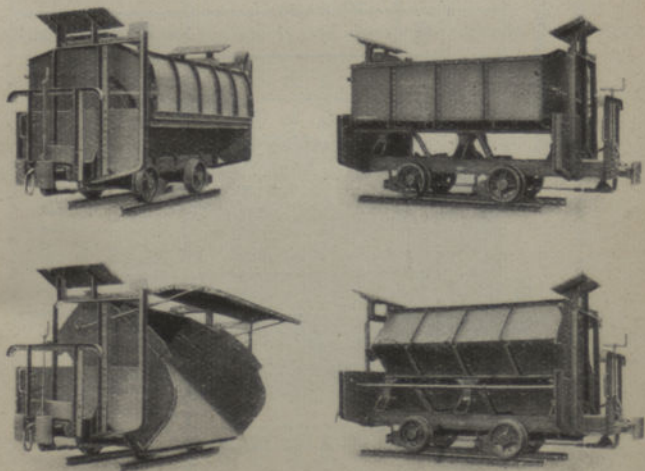


Figura 131.

Cilindro do freio « Hardy », Classe E, com reservatorio separado, systema inglez



Vagonetes basculantes, de descarga automatica, systema Henschel-Rathjens, Patentes allemaes Nos. 362761 e 362762.

Tabella 28.

Tipos de cilindros do freio de vacuo « Hardy », Classe F (Figura 132),  
com reservatorio separado, systema inglez.

Curso de embolo	Relação de transmissão máxima	Força maxima de elevação em kg							Dimensões perpendiculares				
		1850	1600	1400	1150	1000	700	450	A	B	L	M	Z
6" = 152	5,5	—	—	—	—	—	—	12"	473	268	291	119	23
7 1/2" = 190	7,05	—	—	21"	—	18"	15"	—	624   632   632	362   348   348	394   390   390	178   152   152	32
8" = 203	7,56	—	—	—	—	18"	15"	—	632	348	390	152	32
9" = 229	8,6	24"	22"	21"	19"	18"	15"	—	732   700   708 729   710   708	400   400   399 400   400   399	476   432   429 460   429   429	191   178   165 191   165   165	32
12" = 300	11,44	24"	—	21"	—	—	—	—	878   891	515	546	229   216	32
Medida C		648	597	565	518	492	416	340					
« F		749	699	667	601	575	499	416					
« R		626	575	549	—	473	397	318					
« d		76	76	51	51	51	51	45					

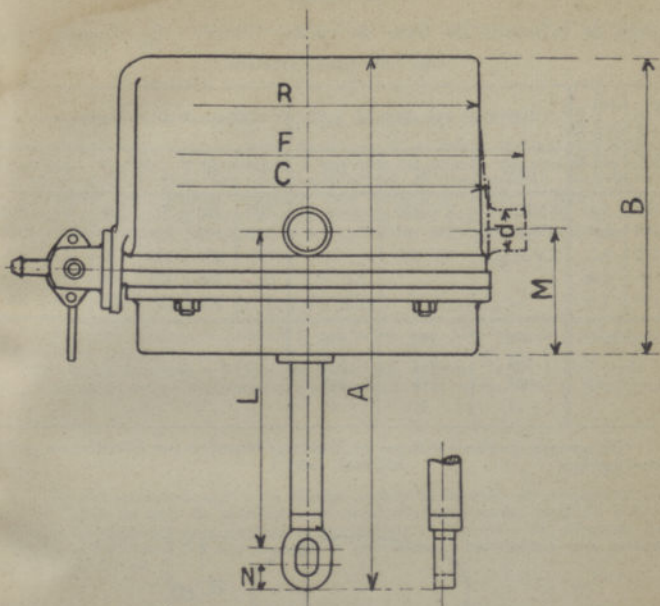
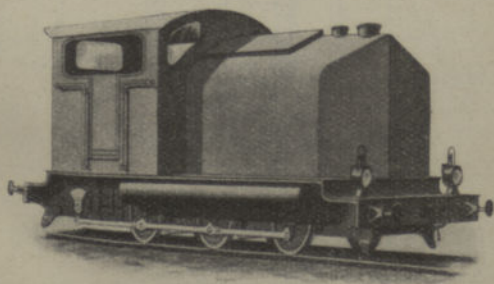


Figura 132.

Cylindro de freio «Hardy», Classe F, com reservatorio separado. Systema inglez.



Locomotiva com motor de explosão.



Tabella 29.

Tipos de cylindros do freio de vacuo «Hardy» Kc (Figura 133),  
com reservatorio separado.

Curso de embolo	Relação de transmissão máxima	Força de elevação em kg			Dimensões perpendiculares					
		1000	700	450	A	B	L	M	N	L <sub>1</sub>
150	5,4	XVIII 150	XV 150	—	560	316	303	104	212	318
185	6,8	XVIII 185	XV 185	—	681	402	338	104	298	353
220	8,2	XVIII 220	XV 220	—	751	437	389	120	317	404
185	6,96	—	—	XII 185	647	386	329	104	282	341
150	5,56	—	—	XII 150	536	310	294	104	206	306
Medida C		616	540	465						
« F		698	622	535						
« T		595	516	443						
« d		51	51	45						

Os numeros romanos indicam os diametros interiores dos cylindros em polegadas inglezas.

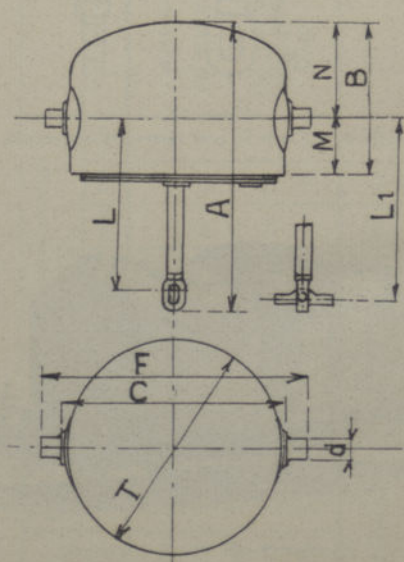


Figura 133. Cylindro de freio «Hardy», Classe Kc, com reservatorio separado.

## Freio a vapor.

Para a manobra do movimento do freio serve um pequeno cylindro, accionado pelo vapor da caldeira.

## Freio a contra-vapor. (Freio Le Chatelier.)

Os cylindros de vapor servem neste caso de cylindros de freio e as biellas de movimento do dito. A distribuição é invertida em relação ao sentido de marcha da locomotiva, de forma dos cylindros servirem de compressores. Para evitar a deterioração dos cylindros, injecta-se uma mistura de vapor e agua e n'alguns systemas mesmo interrompe-se a comunicação deste com a caixa de fogo afim de obviar á accumulção de impurezas nos cylindros, devidas á aspiração das cinzas

## Freio de peso. (Freio Heberlein.)

A acção do freio é produzido por pesos que, logo que se desapertem os freios serão levantados por meio de cabo correndo ao longo do trem. Ao soltar o cabo, ficará apertado o freio. Em geral, este systema usa-se pouco, pois tem sido substituído pelos freios simples, não automaticos, de vacuo ou de ar comprimido.

## Freio manual.

As locomotivas-tender e os tenders separados deverão ser dotados de freio manual: quer do freio de parafuso com manivella ou volante, quer do freio de alavanca de cotovello com contrapeso (freio Exter). No caso de, além do freio manual, existir algum dos systemas acima indicados, o movimento será commum a ambos os freios.

## Tenders.

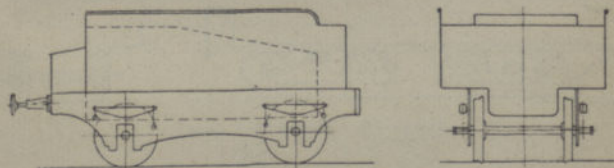


Figura 134. Tender de 2 eixos.

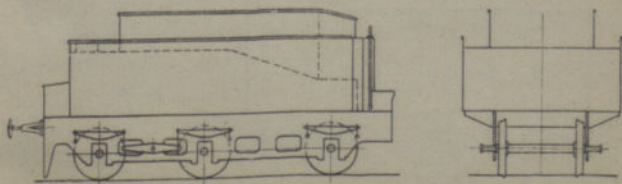


Figura 135. Tender de 3 eixos.

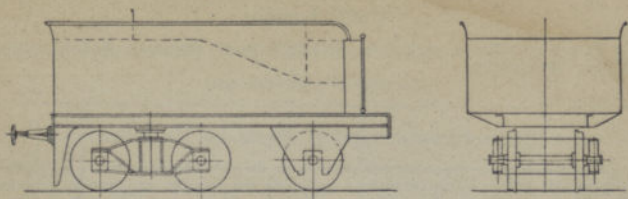


Figura 136. Tender de 3 eixos, para via reduzida.

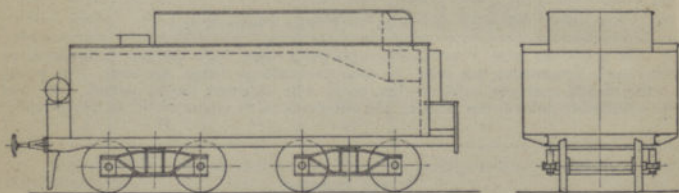


Figura 137. Tender de 4 eixos.

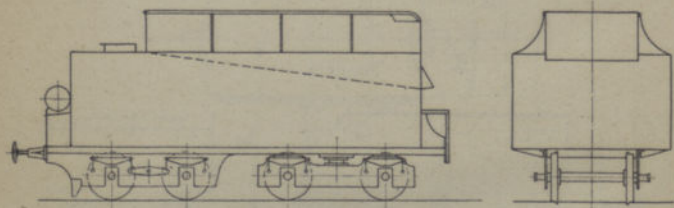


Figura 138. Tender de 4 eixos.

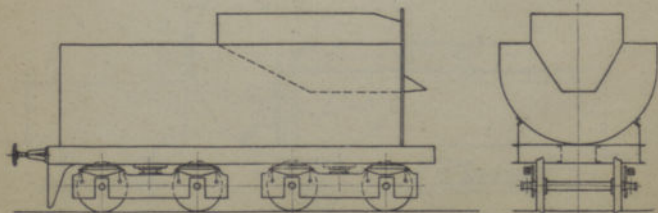


Figura 139. Tender de 4 eixos.

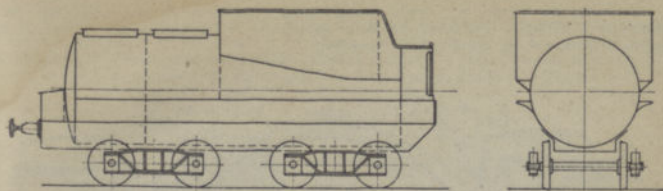


Figura 140. Tender «Vanderbilt» de 4 eixos.

A potencia da locomotiva, principalmente da locomotiva de vapor super-aquecido, poderá ser augmentada consideravelmente, fazendo-se uso d'um aquecedor da agua de alimentação. É este um reservatorio aquecido pelo vapor de escape dos cylindros e atravessado pela agua de alimentação quando esta se dirige para a caldeira. A vantagem principal do aquecedor consiste no facto de que poderá assim entrar na caldeira a agua bem quente, graças ao poder calorifico ainda importante do vapor de escape. Facil é calcular que a economia de carvão, assim realizada, suba a 15% ou 20%. O aquecedor, ordinariamente, é collocado no estrado de locomotivas que tiverem tender separado (veja-se Figura 141); para locomotivas-tender com caixas d'agua lateraes, ás vezes o aquecedor é collocado na parte superior do corpo cylindrico da caldeira (Figura 142).

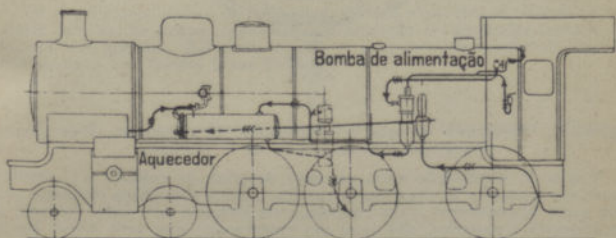


Figura 141. Locomotiva de passageiros com aquecedor.

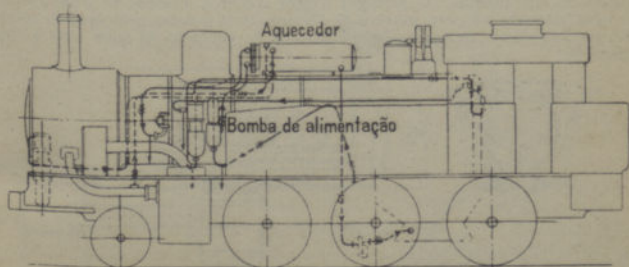


Figura 142. Locomotiva-tender com aquecedor.

A applicação do aquecedor permite supprimir um dos injectores.



Todas as vezes que tenha de se empregar agua de má qualidade para alimentar a caldeira, recommenda-se a applicação d'um depurador, como o da figura 143, que é um modelo bem simples.

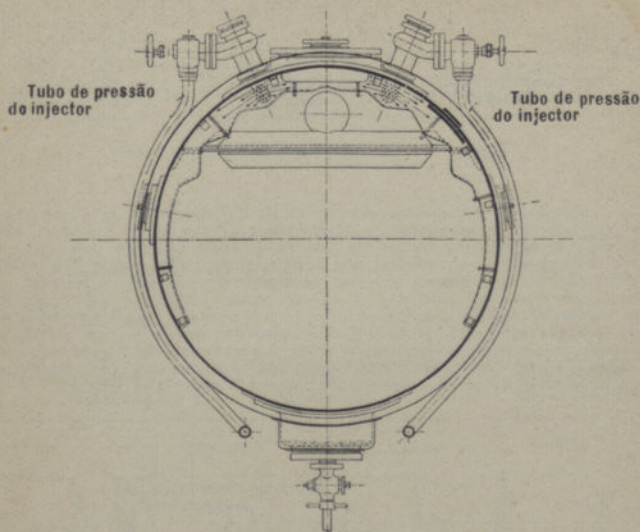


Figura 143. Purificador de agua de alimentação. do «Eisenbahn-Zentralamt» (Repartição Central das E. de F. Allemãs).

A agua de alimentação entra na parte superior da caldeira e é distribuida mediante um aparelho de rega, em jactos finos, sobre uma chapa ondulada, precipitando assim as impurezas n'ella contidas. As camaras que estão fechadas nas partes deanteira e posterior, dão para um reservatorio que será limpo, por sua vez, de quando em quando por meio da pressão da caldeira. Portinholas dispostas nos lados e em cima, permitem acesso commodo e facil limpeza das camaras.

Sobre o mesmo principio são construidos os depuradores de Pecz-Rejtö e de Schmidt & Wagner, collocados em geral por cima das caldeiras em reservatorios especiaes ou nas cupulas. O primeiro d'estes systemas compõe-se d'um cylindro horizontal contendo um certo numero de camaras atravessadas pela agua de alimentação, precipitando-se as impurezas em virtude do contacto da agua com a vapor (Figura 144).

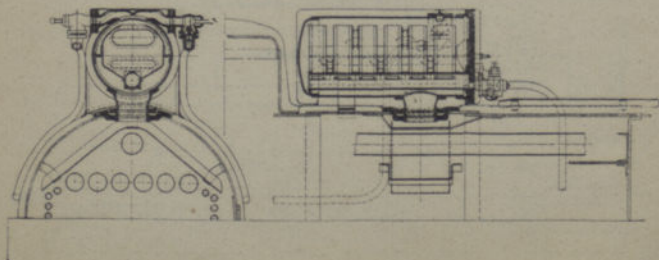


Figura 144. Purificador de agua de alimentação Pecz-Rejtö.



O depurador systema Schmidt & Wagner é installado n'uma cupula; a agua é lançada em jacto de encontro a um prato, escorre depois para a parte inferior, passando por pratos dispostos como mostra a figura e sahe ficando livre do calcareo, o qual se deposita na parte inferior do corpo cylindrico. (Figura 145).

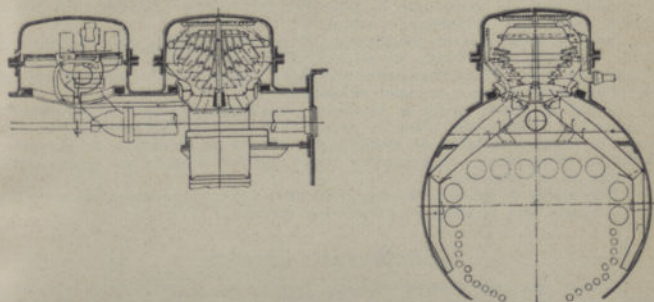


Figura 145. Purificador de agua d'alimentação « Schmidt & Wagner ».

Os depuradores limpam-se facilmente, abrindo a torneira ou valvula collocada na parte inferior do corpo cylindrico, na direcção do depurador, quando a caldeira está sob pressão. As partes de que se compõe o depurador são facilmente desmontaveis, o que facilita a sua limpeza.

A's vezes, as locomotivas são dotadas d'um aspirador de agua (Figura 146),

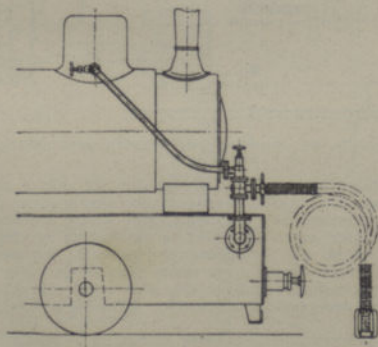


Figura 146. Aspirador de agua.

apparelho este que permite abastecer a caldeira de agua tirada de ribeiros, lagoas, tanques etc., mesmo quando haja differença consideravel de nivel. Nos casos em que os reservatorios das tomas d'agua estejam providos d'um pulsometro, deverá ser disposta na locomotiva uma valvula particular que fornece ao pulsometro o vapor necessario, por meio d'uma mangueira.

Para lubrificar os cylindros e as valvulas, empregam-se para locomotivas de vapor saturado muitas vezes lubrificadores de condensação, distribuindo o oleo, por vapor finamente pulverizado, por todos os lugares convenientes: systemas De Limon, Friedmann e Detroit.

Para locomotivas de vapor sobreaquecido, são preferidas em geral bombas de lubrificação que, accionadas pelo movimento da distribuição, conduzem o oleo sob pressão para as peças que deverão ser lubrificadas: systemas Friedmann, Michalk, Dickert e Werneburg e outros.

Junto ás peças a serem lubrificadas, deverá ser collocada em cada tubo uma valvula de retenção, evitando esvaziar-se o tubo respectivo. Em paizes frios e em caso do oleo ser particularmente espesso, aquece-se convenientemente esta especie de lubrificadores por vapor da caldeira.

Todas as outras peças do movimento e articulações deverão ser providas de copos de lubrificação. Para as peças do movimento, por exemplo, os copos devem ser estanques, afim de evitar que o oleo se perça devido ao movimento rápido das ditas peças. Empregam-se copos com lubrificação por agulha regulavel, copos de torcidas etc.

Nas caixas de lubrificação dos eixos deve haver dispositivos que permitam esgottar a agua que se tenha depositado nas tampas.

## Combustiveis liquidos.

Sempre que seja possível comprar barato oleos de petroleo ou oleo de alcatrão, estes combustiveis poderão ser aproveitados em lugar de carvão para locomotivas de qualquer tamanho; o desenho abaixo reproduzido representa tal aparelho de combustão, applicado a uma locomotiva-tender. A particularidade

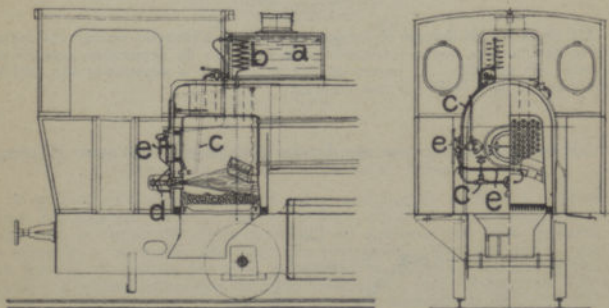


Figura 147. Disposição de combustão de petroleo para uma locomotiva-tender.

essencial d'esta disposição consiste na vantagem de que o combustivel liquido, finamente pulverizado por vapor, é lançado sobre uma pequena fogueira de carvão, alimentada permanentemente na grelha, resultando d'aqui a queima do liquido.

Afim de satisfazer essas condições, a locomotiva recebe um reservatorio especial de oleo «a» em que o combustivel é aquecido por uma serpentina «b», de maneira tal que o oleo chegue a ser muito mais fluido. Em tubos com valvula reguladora «c» será conduzido então o oleo para o pulverizador «d» e depois de misturado com o ar necessario á combustão, é finalmente lançado dentro da camera de combustão.

O aparelho pulverizador compõe-se de tubeira de mistura para oleo e vapor e d'uma tubeira annular destinada á aspiração do ar de combustão. O manejo do aparelho consiste na regulação do transporte do oleo, da condução do vapor e do aquecimento do oleo, por meio de algumas valvulas, sendo portanto de simplicidade extrema. Este aparelho reproduzido no desenho acima em pequenas proporções, pode ser adaptada a locomotivas de qualquer tamanho contanto que as suas dimensões variem proporcionalmente ao tamanho da locomotiva. No caso de grandes locomotivas com tender, os reservatorios serão collocados n'este, fazendo-se a ligação com os pulverizadores, collocados na machina por meio de mangueiras flexiveis.

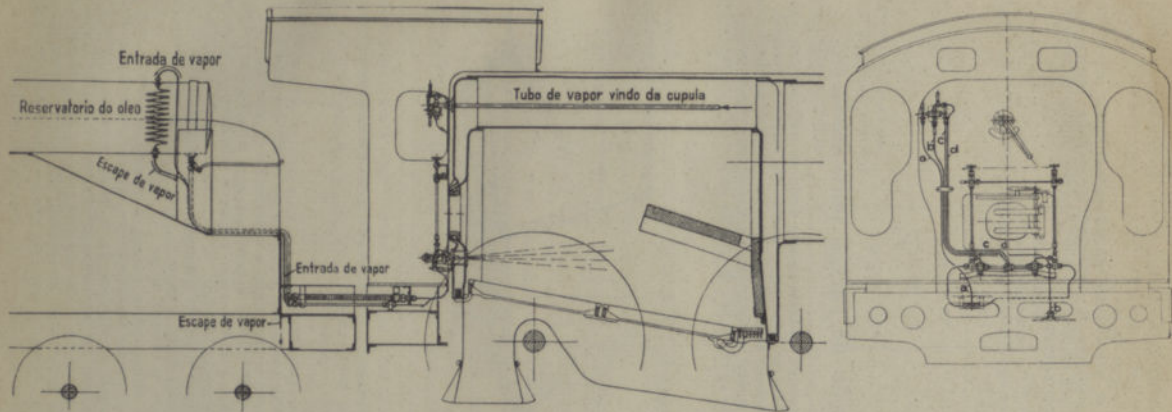


Figura 148. Instalação de combustão de óleo para locomotiva com tender separado.

Tubos de vapor;

- a) Para limpar os tubos;
- b) Para aquecer o óleo;
- c) Conduzindo para o pulverizador;
- d) Conduzindo para a tubeira annular do pulverizador.

As paredes da caixa de fogo (fornalha) são revestidas até á abobada de tijolo refractario; em fornalhas de grandes dimensões applicam-se dois pulverizadores, um de cada lado na chapa da porta.

Na supposição que se possa obtêr o combustivel liquido sem difficuldade e a um preço razoavel, o augmento do rendimento da caldeira, facultado por este combustivel, é tanto que o seu emprego pode ser recommendado, ponderando-se as economias devidas ao pessoal reduzido.

## Combustão de carvão pulverizado.

O carvão que se decompõe depressa poderá ainda ser utilizado com vantagem, queimando-o pulverizado. Moe-se finamente o carvão em moinhos especiaes, depois passa-se por peneiras cujo numero de malhas é d'uns 100 - 200 por pollegada quadrada. Quanto mais fino fôr o pó, melhor queimar-se-ha e aproveitar-se-ha o carvão. A disposição geral dos apparatus comburentes de carvão pulverizado, n'uma locomotiva,

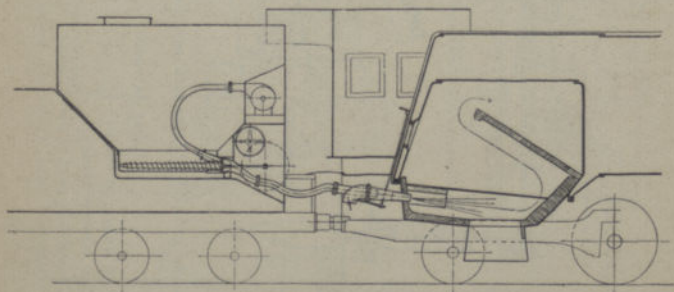


Figura 149. Combustão de carvão pulverizado n'uma locomotiva.

é a seguinte: O carvão pulverizado é armazenado no tender em depositos hermeticamente fechados, de maneira a impedirem a penetração de humidade e a conservarem o carvão bem secco. O carvão é conduzido por parafusos sem-fim, collocados no fundo dos depositos e movidos por pequenas machinas a vapor, para um ventilador accionado por processo identico. O ventilador injecta o carvão, através de mangueiras flexiveis ligando o tender á locomotiva, misturado com ar, na parte inferior da fornalha que, assim como o cinzeiro, está revestida de tijolo refractario e provida de registros para a entrada do ar. O carvão pulverizado consome-se quasi completamente sem deixar muita escoria e cinzas, de maneira que a locomotiva poderá percorrer distancias muito maiores, graças ao trabalho de limpeza bastante reduzido. Em virtude da introdução de ar sob pressão, o tubo de escape pode ter maior diametro, o que tem por consequencia reduzir a contrapressão sobre o êmbolo. O manejo do apparatus é tão simples como o da combustão de oleo, facultando, pois, economia importante de pessoal. Da mesma forma poder-se-ha queimar a turfa pulverizada, comtanto que esta não contenha agna em quantidade demasiada.



## 4º Pesos unitarios de locomotivas e tenders.

Tabella 30.

Superfície de aquecimento em m<sup>2</sup> por tonelada de peso em serviço.

	Superfície de aquecimento	Via normal	Via reduzida
Locomotivas com tender separado	80 a 110 m <sup>2</sup>	2,2 a 2,4	2,5 a 2,7
	110 a 170 m <sup>2</sup>	2,3 a 2,6	2,8 a 3,0
	170 a 250 m <sup>2</sup>	2,5 a 3,0	3,0 a 3,2
Locomotivas-tender para linhas secundarias	50 a 80 m <sup>2</sup>	2	2,0 a 2,4
Locomotivas-tender para linhas principaes	80 a 130 m <sup>2</sup>	1,6 a 1,9	

Tabella 31.

Peso em vazio do tender em toneladas por m<sup>3</sup> de capacidade d'agua.

	Tenders pequenos		Tenders grandes	
Via larga	8—12 m <sup>3</sup> d'agua	1,5	15—25 m <sup>3</sup> d'agua	1,3
Via normal	8—12 m <sup>3</sup> d'agua	1,4	15—25 m <sup>3</sup> d'agua	1,1
Via reduz.	5—10 m <sup>3</sup> d'agua	1	12—18 m <sup>3</sup> d'agua	0,9

Os numeros acima tem valor para typos normaes, pois que os tenders grandes podem ser construidos muito mais leves do que é geralmente costume.

Tabella 32.

Peso da caldeira em toneladas por 10 m<sup>2</sup> de superfície de aquecimento.

Caldeiras com caixa de fogo Crampton			Caldeiras com caixa de fogo Belpaire		
Superfície de aquecimento 50 m <sup>2</sup>	Pressão 12 kg/cm <sup>2</sup>	0,9	Superfície de aquecimento 50 m <sup>2</sup>	Pressão 12 kg/cm <sup>2</sup>	1
Superfície de aquecimento 100 m <sup>2</sup>	Pressão 12 kg/cm <sup>2</sup>	0,88	Superfície de aquecimento 100 m <sup>2</sup>	Pressão 12 kg/cm <sup>2</sup>	0,95
Superfície de aquecimento 150 m <sup>2</sup>	Pressão 14 kg/cm <sup>2</sup>	0,86	Superfície de aquecimento 150 m <sup>2</sup>	Pressão 14 kg/cm <sup>2</sup>	0,92
Superfície de aquecimento 200 m <sup>2</sup>	Pressão 14 kg/cm <sup>2</sup>	0,84	Superfície de aquecimento 200 m <sup>2</sup>	Pressão 14 kg/cm <sup>2</sup>	0,88

Tabella 33.

Agua na caldeira em litros por m<sup>3</sup> de superfície de aquecimento, nivel d'agua medio.

Caldeiras pequenas . . . . .	36—40 l/m <sup>2</sup>
Caldeiras medias . . . . .	33—36 l/m <sup>2</sup>
Caldeiras grandes . . . . .	30—33 l/m <sup>2</sup>



## Compensação das forças d'inercia por contrapesos.

Os contrapesos, geralmente fundidos nos proprios centros das rodas e ás vezes ligados ás manivellas exteriores, servem para compensar a inercia das massas moveis do movimento motor, compensando-se as massas rotativas por inteiro e as massas alternativas em parte.

As massas rotativas do mecanismo motor, compostas das massas motoras propriamente ditas que são avaliadas em  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{5}$  do peso da biella motriz, assim como as massas rotativas do movimento, são compensadas por inteiro.

As massas alternativas do movimento motor, compostas do embolo com haste, da cruzeta e da parte dianteira (approx.  $\frac{2}{5}$  a  $\frac{1}{2}$ ) da biella motriz serão compensadas na roda motora apenas á medida que a força centrifuga no sentido vertical, produzida pelo numero maximo admissivel de voltas das rodas, não exceda  $15\frac{0}{10}$  do peso por roda quando em repouso. No caso contrario, a compensação das massas alternativas distribue-se proporcionalmente ás rodas motoras e conjugadas. No caso de locomotivas com 4 cylindros que tiverem dois mecanismos motores interiores, muitas vezes já não é preciso ligar importância á compensação das massas alternativas, visto que as massas exteriores do movimento motor actuando em sentido opposto ás massas interiores, se encarregam de estabelecer essa compensação.

Para locomotivas americanas vigora a regra que em massas horizontalmente movidas fique por ser compensada em cada lado a 400a parte do peso da locomotiva sem tender. Ao calcular as massas compensadoras e as massas a serem compensadas, ambas são postas em relação com o raio da manivella; depois de determinado o contrapeso necessario, este será diminuido na proporção do raio da manivella, tendo-se sempre em vista obtêr o maximo effeito com peso relativamente pequeno. Essas condições são satisfeitas pelo contrapeso em forma de segmento circular, mas a forma de crescente também dá bons resultados. A forma de sector annular emprega-se muito raras vezes e exclusivamente para rodas pequenas; caso o contrapeso a applicar não possa ser executado por motivos praticos da maneira prevista, recommenda-se fazel-o ôco e enchel-o de chumbo.

Em eixos de manivellas interiores, ligados por um braço obliquo, calculam-se os contrapesos primarios e secundarios do braço connector que terá de ser dividido em secções separadas; para os contrapesos definitivos assim como para os angulos de desvio, resultam, por conseguinte, valores differentes nos lados esquerdo e direito. Para simplificar o calculo, será feito nos exemplos abaixo citados apenas a compensação total de cada metade dos braços obliquos. Da mesma maneira, da compensação das massas de excentricos de distribuição e contra-manivellas exteriores resultam contrapesos e angulos de desvio differentes para os lados direito e esquerdo.

A força centrifuga remanescente, actuando no raio da manivella em direcção perpendicular para cima e baixo, do contrapeso averiguado das massas alternativas, calcula-se pela seguinte formula:

$$C = M \cdot r \cdot w^2,$$

sendo:

$$C = \text{Força centrifuga em kg}$$

$$M = \frac{\text{Peso de compensação}}{9,81}$$

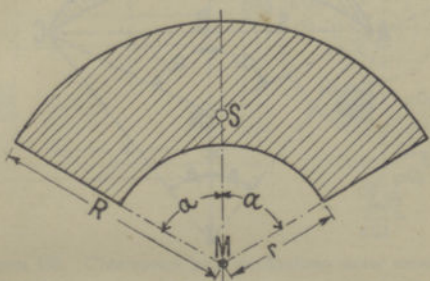
$$r = \text{raio de manivella em metros}$$

$$w = \text{velocidade angular} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\text{voltas por minuto}}{60}$$

O valor «C» não deverá exceder de  $15\frac{0}{10}$  da pressão da roda quando em repouso.

Determinação da superfície e dos centros de gravidade das tres formas de contrapesos mais usadas.

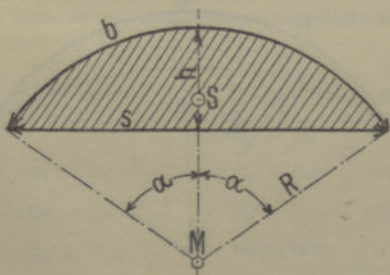
1º Sector annular:



$$\text{Superfície } F = \frac{2\alpha \cdot \pi}{360} \cdot (R^2 - r^2)$$

$$\text{Distancia do centro de gravidade } MS = 38,197 \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}$$

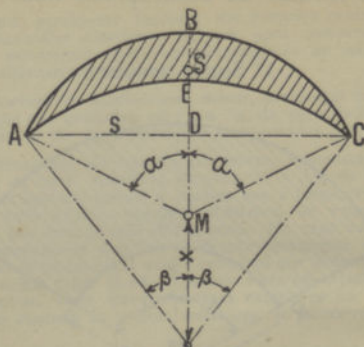
2º Segmento circular:



$$\text{Superfície } F = \frac{R^2}{2} \cdot \left( \frac{2\alpha \cdot \pi}{180} - \sin 2\alpha \right) = \frac{R(b-s) + sh}{2}$$

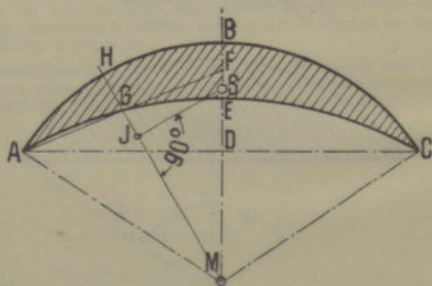
$$\text{Distancia do centro de gravidade } MS = \frac{s^3}{12F}$$

3º Crescente:



Superfície F = segmento ABCDA — segmento AECDA,  
 Momento da superfície F = segmento AECDA  $\times$  X,  
 Distancia do centro de gravidade MS = Momento da superfície F,  
 dividido pela superfície F.

Para contrapesos em forma de crescente, não muito grandes e planos, a determinação do centro de gravidade poderá ser feita graphicamente:



Dividimos BE ao meio, obtendo o ponto F; deste tira-se uma recta para A, a qual dividimos também ao meio, obtendo o ponto G. Por este e por M faz-se passar uma recta, a qual prolongada corta o arco em H; marcando deste ponto na direcção de M uma distancia igual a  $\frac{1}{3}$  de AF, tem-se o ponto J, pelo qual se tira uma perpendicular que corta o raio BM em S, que será o centro de gravidade da superfície considerada.

# I. Contrapeso para mecanismo motor exterior.

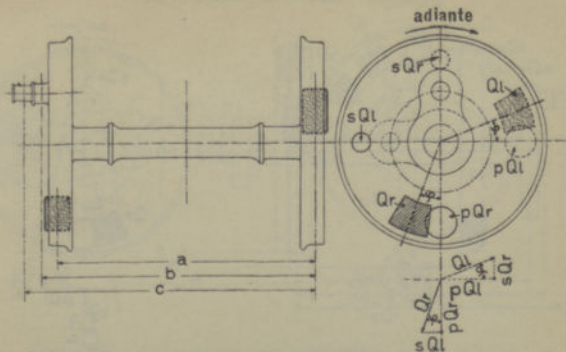


Figura 150. Contrapesos para mecanismo motor exterior.

Representam:

- $a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,
- $b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação } ao centro do con-
- $c$  = distancia do centro das massas do movimento motor } trapeseo opposto,
- $G_1$  = peso da manivella da roda (excl. os raios), em relação com o raio da manivella,
- $G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos connectores,
- $G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor, incl. os pinos motores,
- $G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor, em relação com o raio, da manivella,
- $pQ$  = contrapeso compensador na mesma roda,
- $sQ$  = contrapeso compensador na roda opposta,
- $Q$  = contrapeso commum em cada roda,
- $\varphi$  = angulo de desvio do contrapeso commum em relação ao sentido do movimento da manivella.

Contrapeso na roda motriz:

$$\begin{aligned}
 pQ_1 &= G_1 \\
 pQ_2 &= G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a} \\
 pQ_3 &= G_3 \cdot \frac{c}{a}, \quad sQ_3 = G_3 \cdot \frac{c-a}{a} \\
 pQ_4 &= G_4 \cdot \frac{c}{a}, \quad sQ_4 = G_4 \cdot \frac{c-a}{a} \\
 pQ &= pQ_1 + pQ_2 + pQ_3 + pQ_4 \\
 sQ &= sQ_2 + sQ_3 + sQ_4 \\
 Q &= \sqrt{(pQ)^2 + (sQ)^2} \\
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{sQ}{pQ}
 \end{aligned}$$

Contrapeso na roda conjugada:

$$\begin{aligned}
 pQ_1 &= G_1 \\
 pQ_2 &= G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a} \\
 pQ &= pQ_1 + pQ_2 \\
 sQ &= sQ_2 \\
 Q &= \sqrt{(pQ)^2 + (sQ)^2} \\
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{sQ}{pQ}
 \end{aligned}$$





### III. Contrapeso para mecanismo motor interior.

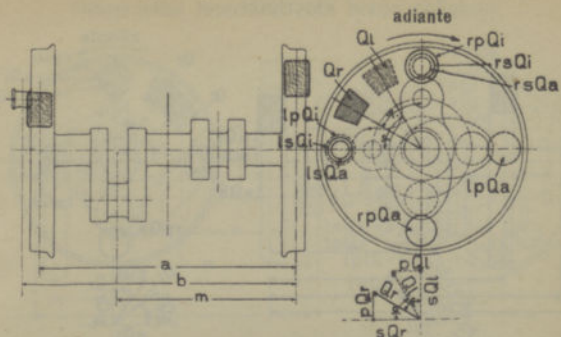


Figura 152. Contrapesos para mecanismo motor interior.

Representam:

- $a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,  
 $b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação } ao centro do con-  
 $m$  = distancia do centro das massas do movimento motor } trapeso opposto,  
 $G_1$  = peso da manivella da roda (excl. os raios), em relação com o raio da manivella,  
 $G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos de conjugação,  
 $G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor, incl. os pinos e as manivellas interiores, em relação ao raio da manivella,  
 $G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor, em relação ao raio da manivella,  
 $pQ$  = contrapeso compensador na mesma roda,  
 $sQ$  = contrapeso compensador na roda opposta,  
 $Q$  = contrapeso commum em cada roda,  
 $\varphi$  = angulo de desvio do contrapeso commum, em relação ao sentido de movimento da manivella.

$$\begin{aligned}
 pQ_1 &= G_1 \\
 pQ_2 &= G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a} \\
 pQ_3 &= G_3 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_3 = G_3 \cdot \frac{a-m}{a} \\
 pQ_4 &= G_4 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_4 = G_4 \cdot \frac{a-m}{a} \\
 pQ &= pQ_3 + pQ_4 - (pQ_1 + pQ_2) \\
 sQ &= sQ_2 + sQ_3 + sQ_4 \\
 Q &= \sqrt{(pQ)^2 + (sQ)^2} \\
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{sQ}{pQ}
 \end{aligned}$$

#### IV. Contrapeso para mecanismo motor interior com manivelas exteriores.

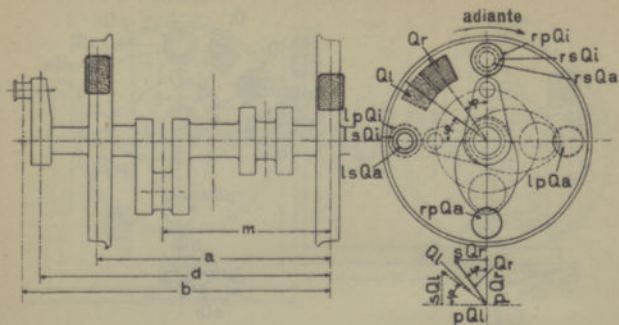


Figura 153. Contrapeso para mecanismo motor interior com manivelas exteriores.

Representam:

- $a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,  
 $d$  = distancia do centro da manivella exterior  
 $m$  = distancia do centro das massas do movimento motor  
 $b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação } ao centro do contrapeso oposto,  
 $G_1$  = peso da manivella exterior, em relação com o raio da manivella,  
 $G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos de conjugação,  
 $G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor, incl. pinos e manivelas interiores, em relação com o raio da manivella,  
 $G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor, em relação com o raio da manivella,  
 $pQ$  = contrapeso compensador na mesma roda,  
 $sQ$  = contrapeso compensador na roda opposta,  
 $Q$  = contrapeso commum em cada roda,  
 $\varphi$  = angulo de desvio do contrapeso commum, em relação ao sentido do movimento da manivella.

$$pQ_1 = G_1 \cdot \frac{d}{a}, \quad sQ_1 = G_1 \cdot \frac{d-a}{a}$$

$$pQ_2 = G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a}$$

$$pQ_3 = G_3 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_3 = G_3 \cdot \frac{a-m}{a}$$

$$pQ_4 = G_4 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_4 = G_4 \cdot \frac{a-m}{a}$$

$$pQ = pQ_3 + pQ_4 - (pQ_1 + pQ_2)$$

$$sQ = sQ_1 + sQ_2 + sQ_3 + sQ_4$$

$$Q = \sqrt{(pQ)^2 + (sQ)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{sQ}{pQ}$$

V. Contrapeso para mecanismo motor interior.  
(Manivellas interiores com braço oblíquo.)

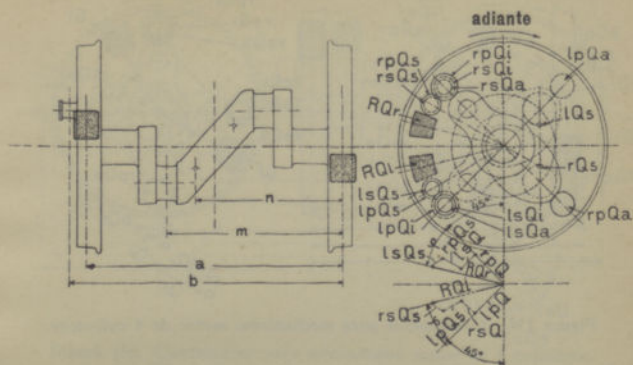


Figura 154. Contrapesos para mecanismo motor interior.  
(Manivellas interiores com braço oblíquo.)

Representam:

- $a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,  
 $b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação } ao centro do  
 $m$  = distancia do centro das massas do movimento motor } contrapeso  
 $n$  = distancia do centro da metade do braço oblíquo } opposto,  
 $G_1$  = peso da manivella da roda (excl. os raios), em relação com o raio da manivella,  
 $G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos de conjugação,  
 $G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor, incl. pinos e manivella  
 interior em relação com o raio da manivella,  
 $G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor, em relação com o raio  
 da manivella,  
 $G_5$  = peso da metade do braço oblíquo, em relação com o raio da manivella,  
 $pQ$  = contrapeso compensador na mesma roda } sem compensação  
 $sQ$  = contrapeso compensador na roda opposta } do braço oblíquo,  
 $RQ$  = contrapeso definitivo em cada roda, incl. a compensação no braço oblíquo,  
 $\varphi$  = angulo de desvio do contrapeso definitivo, em relação ao sentido do movi-  
 mento da manivella.

$$\begin{aligned}
 pQ_1 &= G_1 \\
 pQ_2 &= G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a} \\
 pQ_3 &= G_3 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_3 = G_3 \cdot \frac{a-m}{a} \\
 pQ_4 &= G_4 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_4 = G_4 \cdot \frac{a-m}{a} \\
 pQ_5 &= G_5 \cdot \frac{n}{a}, \quad sQ_5 = G_5 \cdot \frac{a-n}{a} \\
 pQ &= pQ_3 + pQ_4 - (\varphi Q_1 + pQ_2) \\
 sQ &= sQ_2 + sQ_3 + sQ_4
 \end{aligned}$$

## VI. Contrapeso para mecanismo motor de 4 cilindros.

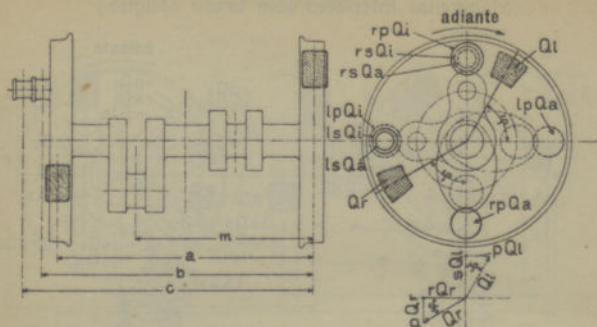


Figura 155. Contrapesos para mecanismo motor de 4 cilindros.

Representam:

- $a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,  
 $b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação } ao centro do  
 $c$  = distancia do centro das massas do movimento motor exterior } contrapeso  
 $m$  = distancia do centro das massas do movimento motor interior } opposto,  
 $G_1$  = peso da manivella da roda (excl. os raios), em relação com o raio da manivella,  
 $G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos connectores,  
 $G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor interior, incl. pinos e manivelas interiores, em relação com o raio da manivella,  
 $G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor interior, em relação com o raio da manivella,  
 $G_5$  = peso das massas rotativas do movimento motor interior, excl. pinos motores,  
 $G_6$  = peso das massas alternativas do movimento motor exterior, em relação com o raio da manivella,  
 $pQ$  = momento compensador na mesma roda,  
 $sQ$  = momento compensador na roda opposta,  
 $cQ$  = contrapeso commum em cada roda,  
 $\varphi$  = angulo de desvio do contrapeso commum, em relação ao sentido de movimento da manivella.

$$pQ_1 = G_1$$

$$pQ_2 = G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a}$$

$$pQ_3 = G_3 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_3 = G_3 \cdot \frac{a-m}{a}$$

$$pQ_4 = G_4 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_4 = G_4 \cdot \frac{a-m}{a}$$

$$pQ_5 = G_5 \cdot \frac{c}{a}, \quad sQ_5 = G_5 \cdot \frac{c-a}{a}$$

$$pQ_6 = G_6 \cdot \frac{c}{a}, \quad sQ_6 = G_6 \cdot \frac{c-a}{a}$$

$$pQ = pQ_1 + pQ_2 + pQ_5 + pQ_6 - (pQ_3 + pQ_4)$$

$$sQ = sQ_2 + sQ_3 + sQ_4 + sQ_5 + sQ_6$$

$$Q = \sqrt{(pQ)^2 + (sQ)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{sQ}{pQ}$$

VII. Contrapeso para mecanismo motor de 4 cylindros.  
(Manivellas interiores com braço obliquo.)

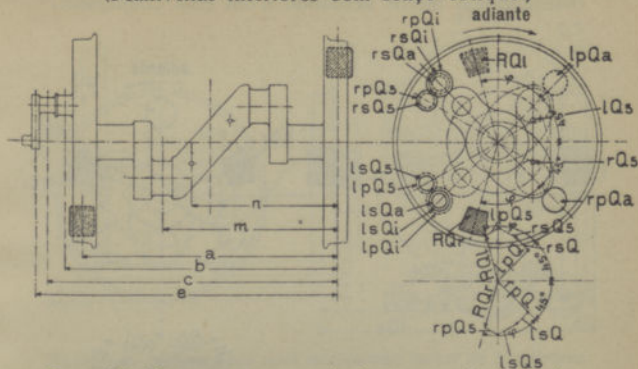


Figura 156. Contrapeso para mecanismo motor de 4 cylindros.  
(Manivellas interiores com braço obliquo.)

Representam:

- $a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,  
 $b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação } ao centro  
 $c$  = distancia do centro das massas do movimento motor exterior } do contrapeso  
 $e$  = distancia do centro da contra-manivella } opposto,  
 $m$  = distancia do centro das massas do movimento motor interior }  
 $n$  = distancia do centro da metade do braço obliquo }  
 $G_1$  = peso da manivella da roda (excl. os raios), em relação ao raio da manivella,  
 $G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos connectores,  
 $G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor interior, incl. pinos e manivella interior, em relação ao raio da manivella,  
 $G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor interior, em relação ao raio da manivella,  
 $G_5$  = peso da metade do braço obliquo, em relação ao raio da manivella,  
 $G_6$  = peso das massas rotativas do movimento motor exterior, incl. pino motor,  
 $G_7$  = peso das massas alternativas do movimento motor exterior, em relação com o raio da manivella,  
 $G_8$  = peso da contra-manivella, em relação com o raio da manivella,  
 $pQ$  = contrapeso compensador na mesma roda } sem compensação do  
 $sQ$  = contrapeso compensador na roda opposta } braço obliquo,  
 $RQ$  = contrapeso definitivo em cada roda, incl. compensação para o braço obliquo,  
 $\varphi$  = angulo de desvio do contrapeso definitivo, em relação ao sentido de movimento da manivella.

$$pQ_1 = G_1$$

$$pQ_2 = G_2 \cdot \frac{b}{a}, \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a}$$

$$pQ_3 = G_3 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_3 = G_3 \cdot \frac{a-m}{a}$$

$$pQ_4 = G_4 \cdot \frac{m}{a}, \quad sQ_4 = G_4 \cdot \frac{a-m}{a}$$

$$pQ_5 = G_5 \cdot \frac{n}{a}, \quad sQ_5 = G_5 \cdot \frac{a-n}{a}$$

$$pQ_6 = G_6 \cdot \frac{c}{a}, \quad sQ_6 = G_6 \cdot \frac{c-a}{a}$$

$$pQ_7 = G_7 \cdot \frac{c}{a}, \quad sQ_7 = G_7 \cdot \frac{c-a}{a}$$

$$pQ_8 = G_8 \cdot \frac{e}{a}, \quad sQ_8 = G_8 \cdot \frac{e-a}{a}$$

$$pQ = pQ_1 + pQ_2 + pQ_6 + pQ_7 + pQ_8 - (pQ_3 + pQ_4)$$

$$sQ = sQ_2 + sQ_3 + sQ_4 + sQ_6 + sQ_7 + sQ_8$$



VIII. Contrapeso para mecanismo motor de 3 cylindros.  
 (Mechanismo motor actuando n'um eixo conjugado.)

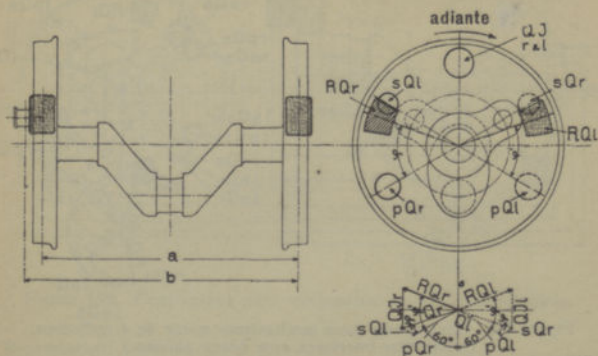


Figura 157. Contrapesos para mecanismo motor de 3 cylindros.  
 (Mechanismo motor interior actuando n'um eixo conjugado.)

Representam:

$a$  = distancia de centro a centro dos contrapesos,

$b$  = distancia do centro das massas do movimento de conjugação ao centro do contrapeso opposto,

$G_1$  = peso da manivella da roda (excl. os raios), em relação com o raio da manivella,

$G_2$  = peso das massas do movimento de conjugação, incl. os pinos connectores

$G_3$  = peso das massas rotativas do movimento motor, incl. pino,

$G_4$  = peso das massas alternativas do movimento motor, em relação com o raio da manivella,

$G_5$  = peso dos braços das manivellas interiores, em relação com o raio da manivella,

$pQ$  = contrapeso compensador na mesma roda } sómente para as

$sQ$  = contrapeso compensador na roda opposta } massas exteriores,

$Q$  = contrapeso commum das massas exteriores em cada roda,

$\psi$  = angulo de desvio do contrapeso  $Q$ , em relação ao sentido de movimento da manivella,

$QJ$  = contrapeso das massas do movimento motor interior em cada roda,

$RQ$  = contrapeso definitivo em cada roda, composto de  $Q$  e  $QJ$ ,

$\varphi_1$  = angulo de desvio do contrapeso definitivo  $RQ$ , em relação ao sentido de movimento da manivella.

$$pQ_1 = G_1$$

$$pQ_2 = G_2 \cdot \frac{b}{a}; \quad sQ_2 = G_2 \cdot \frac{b-a}{a}$$

$$pQJ = (G_3 + G_4 + G_5) \cdot 0,5 = sQJ = QJ$$



## Inscrição das locomotivas nas curvas.

### Observações geraes.

O eixo trazeiro procura sempre adaptar-se ao centro da curva e applicar-se ao boleto do carril interior. A base das rodas poderá, por conseguinte, ser prolongada pelo menos até que, nesta posição, o verdugo do eixo de frente se applique ao boleto do carril exterior. Sendo maior o afastamento dos eixos na maioria dos casos, não poderá, pois, realizar-se inscrição radial do eixo trazeiro, a não ser que seja facilitada por dispositivos particulares taes como eixos deslocaveis, bisséis ou bogies. Em caso de bogie, os eixos trazeiros procuram também entrar n'uma posição radial, ao passo que o verdugo do eixo deanteiro se applica ao carril exterior sempre que a construcção do bogie isso permita.

Para, ao sahir das curvas, reconduzir os eixos á sua posição normal, empregam-se nos bogies, por exemplo, molas e planos inclinados, ditos de «chamada»; o systema de eixos «Goelsdorf» não tem qualquer aparelho de chamada (centralisação).

O comprimento da lança «l» dos eixos radiaes, calcula-se facilmente pela equação:

$$l = \frac{s^2 - a^2}{2s}$$

em que «s» é a distancia do eixo livre ao eixo fixo mais afastado e «a» o afastamento total dos eixos conjugados.

Recommenda-se encurtar um pouco o comprimento da lança, obtido do calculo, afim de diminuir a pressão do verdugo do rodado fixo visinho.

## Inscrição de diversas disposições de eixos nas curvas.

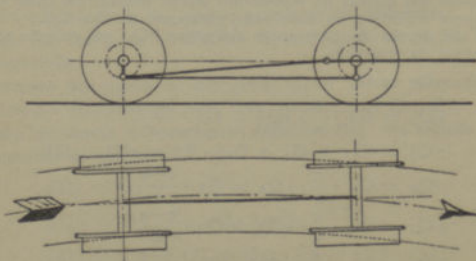


Figura 159. Locomotiva B.

Ambos os eixos sem deslocamento lateral.  
Marcha igual para frente e para traz.

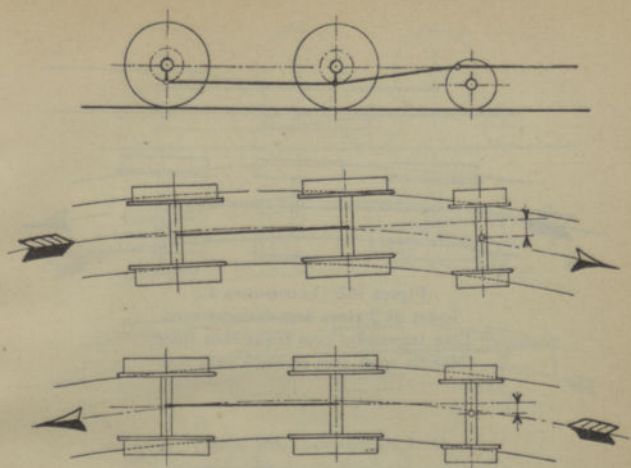


Figura 160. Locomotiva 1-B.  
Jogo de guia com deslocamento lateral.

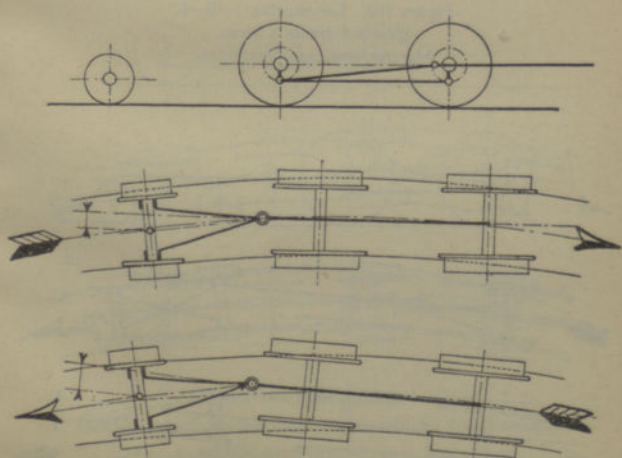


Figura 161. Locomotiva B-1.  
Rodeiro de suporte com deslocamento radial.

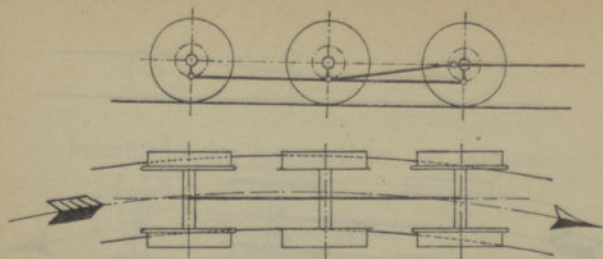


Figura 162. Locomotiva C.  
 Todos os 3 eixos sem deslocamento.  
 Eixo intermedio com frisos mais finos.  
 Marcha igual para frente e para traz.

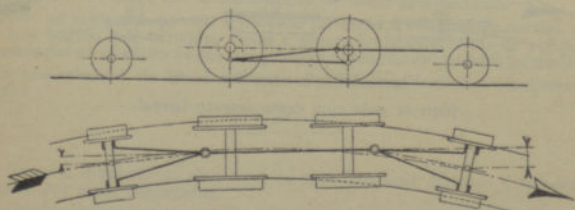


Figura 163. Locomotiva 1-B-1.  
 Bisseis á frente e atraz.  
 Marcha igual nos 2 sentidos.

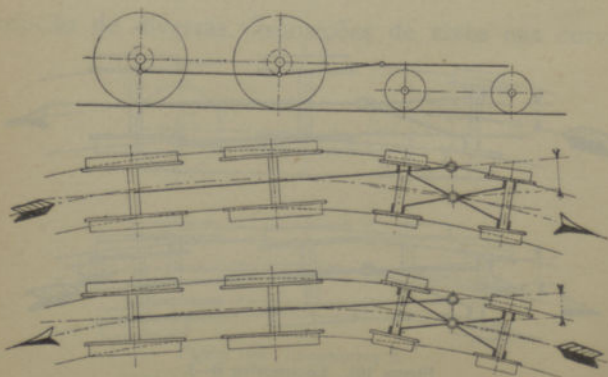


Figura 164. Locomotiva 2-B.  
 Bogie á frente com deslocamento lateral.



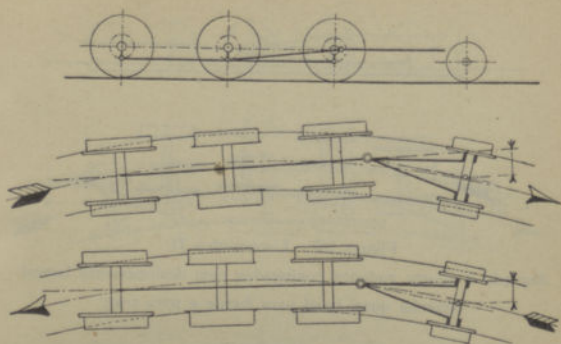


Figura 165. Locomotiva 1—C.  
 Jogo de guia com articulação radial.  
 Rodado conjugado intermedio com frisos finos.

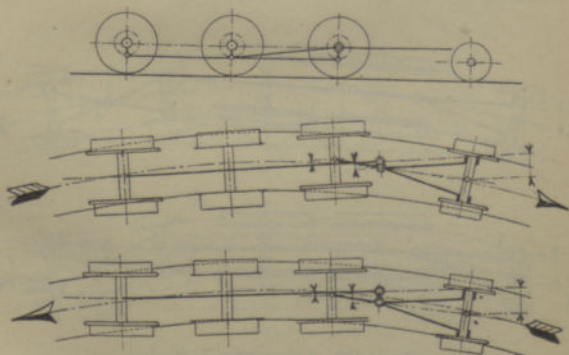


Figura 166. Locomotiva 1—C.  
 Jogo de guia unido em bogie com o visinho eixo conjugado.  
 Rodado intermedio conjugado com frisos finos.

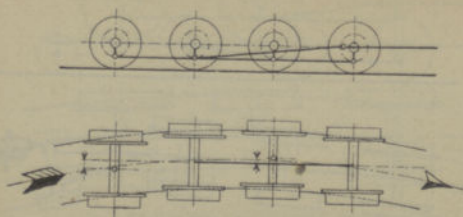


Figura 167. Locomotiva D.  
 Segundo e quarto rodados conjugados com deslocamento lateral.  
 Marcha quasi igual para frente e para traz.

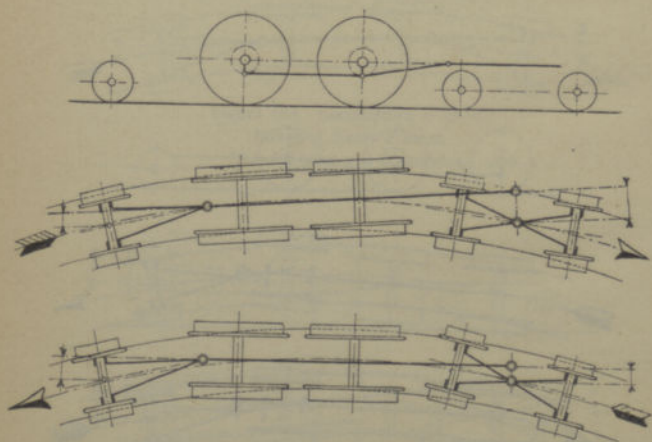


Figura 168. Locomotiva 2-B-1.  
 Bogie á frente com deslocamento lateral.  
 Rodeiro de suporte com articulação radial ou, caso mais raro,  
 com deslocamento lateral.

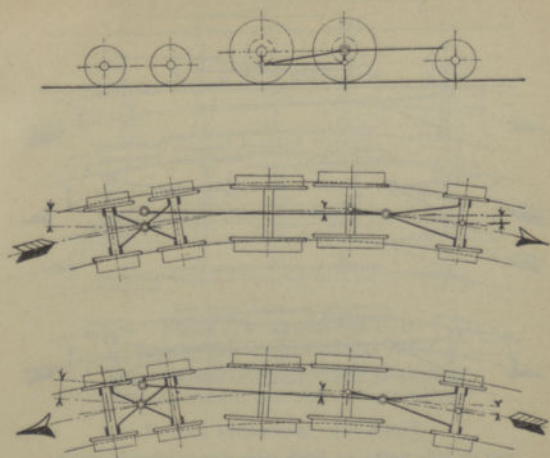


Figura 169. Locomotiva 1-B-2.

Jogo de guia unido em bogie com o eixo conjugado visinho.  
Bogie trazeiro com deslocamento lateral.

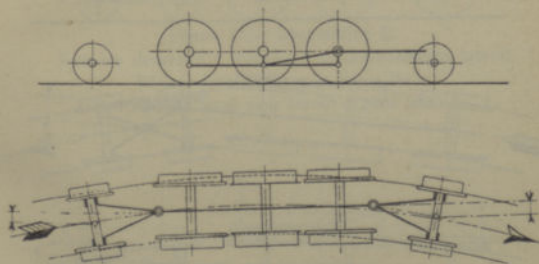


Figura 170. Locomotiva 1-C-1.

Dois radiaes.  
Rodado conjugado intermedio com frisos finos.  
Marcha igual para frente e para traz.

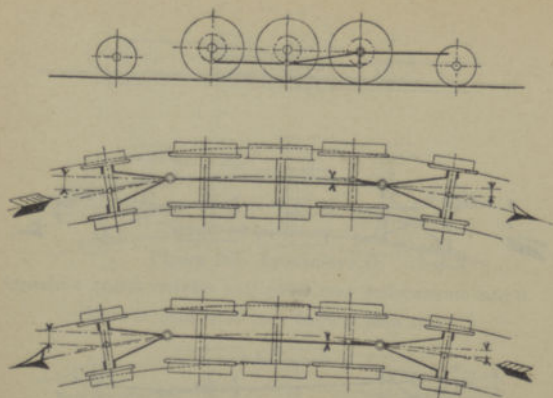


Figura 171. Locomotiva 1-C-1.

Jogo de guia unido em bogie com eixo conjugado visinho.

Rodeiro de suporte com articulação radial.

Rodado conjugado intermedio com frisos finos.

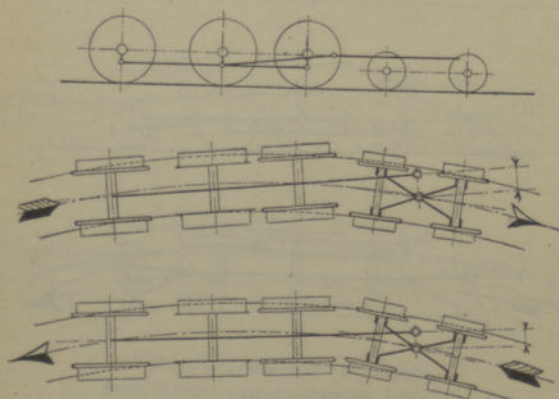


Figura 172. Locomotiva 2-C.

Bogie com deslocamento lateral.

Rodado conjugado intermedio com frisos finos,

ou rodado trazeiro com deslocamento lateral.

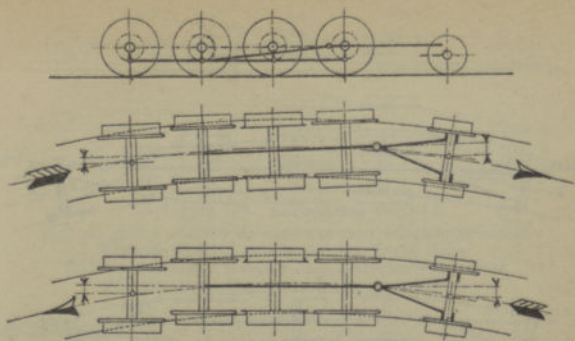


Figura 173. Locomotiva 1-D.  
 Jogo de guia com articulação radial.  
 Segundo rodado conjugado com frisos finos.  
 Rodado trazeiro com deslocamento lateral.

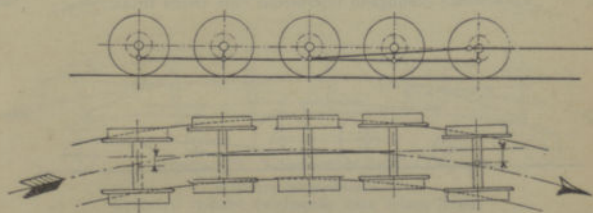


Figura 174. Locomotiva E.  
 Rodados dianteiro e trazeiro com deslocamento lateral.  
 Rodado intermedio com frisos finos.  
 Marcha igual para frente e para traz.

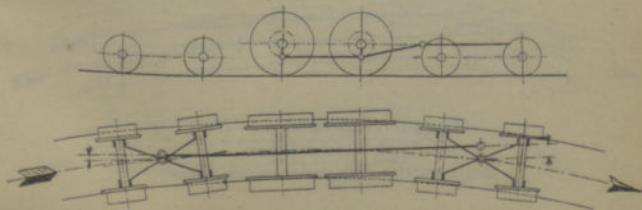


Figura 175. Locomotiva 2-B-2.  
 Ambos os bogies com deslocamento lateral.  
 Marcha igual para frente e para traz.



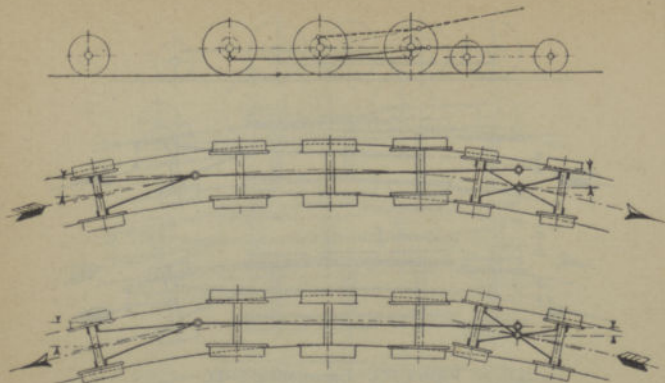


Figura 176. Locomotiva 2—C—1.

Bogie á frente com deslocamento lateral.

Rodeiro de suporte com articulação radial ou, caso mais raro, com deslocamento lateral.

Rodeiro conjugado intermedio com frisos finos.

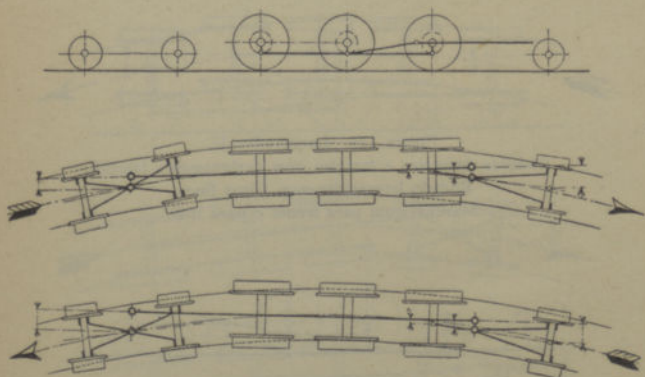


Figura 177. Locomotiva 1—C—2.

Bogie-bissel á frente.

Bogie trazeiro com deslocamento lateral.

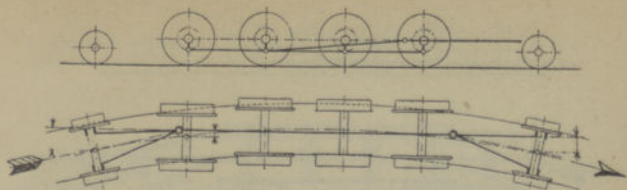


Figura 178. Locomotiva 1-D-1.

Jogo de guia e rodeiro de suporte com articulação radial.  
 Segundo rodeiro conjugado com frisos finos.  
 Rodeiro conjugado trazeiro com deslocamento lateral.  
 Marcha quasi igual para frente e para traz.

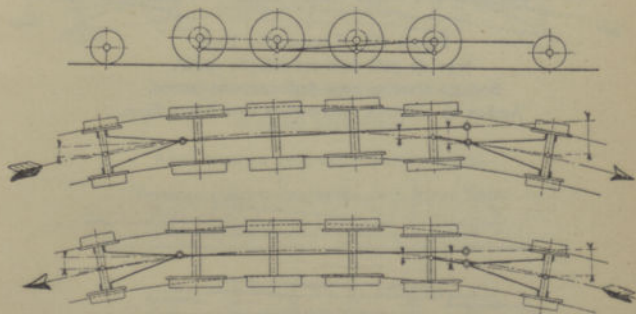


Figura 179. Locomotiva 1-D-1.

À frente bogie-bissel.  
 Terceiro rodeiro conjugado com frisos finos.  
 Rodeiro de suporte com articulação radial.

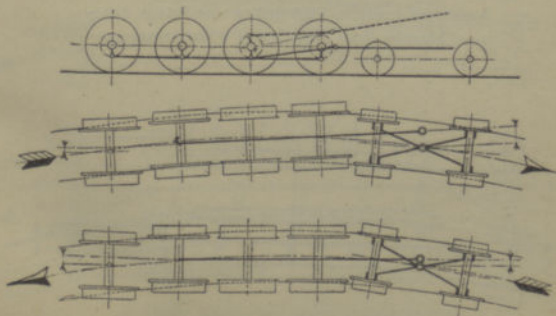


Figura 180. Locomotiva 2-D.

À frente bogie com deslocamento lateral.  
 Segundo rodeiro conjugado com frisos finos.  
 Atraz rodeiro conjugado com deslocamento lateral.

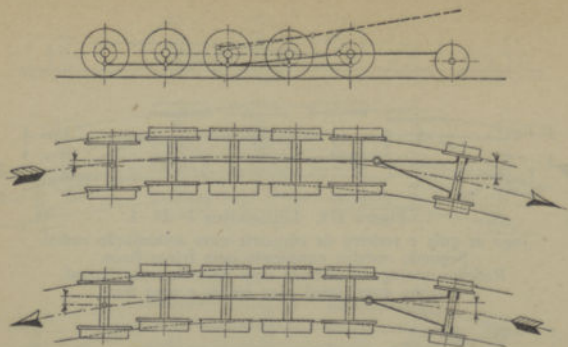


Figura 181. Locomotiva 1-E.  
 Jogo de guia com articulação radial.  
 Rodeiro trazeiro com deslocamento lateral.  
 Ambos os rodeiros intermedios com frisos finos.

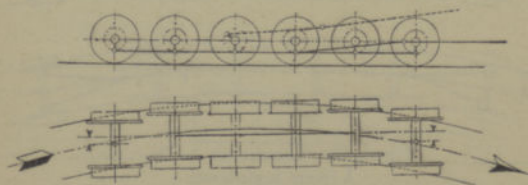


Figura 182. Locomotiva F.  
 Rodeiros deanteiro e trazeiro com deslocamento lateral.  
 Ambos os rodeiros intermedios com frisos finos.  
 Marcha igual para frente e para traz.

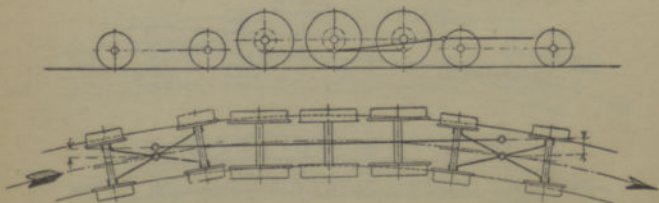


Figura 183. Locomotiva 2-C-2.  
 Ambos os bogies com deslocamento lateral.  
 Rodeiro conjugado intermedio com frisos finos.  
 Marcha igual para frente e para traz.

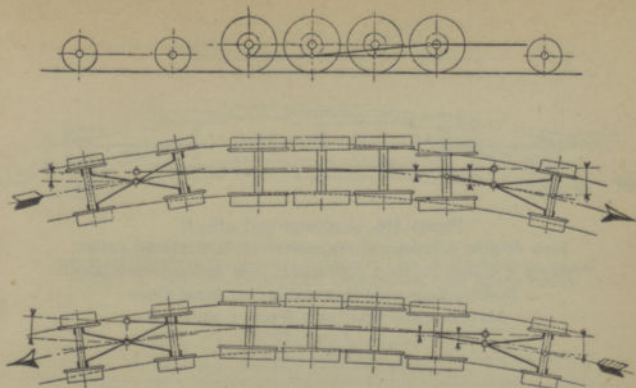


Figura 184. Locomotiva 1-D-2.

À frente bogie-bissel.

Bogie trazeiro com deslocamento lateral.

Terceiro rodeiro conjugado com frisos finos.

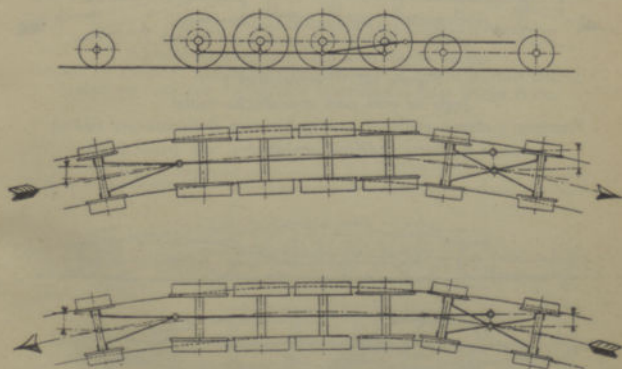


Figura 185. Locomotiva 2-D-1.

À frente bogie com deslocamento lateral.

Rodeiro de suporte com articulação radial.

Ambos os rodeiros conjugados intermedios com frisos finos.

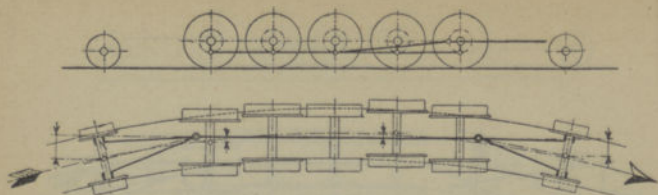


Figura 186. Locomotiva 1—E—1.

Jogo de guia e rodeiro de suporte com articulação radial.  
 Segundo e quinto rodeiros conjugados com deslocamento lateral.  
 Rodeiro conjugado intermedio com frisos finos.  
 Marcha quasi igual para frente e para traz.

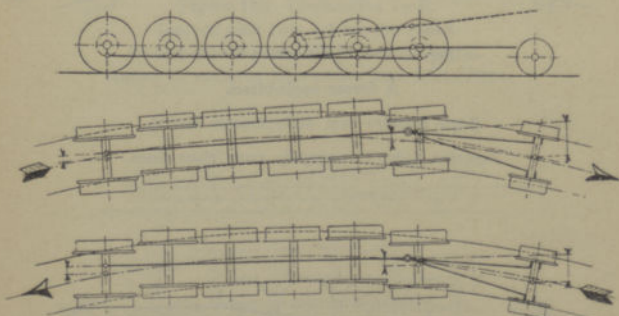


Figura 187. Locomotiva 1—F.

Jogo de guia com articulação radial.  
 Primeiro e ultimo rodeiros conjugados com deslocamento lateral.  
 Terceiro e quarto rodeiros conjugados com frisos finos.

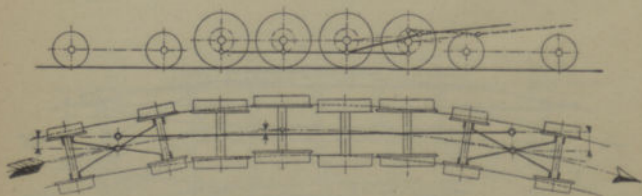


Figura 188. Locomotiva 2—D—2.

Ambos os bogies com deslocamento lateral.  
 Segundo rodeiro conjugado com frisos finos.  
 Terceiro rodeiro conjugado com deslocamento lateral.  
 Marcha quasi igual para frente e para traz.



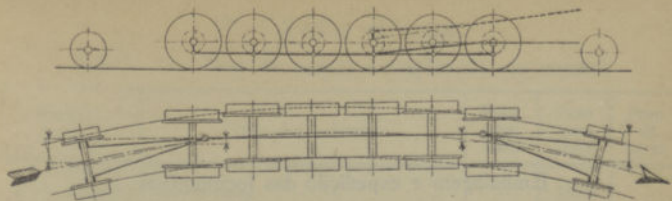


Figura 189. Locomotiva 1-F-1.  
 Ambos os eixos livres com articulação radial.  
 Ambos os rodeiros conjugados extremos com deslocamento lateral.  
 Ambos os rodeiros conjugados intermedios com frisos finos.  
 Marcha igual para frente e para traz.

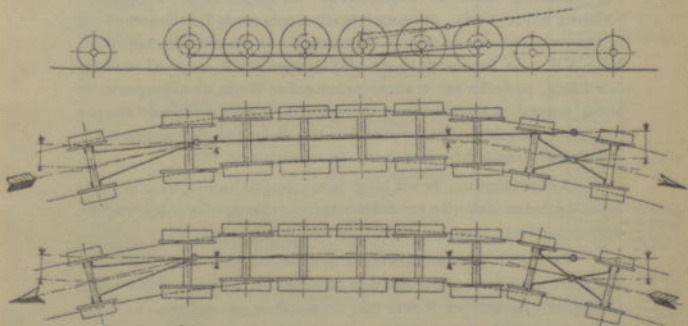


Figura 190. Locomotiva 2-F-1.  
 À frente bogie com deslocamento lateral.  
 Rodeiro de suporte com articulação radial.  
 Ambos os rodeiros conjugados extremos com deslocamento lateral.  
 Ambos os rodeiros conjugados intermedios com frisos finos.

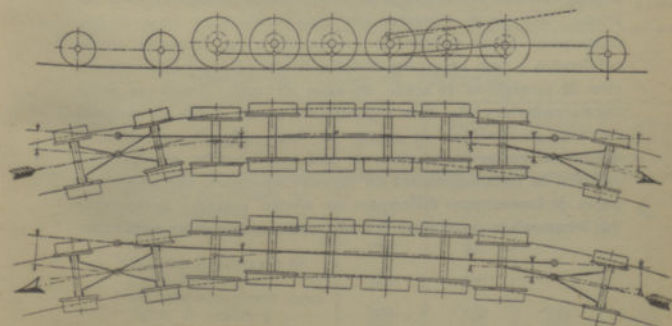


Figura 191. Locomotiva 1-F-2.  
 À frente bogie-bissel.  
 Bogie trazeiro com deslocamento lateral.  
 Rodeiro conjugado trazeiro com deslocamento lateral.  
 Ambos os rodeiros conjugados intermedios com frisos finos.

## Embalagem e expedição das locomotivas.

Todas as vezes que seja possível deverá desmontar-se o menor numero de peças da locomotiva a expedir, a que frequentemente se torna viavel, sobre tudo quando o envio é feito por via terrestre, quer as locomotivas marchem com os proprios rodeiros sobre a via, quer carregadas sobre vagões (locomotivas de via reduzida), tendo sempre em attenção os gabarits dos esquemas VI e VII. As locomotivas de bitóla russa (1524 mm), na maioria dos casos, poderão ser transportadas sobre eixos de transporte de bitóla normal; ao projectar a locomotiva, tem-se de tomar sempre na devida consideração as medidas da distancia dos longerões e parallelos, escolhendo este meio de transporte.

As locomotivas de via larga bem como as locomotivas grandes de via estreita deverão ser desmontadas e carregadas sobre vagões, desmontando-se também n'este caso só o indispensavel.

Para transportes marítimos, a desmontagem deverá ser feita de maneira tal que os volumes não assumam proporções demasiadas. Caldeiras e longerões (fixes) não se encaixotam, devendo as aberturas das caldeiras e cylindros serem fechadas com flanges cegas. Os rodeiros vão igualmente sem embalagem, sendo os moentes dos eixos e manivelas revestidos de madeira. Os bogies com eixos montados são despachados sem embalagem alguma. Os tanques dos tenders ás vezes ligados aos fixes, guarnecem-se de madeira, da mesma forma as caixas d'agua e de carvão lateraes das locomotivas-tender. As peças restantes são encaixotadas; os caixotes que contiverem peças polidas do movimento e as torneiras, serão calafetados e bem revestidos de folha de zinco e papel impermeavel, afim de protegel-as da acção da agua do mar. Todas as peças encaixotadas deverão ficar seguramente presas, sendo os proprios caixotes guarnecidos de cintas de ferro. Quando se tiver de despachar varias locomotivas de uma vez, convém encaixotar o material de cada locomotiva em volumes separados, não admittindo peças de locomotivas differentes no mesmo caixote: os numeros das locomotivas respectivas deverão ser marcados sobre cada caixa.

## 5º Tabellas diversas.

Tabella 34. Peso de carros e vagões de via normal.

Numero de eixos	Tipos dos vehiculos	Peso sem freio	Peso com freio	Peso da carga
6 em 2 bogies	Carro-cama	—	55000	—
6 em 2 bogies	Carro-restaurante	—	51400	—
4 em 2 bogies	Carro d'intercommunição com corredor lateral	—	44000	—
4 em 2 bogies	Carro-cama	—	43500	—
4 em 2 bogies	Carro mixto de 1ª e 2ª classes	—	37000	—
4 em 2 bogies	Carro de terceira classe	—	33000	—
4 em 2 bogies	Vagão postal	—	34800	8000
4 em 2 bogies	Furgão para correio e bagagens	—	39500	10000
4 em 2 bogies	Furgão	—	34500	10000
3	Carro de corredor	—	20500	—
3	Carro mixto de 2ª e 3ª classes	—	19700	—
3	Carro de 4ª classe	—	17700	—
3	Vagão postal	—	17100	—
3	Furgão para trens de passageiros	—	15250	—
2	Carro de corredor	—	18500	—
2	Vagão postal	—	15200	5000
2	Furgão para trens de passageiros	—	12250	—
2	Furgão para trens de carga	—	9600	—
8 em 4 bogies	Vagão-plataforma de 80 ton.	—	40000	80000
4 em 2 bogies	Vagão-plataforma de 35 ton.	—	17500	35000
4 em 2 bogies	Vagão-plataforma de 30 ton.	—	15750	30000
3	Vagão fechado para trens rapidos de carga	—	13100	10000
2	Vagão de carga fechado	9300	10350	15000
2	Vagão para coque	8280	9280	20000
2	Vagão para carvão	7500	8570	20000
2	Vagão para carvão	7200	8300	15000
2	Vagão aberto	7250	8400	15000
2	Vagão coberto para transporte de cal	8130	9420	15000
2	Vagão-plataforma para transporte de peças compridas de madeira	6750	—	15000
2	Vagão-tanque	—	11500	15000
3	Vagão de caldeira de calefação	—	22500	11300

Tabella 35. Pesos de vagonetes.

Numero de eixos	Typo do vagonete	Bitóla	Peso em vazio	Peso do freio	Capacidade em m <sup>3</sup>
2	Vagonete basculante de cuba (gamella)	600	350	—	3/4
2	Vagonete basculante de cuba	600	400	—	1
2	Vagonete basculante de cuba, reforçado	600	430	—	1
2	Vagonete basculante com caixa de madeira	600	720	100	3/4
2	idem	750	960	150	1 1/2
2	idem	900	1230	200	2
2	idem	900	1410	200	2 1/2
2	idem	900	1800	220	3
2	idem	900	1920	220	3 1/2

Tabella 36. Tubos de fumo de latão.

Diam. int.		Espessura da parede			Calibr. ingl. de chapa B. W. G.	Diam. ext.		Peso		Superf. em m <sup>2</sup>	
Poll.	mm	Poll.	mm			Poll.	mm	lbs/pés	kg/m	int.	ext.
approx. 3/8	9,5	0,064	1,60	16	1/2	12,7	0,32	0,476	0,0298	0,0399	
approx. 1/2	12,7					15,9	0,42	0,625	0,0399	0,0499	
approx. 19/32	14,9	0,080	2,03	14	3/4	19,0	0,62	0,923	0,0468	0,0597	
approx. 13/16	20,1					25,4	1,08	1,610	0,0631	0,0798	
approx. 11/16	26,4	0,104	2,64	12	1 1/4	31,7	1,39	2,070	0,0829	0,0997	
approx. 1 11/16	42,3					47,6	1,99	2,960	0,1320	0,1497	
approx. 1 3/4	44,3	0,116	3,00	11	2	50,3	2,54	3,780	0,1390	0,1580	
approx. 2	50,5					57,1	3,16	4,700	0,1586	0,1792	
approx. 2 15/16	74,4	0,160	4,06	8	3 1/4	82,5	5,76	8,580	0,2338	0,2592	
approx. 4 1/4	101,3					111,1	9,35	13,950	0,3180	0,3490	
approx. 5 1/16	129,0	0,212	5,40	5	5 1/2	139,7	13,05	19,450	0,4055	0,4380	

Tabella 37. Tubos de fumo de aço macio.

Diam. int. mm	Espessura da parede mm	Diam. ext. mm	Peso por m em kg	Superf. por m em m <sup>2</sup>	
				interior	exterior
28	3	34	2,29	0,088	0,107
29	3 1/2	36	2,90	0,091	0,113
30	2 1/2	35	2,01	0,094	0,120
36	2 1/2	41	2,36	0,116	0,127
39	3	45	3,12	0,121	0,139
40	2 1/2	45	2,62	0,124	0,139
41	2 1/2	46	2,68	0,127	0,143
45	2 1/2	50	2,92	0,139	0,155
46	2 1/2	51	2,99	0,143	0,158
47	2 1/2	52	3,05	0,146	0,161
50	2 1/2	55	3,23	0,155	0,171
51	3	57	4,00	0,158	0,177
55	2 1/2	60	3,54	0,171	0,186
100	4 1/2	109	11,62	0,314	0,342
118	4 1/2	127	13,58	0,371	0,399
119	4	127	12,13	0,374	0,399
125	4	133	12,74	0,393	0,418

Tabella 38. Tubos Serve.

Diametro		Num. das estrias	Alt d. estrias mm	Peso theor. por m kg	Superf. de aquecim. por m		Secção interior m <sup>2</sup>
int. mm	ext. mm				int. m <sup>2</sup>	ext. m <sup>2</sup>	
45	50	7	8	3,680	0,22955	0,1570	0,001492
50	55	7	8	4,292	0,24402	0,1729	0,001829
55	60	8	10	5,058	0,30416	0,1885	0,002183
60	65	8	12	5,762	0,34855	0,2041	0,002580
65	70	8	12	6,317	0,36354	0,2196	0,003038
75	80	8	15	9,758	0,41171	0,2513	0,003775

As estrias são uns 160 mm mais curtas do que a distancia entre as chapas tubulares. As extremidades dos tubos são lisas.



Tabella 39.

Tubos de aço macio.

Os tubos de diametro inferior a 60 mm estão indicados na tabella 37.

Diametro interior mm	Diametro exterior mm	Espessura da parede mm	Peso por metro kg
60	67	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5,48
65	72	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5,92
70	78	4	7,30
75	83	4	7,79
80	88	4	8,30
85	93	4	8,78
90	99	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10,40
100	110	5	12,95
110	120	5	14,20
120	130	5	15,45
130	142	6	20,20
140	152	6	21,60
160	172	6	24,55
180	194	7	32,46
200	214	7	35,80
220	234	7	39,20

Tabella 40.

Pesos de materiaes dispostos por camadas.

Peso de 1 m <sup>3</sup> em Kilogrammas	Numero de metros cubicos em 10 000 Kg.
Linhite . . . . . 650—780	Linhite . . . . . 13—15
Madeira de carvalho . . . . . 420	Madeira de carvalho . . . . . 29,8
Madeira de pinho vermelho . . . 320	Madeira de pinho vermelho . . . 31,3
Hulha : da Saxonia . . . . . 770—800	Hulha : da Saxonia . . . . . 12,5—13
da bacia do Saar . . . . . 720—800	da bacia do Saar . . . . . 12,5—13,9
da bacia do Ruhr . . . . . 700—800	da bacia do Ruhr . . . . . 12,5—13,2
da Silesia . . . . . 800—860	da Silesia . . . . . 11,6—12,5
Coque . . . . . 380—530	Coque . . . . . 19—26
Turfa . . . . . 325—410	Turfa . . . . . 24,4—30,8
Madeira de pinho branco . . . . 340	Madeira de pinho branco . . . . 29,4



Tabella 41.

Pesos especificos, volumes e pontos de fusão.

Materia	Symbolo	Peso espec.	Volume espec.	Pontos de fusão (centigrados)
Aço		7,86	0,127	1300—1400
Aço doce (macio)		7,85	0,128	1350—1450
Aço duro		7,86	0,127	1300—1400
Aço soldavel (caldeavel)		7,86	0,127	1300—1400
Alumínio	Al	2,6	0,385	657
Alvaiade (cerusa)		6,7	0,149	
Anthracite		1,4	0,725	
Antimonio	Sb	6,7	0,150	430
Arsenio	As	5,7	0,176	
Asbesto		2,1—2,8	0,48—0,36	
Amianto em cartão		1,2	0,832	
Asphalto (Betume)		1,1—1,5	0,91—0,67	100
Betom		1,8—2,45	0,55—0,41	
Bismuto	Bi	9,82	0,102	269
Borracha		1,45	0,690	
Bronze (com 14 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> de Sn)	Cu+Sn	8,9	0,113	900
Bronze fosforoso		8,8	0,114	980—1000
Carboneto de calcio		2,26	0,443	
Cimento		3,00	0,333	
Cimento em pó		1,9	0,525	
Chumbo	Pb	11,3	0,089	327
Cinabrio	Hgs	8,12	0,123	
Cobre	Cu	8,9—9,0	0,112—0,111	1084
Coque		1,4	0,714	
Cortiça		0,24	4,17	
Couro		0,86—1,00	1,16—1,00	
Estanho	Sn	7,2	0,139	232
Ferro caldeavel		7,8	0,128	1500—1600
Ferro tuadido		7,25	0,138	1100—1200
Graphite		1,9—2,3	5,31—4,35	
Hulha		1,2—1,5	0,83—0,67	
Hulha em briquete		1,25	0,8	
Latão (32 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> de Zn)	Cu+Zn	8,7	0,115	900
Lignite		1,2—1,5	0,83—0,67	
Madeira: de carvalho		0,69—1,03	1,45—0,97	
de pinho verm.		0,35—0,60	2,86—1,67	
de pinheiro bravo		0,31—0,76	3,22—1,32	
pitchpine		0,83—0,85	1,21—1,18	
de pinh. branco		0,35—0,75	2,70—1,33	
Magnesia		3,2	0,313	
Metal branco		7,1	0,141	365
Metal Delta		8,6	0,116	950
Minio	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	8,6—9,1	0,116—0,11	
Naphta		0,76	1,32	
Oleo mineral delubrific.		0,9—0,93	1,11—1,07	
Petroleo (kerosene)		0,79—0,82	1,27—1,22	
Tijolos refractarios		1,85	0,540	
Turfa		0,3	3,333	
Vidro (de janella)		2,4—2,6	0,416—0,385	800—1400
Zinco	Zn	6,86—7,2	0,146—0,139	419

Tabella 42. Conversão do systema metrico em medida inglêza.

Millimetro	× 0,03937	= pollegada.
Metro	× 3,281	= pé.
Metro	× 1,094	= jarda.
Kilometro	× 0,621	= legua inglêza.
Kilometro	× 0,5396	= milha maritima inglêza.
Millimetro quadr.	× 0,00155	= pollegada quadrada.
Centimetro quadr.	× 0,155	= pollegada quadrada.
Metro quadrado	× 10,7643	= pé quadrado.
Centimetro cubico	× 0,061022	= pollegada cubica.
Decimetro cubico	× 61,022	= pollegada cubica.
Decimetro cubico	× 0 2201	= gallão ingl.
Decimetro cubico	× 0,2642	= gallão americ.
Metro cubico	× 220,1	= gallão ingl.
Metro cubico	× 264,2	= gallão americ.
Metro cubico	× 35,3166	= pé cubico.
Metro cubico	× 0,35315	= tonelada registrada.
Gramma	× 15,432	= grão.
Kilogramma	× 2,2046	= libra.
Tonelada	× 0,984206	= tonelada ingl.
Tonelada	× 1,10231	= tonelada americana.
Kilogramma por metro	× 0,672	= libra por pé.
Kilogramma por cm <sup>2</sup>	× 14,223	= libra por poll. quadr.
Kilogramma por millimetro quadr.	× 0,635	= tonelada por poll. quadr.
Gramma por cm <sup>3</sup>	× 0,03612	= libra por poll. cubica.
Kilogramma por m <sup>3</sup>	× 0,0624	= libra por pé cubico.
Kilogrammetro	× 7,233	= pé-libra.
Cavallo (força metrica de cavallo)	× 0,9863	= HP ingl.
(Centigrado + 1,8)	+ 32	= gráo Fahrenheit.
Caloria	× 3,986	= B. T. U.

Tabella 43. Conversão da medida inglêza em systema metrico.

Pollegada	× 25,4	= millimetro.
Pé	× 0,305	= metro.
Jarda	× 0,9144	= metro.
Legua inglêza	× 1,6093	= kilometro.
Milha maritima	× 1,85315	= kilometro.
Pollegada quadr.	× 645,1	= millimetro quadr.
Pollegada quadr.	× 6,451	= centimetro quadr.
Pé quadrado	× 0,0929	= metro quadrado.
Pollegada cubica	× 16,383	= centimetro cubico.
Pollegada cubica	× 0,016383	= decimetro cubico.
Gallão ingl.	× 4,5435	= decimetro cubico.
Gallão americ.	× 3,78	= decimetro cubico.
Gallão ingl.	× 0,00454	= metro cubico.
Gallão americano	× 0,00378	= metro cubico.
Pé cubico	× 0,028315	= metro cubico.
Tonelada registrada	× 2,8315	= metro cubico.
Grão	× 0,648	= gramma.
Libra	× 0,453592	= kilogramma.
Tonelada inglêza.	× 1,0160475	= tonelada.
Tonelada americana	× 0,9071853	= tonelada.
Libra por pé	× 1,4882	= kilogramma por metro.
Libra por poll. quadr.	× 0,0703	= kilogramma por cm <sup>2</sup> .
Tonelada por poll. quadr.	× 1,575	= kilogramma por mm <sup>2</sup> .
Libra por poll. cubica	× 27,7	= gramma por cm <sup>3</sup> .
Libra por pé cubico	× 16,02	= kilogramma por m <sup>3</sup> .
Libra-pé	× 0,13826	= kilogrammetro.
HP	× 1,014	= cavallo.
(Gráo Fahrenheit - 32)	× 0,556	= centigrado.
B. T. U.	× 0,251	= caloria.

Tabella 44.

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1000}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1	1	1	1,0000	1,0000	1000,000	3,142	0,7854	1
2	4	8	1,4142	1,2599	500,000	6,283	3,1416	2
3	9	27	1,7321	1,4422	333,333	9,425	7,0686	3
4	16	64	2,0000	1,5874	250,000	12,566	12,5664	4
5	25	125	2,2361	1,7100	200,000	15,708	19,6350	5
6	36	216	2,4495	1,8171	166,667	18,850	28,2743	6
7	49	343	2,6458	1,9129	142,857	21,991	38,4845	7
8	64	512	2,8284	2,0000	125,000	25,133	50,2655	8
9	81	729	3,0000	2,0801	111,111	28,274	63,6173	9
10	100	1000	3,1623	2,1544	100,000	31,416	78,5398	10
11	121	1331	3,3166	2,2240	90,9091	34,558	95,0332	11
12	144	1728	3,4641	2,2894	83,3333	37,699	113,097	12
13	169	2197	3,6056	2,3513	76,9231	40,841	132,732	13
14	196	2744	3,7417	2,4101	71,4286	43,982	153,938	14
15	225	3375	3,8730	2,4662	66,6667	47,124	176,715	15
16	256	4096	4,0000	2,5198	62,5000	50,265	201,062	16
17	289	4913	4,1231	2,5713	58,8235	53,407	226,980	17
18	324	5832	4,2426	2,6207	55,5556	56,549	254,469	18
19	361	6859	4,3589	2,6684	52,6316	59,690	283,529	19
20	400	8000	4,4721	2,7144	50,0000	62,832	314,159	20
21	441	9261	4,5826	2,7589	47,6190	65,937	346,361	21
22	484	10648	4,6904	2,8020	45,4545	69,115	380,133	22
23	529	12167	4,7958	2,8439	43,4783	72,257	415,476	23
24	576	13824	4,8990	2,8845	41,6667	75,398	452,389	24
25	625	15625	5,0000	2,9240	40,0000	78,540	490,874	25
26	676	17576	5,0990	2,9625	38,4615	81,681	530,929	26
27	729	19683	5,1963	3,0000	37,0370	84,823	572,555	27
28	784	21952	5,2915	3,0366	35,7143	87,965	615,752	28
29	841	24389	5,3852	3,0723	34,4828	91,106	660,520	29
30	900	27000	5,4772	3,1072	33,3333	94,248	706,858	30
31	961	29791	5,5678	3,1414	32,2581	97,389	754,768	31
32	1024	32768	5,6569	3,1748	31,2500	100,531	80,4248	32
33	1089	35937	5,7446	3,2075	30,3030	103,673	855,299	33
34	1156	39304	5,8310	3,2396	29,4118	106,814	907,920	34
35	1225	42875	5,9161	3,2711	28,5714	109,956	962,113	35
36	1296	46656	6,0000	3,3019	27,7778	113,097	1017,88	36
37	1369	50653	6,0828	3,3322	27,0270	116,239	1075,21	37
38	1444	54872	6,1644	3,3620	26,3158	119,381	1134,11	38
39	1521	59319	6,2450	3,3912	25,6410	122,522	1194,59	39
40	1600	64000	6,3246	3,4200	25,0000	125,66	1256,64	40
41	1681	68921	6,4031	3,4482	24,3902	128,81	1320,25	41
42	1764	74088	6,4807	3,4760	23,8095	131,95	1385,44	42
43	1849	79507	6,5574	3,5034	23,2558	135,09	1452,20	43
44	1936	85184	6,6332	3,5303	22,7273	138,23	1520,53	44
45	2025	91125	6,7082	3,5569	22,2222	141,37	1590,43	45
46	2116	97336	6,7823	3,5830	21,7391	144,51	1661,90	46
47	2209	103823	6,8557	3,6088	21,2766	147,65	1734,94	47
48	2304	110592	6,9282	3,6342	20,8333	150,80	1809,56	48
49	2401	117649	7,0000	3,6593	20,4082	153,94	1885,74	49
50	2500	125000	7,0711	3,6840	20,0000	157,08	1963,50	50

Tabella 44.

n	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1000}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
51	2601	132651	7,1414	3,7084	19,6078	160,22	2042,82	51
52	2704	140608	7,2111	3,7325	19,2308	163,36	2123,72	52
53	2809	148877	7,2801	3,7563	18,8679	166,50	2206,18	53
54	2916	157464	7,3485	3,7798	18,5185	169,65	2290,22	54
55	3025	166375	7,4162	3,8030	18,1818	172,79	2375,83	55
56	3136	175616	7,4833	3,8259	17,8571	175,93	2463,01	56
57	3249	185193	7,5498	3,8485	17,5439	179,07	2551,76	57
58	3364	195112	7,6158	3,8709	17,2414	182,21	2642,08	58
59	3481	205379	7,6811	3,8930	16,9492	185,35	2733,97	59
60	3600	216000	7,7460	3,9149	16,6667	188,50	2827,43	60
61	3721	226981	7,8102	3,9365	16,3934	191,64	2922,47	61
62	3844	238328	7,8740	3,9579	16,1290	194,78	3019,07	62
63	3969	250047	7,9373	3,9791	15,8730	197,92	3117,25	63
64	4096	262144	8,0000	4,0000	15,6250	201,06	3216,99	64
65	4225	274625	8,0623	4,0207	15,3846	204,20	3318,31	65
66	4356	287496	8,1240	4,0412	15,1315	207,35	3421,19	66
67	4489	300763	8,1854	4,0615	14,9254	210,49	3525,65	67
68	4624	314432	8,2462	4,0817	14,7059	213,63	3631,98	68
69	4761	328509	8,3066	4,1016	14,4928	216,77	3739,28	69
70	4900	343000	8,3666	4,1213	14,2857	219,91	3848,45	70
71	5041	357911	8,4261	4,1408	14,0845	223,05	3959,19	71
72	5184	373428	8,4853	4,1602	13,8889	226,19	4071,50	72
73	5329	389017	8,5440	4,1793	13,6986	229,34	4185,39	73
74	5476	405224	8,6023	4,1983	13,5135	232,48	4300,84	74
75	5625	421875	8,6603	4,2172	13,3333	235,62	4417,86	75
76	5776	438976	8,7178	4,2358	13,1579	238,76	4536,43	76
77	5929	456533	8,7750	4,2543	12,9870	241,90	4656,63	77
78	6084	474552	8,8318	4,2727	12,8205	245,04	4778,36	78
79	6241	493039	8,8882	4,2908	12,6582	248,19	4901,67	79
80	6400	512000	8,9443	4,3089	12,5000	251,33	5026,55	80
81	6561	531441	9,0000	4,3267	12,3457	254,47	5153,00	81
82	6724	551368	9,0554	4,3445	12,1951	257,61	5281,02	82
83	6889	571787	9,1104	4,3621	12,0482	260,75	5410,61	83
84	7056	592704	9,1652	4,3795	11,9048	263,89	5541,77	84
85	7225	614125	9,2195	4,3968	11,7647	267,04	5674,50	85
86	7396	636056	9,2736	4,4140	11,6279	270,18	5808,80	86
87	7569	658503	9,3274	4,4310	11,4943	273,32	5944,68	87
88	7744	681472	9,3808	4,4480	11,3636	276,46	6082,12	88
89	7921	704969	9,4340	4,4647	11,2360	279,60	6221,14	89
90	8100	729000	9,4868	4,4814	11,1111	282,74	6361,73	90
91	8281	753571	9,5394	4,4979	10,9890	285,88	6503,88	91
92	8464	778688	9,5917	4,5144	10,8696	289,03	6647,61	92
93	8649	804357	9,6437	4,5307	10,7527	292,17	6792,91	93
94	8836	830584	9,6954	4,5468	10,6383	295,31	6939,78	94
95	9025	857375	9,7468	4,5629	10,5263	298,45	7088,22	95
96	9216	884736	9,7980	4,5789	10,4167	301,59	7238,23	96
97	9409	912673	9,8489	4,5947	10,3093	304,73	7389,81	97
98	9604	941192	9,8995	4,6104	10,2041	307,88	7542,96	98
99	9801	970299	9,9499	4,6261	10,1010	311,02	7697,69	99
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	10,0000	314,16	7853,98	100



Tabellas de conversão.  
1º Pollegadas inglêsas em millímetros.

Pol.	0	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	Pol.
0	0,000	1,587	3,175	4,762	6,350	7,937	9,525	11,112	12,700	14,287	15,875	17,462	19,050	20,637	22,225	23,812	0
1	25,400	26,957	28,574	30,162	31,749	33,337	34,924	36,512	38,099	39,687	41,274	42,862	44,449	46,037	47,624	49,212	1
2	50,799	52,387	53,974	55,561	57,149	58,736	60,324	61,911	63,499	65,086	66,674	68,261	69,859	71,436	73,024	74,611	2
3	76,199	77,786	79,374	80,961	82,549	84,136	85,723	87,311	88,898	90,486	92,073	93,661	95,248	96,836	98,423	100,01	3
4	101,60	103,19	104,77	106,36	107,95	109,54	111,12	112,71	114,30	115,89	117,47	119,06	120,65	122,24	123,82	125,41	4
5	127,00	128,59	130,17	131,76	133,35	134,94	136,52	138,11	139,70	141,28	142,87	144,46	146,05	147,64	149,22	150,81	5
6	152,40	153,98	155,57	157,16	158,75	160,33	161,92	163,51	165,10	166,68	168,27	169,86	171,45	173,03	174,62	176,21	6
7	177,80	179,38	180,97	182,56	184,15	185,73	187,32	188,91	190,50	192,08	193,67	195,26	196,85	198,43	200,02	201,61	7
8	203,20	204,78	206,37	207,96	209,55	211,13	212,72	214,31	215,90	217,48	219,07	220,66	222,25	223,83	225,42	227,01	8
9	228,60	230,18	231,77	233,36	234,95	236,53	238,12	239,71	241,30	242,88	244,47	246,06	247,65	249,23	250,82	252,41	9
10	254,00	255,58	257,17	258,76	260,35	261,93	263,52	265,11	266,70	268,28	269,87	271,46	273,05	274,63	276,22	277,81	10
11	279,39	280,98	282,57	284,16	285,74	287,33	288,92	290,51	292,09	293,68	295,27	296,86	298,44	300,03	301,62	303,21	11
12	304,79	306,38	307,97	309,56	311,14	312,73	314,32	315,91	317,49	319,08	320,67	322,26	323,84	325,43	327,02	328,61	12
13	330,19	331,78	333,37	334,96	336,54	338,13	339,72	341,31	342,89	344,48	346,07	347,66	349,24	350,83	352,42	354,01	13
14	355,59	357,18	358,77	360,36	361,94	363,53	365,12	366,71	368,29	369,88	371,47	373,06	374,64	376,23	377,82	379,41	14
15	380,99	382,58	384,17	385,76	387,34	388,93	390,52	392,11	393,69	395,28	396,87	398,46	400,04	401,63	403,22	404,81	15
16	406,39	407,98	409,57	411,16	412,74	414,33	415,92	417,50	419,09	420,68	422,27	423,85	425,44	427,03	428,62	430,20	16
17	431,79	433,38	434,97	436,55	438,14	439,73	441,32	442,90	444,49	446,08	447,67	449,25	450,84	452,43	454,02	455,60	17
18	457,19	458,78	460,37	461,95	463,54	465,13	466,72	468,30	469,89	471,48	473,07	474,65	476,24	477,83	479,42	481,00	18
19	482,59	484,18	485,77	487,35	488,94	490,53	492,12	493,70	495,29	496,88	498,47	500,05	501,64	503,23	504,82	506,40	19
20	507,99	509,58	511,17	512,75	514,34	515,93	517,52	519,10	520,69	522,28	523,87	525,45	527,04	528,63	530,22	531,80	20
21	533,39	534,98	536,57	538,15	539,74	541,33	542,92	544,50	546,09	547,68	549,27	550,85	552,44	554,03	555,61	557,20	21
22	558,79	560,38	561,96	563,55	565,14	566,73	568,31	569,90	571,49	573,08	574,66	576,25	577,84	579,43	581,01	582,60	22
23	584,19	585,78	587,36	588,95	590,54	592,13	593,71	595,30	596,89	598,48	600,06	601,65	603,24	604,83	606,41	608,00	23
24	609,59	611,18	612,76	614,35	615,94	617,53	619,11	620,70	622,29	623,88	625,46	627,05	628,64	630,23	631,81	633,40	24



Poll.	O	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	Poll.
25	634.99	636.58	638.16	639.75	641.34	642.93	644.51	646.10	647.69	649.28	650.86	652.45	654.04	655.63	657.21	658.80	25
26	660.39	661.98	663.56	665.15	666.74	668.33	669.91	671.50	673.09	674.68	676.26	677.85	679.44	681.03	682.61	684.20	26
27	685.79	687.38	688.96	690.55	692.14	693.73	695.31	696.90	698.49	700.07	701.66	703.25	704.84	706.42	708.01	709.60	27
28	711.19	712.77	714.36	715.95	717.54	719.12	720.71	722.30	723.89	725.47	727.06	728.65	730.24	731.82	733.41	735.00	28
29	736.59	738.17	739.76	741.35	742.94	744.52	746.11	747.70	749.29	750.87	752.46	754.05	755.64	757.22	758.81	760.40	29
30	761.99	763.57	765.16	766.75	768.34	769.92	771.51	773.10	774.69	776.27	777.86	779.45	781.04	782.62	784.21	785.80	30
31	787.39	788.97	790.56	792.15	793.74	795.32	796.91	798.50	800.09	801.67	803.26	804.85	806.44	808.02	809.61	811.20	31
32	812.79	814.37	815.96	817.55	819.14	820.72	822.31	823.90	825.49	827.07	828.66	830.25	831.83	833.42	835.01	836.60	32
33	838.18	839.77	841.36	842.95	844.53	846.12	847.71	849.30	850.88	852.47	854.06	855.65	857.23	858.82	860.41	862.00	33
34	863.58	865.17	866.76	868.35	869.93	871.52	873.11	874.70	876.28	877.87	879.46	881.05	882.63	884.22	885.81	887.40	34
35	888.98	890.57	892.16	893.75	895.33	896.92	898.51	900.10	901.68	903.27	904.86	906.45	908.03	909.62	911.21	912.80	35
36	914.38	915.97	917.56	919.15	920.73	922.32	923.91	925.50	927.08	928.67	930.26	931.85	933.43	935.02	936.61	938.20	36
37	939.78	941.37	942.96	944.55	946.13	947.72	949.31	950.89	952.48	954.07	955.66	957.25	958.83	960.42	962.01	963.60	37
38	965.18	966.77	968.36	969.94	971.53	973.12	974.71	976.29	977.88	979.47	981.06	982.64	984.23	985.82	987.41	988.99	38
39	990.58	992.17	993.76	995.34	996.93	998.52	1000.1	1001.7	1003.3	1004.9	1006.5	1008.0	1009.6	1011.2	1012.8	1014.4	39
40	1016.0	1017.6	1019.2	1020.7	1022.3	1023.9	1025.5	1027.1	1028.7	1030.3	1031.9	1033.4	1035.0	1036.6	1038.2	1039.8	40
41	1041.4	1043.0	1044.6	1046.1	1047.7	1049.3	1050.9	1052.5	1054.1	1055.7	1057.3	1058.8	1060.4	1062.0	1063.6	1065.2	41
42	1066.8	1068.4	1070.0	1071.5	1073.1	1074.7	1076.3	1077.9	1079.5	1081.1	1082.7	1084.2	1085.8	1087.4	1089.0	1090.6	42
43	1092.2	1093.8	1095.4	1096.9	1098.5	1100.1	1101.7	1103.3	1104.9	1106.5	1108.1	1109.6	1111.2	1112.8	1114.4	1116.0	43
44	1117.6	1119.2	1120.8	1122.3	1123.9	1125.5	1127.1	1128.7	1130.3	1131.9	1133.5	1135.0	1136.6	1138.2	1139.8	1141.4	44
45	1143.0	1144.6	1146.2	1147.7	1149.3	1150.9	1152.5	1154.1	1155.7	1157.3	1158.9	1160.4	1162.0	1163.6	1165.2	1166.8	45
46	1168.4	1170.0	1171.6	1173.1	1174.7	1176.3	1177.9	1179.5	1181.1	1182.7	1184.3	1185.8	1187.4	1189.0	1190.6	1192.2	46
47	1193.8	1195.4	1197.0	1198.5	1200.1	1201.7	1203.3	1204.9	1206.5	1208.1	1209.7	1211.2	1212.8	1214.4	1216.0	1217.6	47
48	1219.2	1220.8	1222.4	1223.9	1225.5	1227.1	1228.7	1230.3	1231.9	1233.5	1235.1	1236.6	1238.2	1239.8	1241.4	1243.0	48
49	1244.6	1246.2	1247.8	1249.3	1250.9	1252.5	1254.1	1255.7	1257.3	1258.9	1260.5	1262.0	1263.6	1265.2	1266.8	1268.4	49
50	1270.0	1271.6	1273.2	1274.7	1276.3	1277.9	1279.5	1281.1	1282.7	1284.3	1285.9	1287.4	1289.0	1290.6	1292.2	1293.8	50
51	1295.4	1297.0	1298.6	1300.1	1301.7	1303.3	1304.9	1306.5	1308.1	1309.7	1311.3	1312.8	1314.4	1316.0	1317.6	1319.2	51
52	1320.8	1322.4	1324.0	1325.5	1327.1	1328.7	1330.3	1331.9	1333.5	1335.1	1336.7	1338.2	1339.8	1341.4	1343.0	1344.6	52
53	1346.2	1347.8	1349.4	1350.9	1352.5	1354.1	1355.7	1357.3	1358.9	1360.5	1362.1	1363.6	1365.2	1366.8	1368.4	1370.0	53
54	1371.6	1373.2	1374.8	1376.3	1377.9	1379.5	1381.1	1382.7	1384.3	1385.9	1387.4	1389.0	1390.6	1392.2	1393.8	1395.4	54

## II. Metros em pés ingleses.

Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés
1	3,2809	26	85,3034	51	167,3258	76	249,3483
2	6,5618	27	88,5843	52	170,6067	77	252,6292
3	9,8427	28	91,8652	53	173,8876	78	255,9101
4	13,1236	29	95,1461	54	177,1685	79	259,1910
5	16,4045	30	98,4270	55	180,4494	80	262,4719
6	19,6854	31	101,7079	56	183,7303	81	265,7528
7	22,9663	32	104,9888	57	187,0112	82	269,0337
8	26,2472	33	108,2697	58	190,2921	83	272,3146
9	29,5281	34	111,5506	59	193,5730	84	275,5955
10	32,8090	35	114,8315	60	196,8539	85	278,8764
11	36,0899	36	118,1124	61	200,1348	86	282,1573
12	39,3708	37	121,3933	62	203,4157	87	285,4382
13	42,6517	38	124,6742	63	206,6966	88	288,7191
14	45,9326	39	127,9551	64	209,9775	89	292,0000
15	49,2135	40	131,2360	65	213,2584	90	295,2809
16	52,4944	41	134,5169	66	216,5393	91	298,5618
17	55,7753	42	137,7978	67	219,8202	92	301,8427
18	59,0562	43	141,0787	68	223,1011	93	305,1236
19	62,3371	44	144,3596	69	226,3820	94	308,4045
20	65,6180	45	147,6405	70	229,6629	95	311,6854
21	68,8989	46	150,9214	71	232,9438	96	314,9663
22	72,1798	47	154,2023	72	236,2247	97	318,2472
23	75,4607	48	157,4832	73	239,5056	98	321,5281
24	78,7416	49	160,7641	74	242,7865	99	324,8090
25	82,0225	50	164,0450	75	246,0674	100	328,0899

## III. Pés ingleses em metros.

Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros	Pés	Metros
1	0,3048	26	7,9246	51	15,5445	76	23,1643
2	0,6096	27	8,2294	52	15,8493	77	23,4691
3	0,9144	28	8,5342	53	16,1541	78	23,7739
4	1,2192	29	8,8390	54	16,4589	79	24,0797
5	1,5240	30	9,1438	55	16,7637	80	24,3835
6	1,8288	31	9,4486	56	17,0685	81	24,6883
7	2,1335	32	9,7534	57	17,3733	82	24,9931
8	2,4383	33	10,0582	58	17,6780	83	25,2979
9	2,7431	34	10,3630	59	17,9828	84	25,6027
10	3,0479	35	10,6678	60	18,2876	85	25,9075
11	3,3527	36	10,9726	61	18,5924	86	26,2123
12	3,6575	37	11,2774	62	18,8972	87	26,5171
13	3,9623	38	11,5822	63	19,2020	88	26,8219
14	4,2671	39	11,8870	64	19,5068	89	27,1267
15	4,5719	40	12,1918	65	19,8116	90	27,4315
16	4,8767	41	12,4966	66	20,1164	91	27,7363
17	5,1815	42	12,8013	67	20,4212	92	28,0410
18	5,4863	43	13,1061	68	20,7260	93	28,3458
19	5,7911	44	13,4109	69	21,0308	94	28,6506
20	6,0959	45	13,7157	70	21,3356	95	28,9554
21	6,4007	46	14,0205	71	21,6404	96	29,2602
22	6,7055	47	14,3253	72	21,9452	97	29,5650
23	7,0103	48	14,6301	73	22,2500	98	29,8108
24	7,3151	49	14,9349	74	22,5548	99	30,1746
25	7,6198	50	15,2397	75	22,8595	100	30,4794

## IV. Metros quadrados em pés quadrados inglês.

Metros quadr.	Pés quadrados	Metros quadr.	Pés quadrados	Metros quadr.	Pés quadrados	Metros quadr.	Pés quadrados
1	10,764	26	279,872	51	548,979	76	818,087
2	21,529	27	290,636	52	559,744	77	828,851
3	32,293	28	301,400	53	570,508	78	839,615
4	43,057	29	312,165	54	581,272	79	850,380
5	53,821	30	322,929	55	592,036	80	861,144
6	64,586	31	333,693	56	602,801	81	871,908
7	75,350	32	344,458	57	613,565	82	882,673
8	86,114	33	355,222	58	624,329	83	893,437
9	96,879	34	365,986	59	635,094	84	904,201
10	107,643	35	376,750	60	645,858	85	914,965
11	118,407	36	387,515	61	656,622	86	925,730
12	129,172	37	398,279	62	667,387	87	936,494
13	139,936	38	409,043	63	678,151	88	947,258
14	150,700	39	419,808	64	688,915	89	958,023
15	161,464	40	430,572	65	699,679	90	968,787
16	172,229	41	441,336	66	710,444	91	979,551
17	182,993	42	452,101	67	721,208	92	990,316
18	193,757	43	462,865	68	731,972	93	1001,080
19	204,522	44	473,629	69	742,737	94	1011,844
20	215,286	45	484,393	70	753,501	95	1022,608
21	226,050	46	495,158	71	764,265	96	1033,373
22	236,815	47	505,922	72	775,030	97	1044,137
23	247,579	48	516,686	73	785,794	98	1054,901
24	258,343	49	527,451	74	796,558	99	1065,666
25	269,107	50	538,215	75	807,322	100	1076,430

## V. Pés quadrados inglês em metros quadrados.

Pés quadr.	Metros quadrados	Pés quadr.	Metros quadrados	Pés quadr.	Metros quadrados	Pés quadr.	Metros quadrados
1	0,0929	26	2,4154	51	4,7379	76	7,0604
2	0,1858	27	2,5083	52	4,8308	77	7,1533
3	0,2787	28	2,6012	53	4,9237	78	7,2462
4	0,3716	29	2,6941	54	5,0166	79	7,3391
5	0,4645	30	2,7870	55	5,1095	80	7,4320
6	0,5574	31	2,8799	56	5,2024	81	7,5249
7	0,6503	32	2,9728	57	5,2953	82	7,6178
8	0,7432	33	3,0657	58	5,3882	83	7,7107
9	0,8361	34	3,1586	59	5,4811	84	7,8036
10	0,9290	35	3,2515	60	5,5740	85	7,8965
11	1,0219	36	3,3444	61	5,6669	86	7,9894
12	1,1148	37	3,4373	62	5,7598	87	8,0823
13	1,2077	38	3,5302	63	5,8527	88	8,1752
14	1,3005	39	3,6231	64	5,9456	89	8,2681
15	1,3935	40	3,7160	65	6,0385	90	8,3610
16	1,4864	41	3,8089	66	6,1314	91	8,4539
17	1,5793	42	3,9018	67	6,2243	92	8,5468
18	1,6722	43	3,9947	68	6,3172	93	8,6397
19	1,7651	44	4,0876	69	6,4101	94	8,7326
20	1,8580	45	4,1805	70	6,5030	95	8,8255
21	1,9509	46	4,2734	71	6,5959	96	8,9184
22	2,0438	47	4,3663	72	6,6888	97	9,0113
23	2,1367	48	4,4592	73	6,7817	98	9,1042
24	2,2296	49	4,5521	74	6,8746	99	9,1971
25	2,3225	50	4,6450	75	6,9675	100	9,2900

VI. Metros cubicos em pés cubicos inglêzes.

Metros cubicos	Pés cubicos	Metros cubicos	Pés cubicos	Metros cubicos	Pés cubicos	Metros cubicos	Pés cubicos
0,5	17,658	14	494,425	27,5	971,193	41	1447,960
1	35,316	14,5	512,084	28	988,850	41,5	1465,618
1,5	52,974	15	529,742	28,5	1006,509	42	1483,276
2	70,632	15,5	547,400	29	1024,168	42,5	1500,933
2,5	88,290	16	565,057	29,5	1041,826	43	1518,590
3	105,948	16,5	582,716	30	1059,483	43,5	1536,247
3,5	123,606	17	600,374	30,5	1077,142	44	1553,904
4	141,264	17,5	618,032	31	1094,800	44,5	1571,563
4,5	158,922	18	635,690	31,5	1112,457	45	1589,222
5	176,581	18,5	653,349	32	1130,115	45,5	1606,881
5,5	194,238	19	671,008	32,5	1147,773	46	1624,540
6	211,897	19,5	688,665	33	1165,432	46,5	1642,198
6,5	229,555	20	706,322	33,5	1183,090	47	1659,856
7	247,213	20,5	723,980	34	1200,748	47,5	1677,514
7,5	264,871	21	741,638	34,5	1218,406	48	1695,172
8	282,529	21,5	759,295	35	1236,064	48,5	1712,829
8,5	300,187	22	776,952	35,5	1253,722	49	1730,490
9	317,845	22,5	794,611	36	1271,380	49,5	1748,147
9,5	335,504	23	812,270	36,5	1289,039	50	1765,805
10	353,161	23,5	829,928	37	1306,698	50,5	1783,464
10,5	370,819	24	847,584	37,5	1324,357	51	1801,122
11	388,476	24,5	865,245	38	1342,016	51,5	1818,782
11,5	406,135	25	882,902	38,5	1359,673	52	1836,440
12	423,793	25,5	900,562	39	1377,330	52,5	1854,098
12,5	441,452	26	918,220	39,5	1394,987	53	1871,756
13	459,110	26,5	935,878	40	1412,644	53,5	1889,414
13,5	476,768	27	953,536	40,5	1430,302	54	1907,072

VII. Pés cubicos inglêzes em metros cubicos.

Pés cubic.	Metros cubicos	Pés cubic.	Metros cubicos	Pés cubic.	Metros cubicos	Pés cubic.	Metros cubicos
1	0,0283	14,5	0,4106	28	0,7928	41,5	1,1752
1,5	0,0425	15	0,4247	28,5	0,8070	42	1,1892
2	0,0566	15,5	0,4389	29	0,8211	42,5	1,2034
2,5	0,0708	16	0,4530	29,5	0,8353	43	1,2176
3	0,0849	16,5	0,4672	30	0,8495	43,5	1,2318
3,5	0,0991	17	0,4814	30,5	0,8637	44	1,2458
4	0,1133	17,5	0,4956	31	0,8777	44,5	1,2600
4,5	0,1275	18	0,5097	31,5	0,8919	45	1,2742
5	0,1416	18,5	0,5239	32	0,9051	45,5	1,2884
5,5	0,1558	19	0,5380	32,5	0,9193	46	1,3026
6	0,1699	19,5	0,5522	33	0,9344	46,5	1,3168
6,5	0,1841	20	0,5663	33,5	0,9486	47	1,3310
7	0,1982	20,5	0,5805	34	0,9628	47,5	1,3452
7,5	0,2124	21	0,5946	34,5	0,9770	48	1,3592
8	0,2265	21,5	0,6088	35	0,9912	48,5	1,3734
8,5	0,2407	22	0,6229	35,5	1,0054	49	1,3876
9	0,2548	22,5	0,6371	36	1,0194	49,5	1,4018
9,5	0,2690	23	0,6513	36,5	1,0336	50	1,4158
10	0,2832	23,5	0,6655	37	1,0478	50,5	1,4300
10,5	0,2974	24	0,6796	37,5	1,0620	51	1,4442
11	0,3115	24,5	0,6938	38	1,0760	51,5	1,4584
11,5	0,3257	25	0,7079	38,5	1,0902	52	1,4724
12	0,3398	25,5	0,7221	39	1,1044	52,5	1,4866
12,5	0,3540	26	0,7362	39,5	1,1186	53	1,5008
13	0,3681	26,5	0,7504	40	1,1326	53,5	1,5150
13,5	0,3823	27	0,7645	40,5	1,1468	54	1,5290
14	0,3964	27,5	0,7787	41	1,1610	54,5	1,5432



VIII. Litros em galões (Imp.) inglês.

Litros	Galões	Litros	Galões	Litros	Galões	Litros	Galões
1	0,22	26	5,72	51	11,22	76	16,73
2	0,44	27	5,94	52	11,44	77	16,95
3	0,66	28	6,16	53	11,67	78	17,17
4	0,88	29	6,38	54	11,89	79	17,39
5	1,10	30	6,60	55	12,11	80	17,61
6	1,32	31	6,82	56	12,33	81	17,83
7	1,54	32	7,04	57	12,55	82	18,05
8	1,76	33	7,26	58	12,77	83	18,27
9	1,98	34	7,48	59	12,99	84	18,49
10	2,20	35	7,70	60	13,21	85	18,71
11	2,42	36	7,92	61	13,43	86	18,93
12	2,64	37	8,14	62	13,65	87	19,15
13	2,86	38	8,36	63	13,87	88	19,37
14	3,08	39	8,58	64	14,09	89	19,59
15	3,30	40	8,80	65	14,31	90	19,81
16	3,52	41	9,02	66	14,53	91	20,03
17	3,74	42	9,24	67	14,75	92	20,25
18	3,96	43	9,46	68	14,97	93	20,47
19	4,18	44	9,68	69	15,19	94	20,69
20	4,40	45	9,90	70	15,41	95	20,91
21	4,62	46	10,12	71	15,63	96	21,13
22	4,84	47	10,34	72	15,85	97	21,35
23	5,06	48	10,56	73	16,07	98	21,57
24	5,28	49	10,78	74	16,29	99	21,79
25	5,50	50	11,00	75	16,51	100	22,01

IX. Galões (Imp.) inglês em litros.

Gall.	Litros	Gall.	Litros	Gall.	Litros	Gall.	Litros
1	4,543	26	118,130	51	231,717	76	345,304
2	9,087	27	122,674	52	236,260	77	349,847
3	13,630	28	127,217	53	240,804	78	354,391
4	18,174	29	131,761	54	245,347	79	358,934
5	22,717	30	136,304	55	249,891	80	363,478
6	27,261	31	140,848	56	254,434	81	368,021
7	31,804	32	145,391	57	258,978	82	372,565
8	36,348	33	149,935	58	263,521	83	377,108
9	40,891	34	154,478	59	268,065	84	381,651
10	45,435	35	159,021	60	272,608	85	386,195
11	49,978	36	163,565	61	277,152	86	390,738
12	54,522	37	168,108	62	281,695	87	395,282
13	59,065	38	172,652	63	286,239	88	399,825
14	63,609	39	177,195	64	290,782	89	404,369
15	68,152	40	181,739	65	295,326	90	408,912
16	72,696	41	186,282	66	299,869	91	413,456
17	77,239	42	190,826	67	304,412	92	417,999
18	81,782	43	195,369	68	308,956	93	422,543
19	86,326	44	199,913	69	313,499	94	427,086
20	90,869	45	204,456	70	318,043	95	431,630
21	95,413	46	209,000	71	322,586	96	436,173
22	99,956	47	213,543	72	327,130	97	440,717
23	104,500	48	218,087	73	331,673	98	445,260
24	109,043	49	222,630	74	336,217	99	449,804
25	113,587	50	227,173	75	340,760	100	454,347



X. Kilogrammas em libras inglêsas.

kg	Libras	kg	Libras	kg	Libras	kg	Libras
1	2,205	26	57,320	51	112,435	76	167,550
2	4,409	27	59,524	52	114,639	77	169,754
3	6,614	28	61,729	53	116,844	78	171,959
4	8,818	29	63,933	54	119,048	79	174,163
5	11,023	30	66,138	55	121,253	80	176,368
6	13,228	31	68,343	56	123,458	81	178,573
7	15,432	32	70,547	57	125,662	82	180,777
8	17,637	33	72,752	58	127,867	83	182,982
9	19,841	34	74,956	59	130,071	84	185,186
10	22,046	35	77,161	60	132,276	85	187,391
11	24,251	36	79,366	61	134,481	86	189,596
12	26,455	37	81,570	62	136,685	87	191,800
13	28,660	38	83,775	63	138,890	88	194,005
14	30,864	39	85,979	64	141,094	89	196,209
15	33,069	40	88,184	65	143,299	90	198,414
16	35,274	41	90,389	66	145,504	91	200,619
17	37,478	42	92,593	67	147,708	92	202,823
18	39,683	43	94,798	68	149,913	93	205,028
19	41,887	44	97,002	69	152,117	94	207,232
20	44,092	45	99,207	70	154,322	95	209,437
21	46,297	46	101,412	71	156,527	96	211,642
22	48,501	47	103,616	72	158,731	97	213,846
23	50,706	48	105,821	73	160,936	98	216,051
24	52,910	49	108,025	74	163,140	99	218,255
25	55,115	50	110,231	75	165,345	100	220,462

XI. Libras inglêsas em kilogrammas.

Libras	Kilo-grammas	Libras	Kilo-grammas	Libras	Kilo-grammas	Libras	Kilo-grammas
1	0,453593	26	11,793418	51	23,133243	76	34,473068
2	0,907186	27	12,247011	52	23,586836	77	34,926651
3	1,360779	28	12,700604	53	24,040429	78	35,380254
4	1,814372	29	13,154197	54	24,494022	79	35,833847
5	2,267965	30	13,607790	55	24,947615	80	36,287440
6	2,721558	31	14,061383	56	25,401208	81	36,741033
7	3,175151	32	14,514976	57	25,854801	82	37,194626
8	3,628744	33	14,968569	58	26,308394	83	37,648219
9	4,082337	34	15,422162	59	26,761987	84	38,101812
10	4,535930	35	15,875755	60	27,215580	85	38,555405
11	4,989523	36	16,329348	61	27,669173	86	39,008998
12	5,443116	37	16,782941	62	28,122766	87	39,462591
13	5,896709	38	17,236534	63	28,576359	88	39,916184
14	6,350302	39	17,690127	64	29,029952	89	40,369777
15	6,803895	40	18,143720	65	29,483545	90	40,823370
16	7,257488	41	18,597313	66	29,937138	91	41,276963
17	7,711081	42	19,050906	67	30,390731	92	41,730556
18	8,164674	43	19,504499	68	30,844324	93	42,184149
19	8,618267	44	19,958092	69	31,297917	94	42,637742
20	9,071860	45	20,411685	70	31,751510	95	43,091335
21	9,525453	46	20,865278	71	32,205103	96	43,544928
22	9,979046	47	21,318871	72	32,658696	97	43,998521
23	10,432639	48	21,772464	73	33,112289	98	44,452114
24	10,886232	49	22,226057	74	33,565882	99	44,905707
25	11,339825	50	22,679650	75	34,019475	100	45,359300

XII. Kilometros em milhas inglêzas.

km	Milhas	km	Milhas	km	Milhas	km	Milhas
1	0,621	26	16,156	51	31,690	76	47,225
2	1,243	27	16,777	52	32,312	77	47,846
3	1,864	28	17,399	53	32,933	78	48,468
4	2,485	29	18,020	54	33,554	79	49,089
5	3,107	30	18,641	55	34,176	80	49,710
6	3,728	31	19,263	56	34,797	81	50,332
7	4,350	32	19,884	57	35,419	82	50,953
8	4,971	33	20,505	58	36,040	83	51,574
9	5,592	34	21,127	59	36,661	84	52,196
10	6,214	35	21,748	60	37,283	85	52,817
11	6,835	36	22,370	61	37,904	86	53,439
12	7,457	37	22,991	62	38,525	87	54,060
13	8,078	38	23,612	63	39,147	88	54,681
14	8,699	39	24,234	64	39,768	89	55,303
15	9,321	40	24,855	65	40,390	90	55,924
16	9,942	41	25,477	66	41,011	91	56,545
17	10,563	42	26,098	67	41,632	92	57,167
18	11,185	43	26,719	68	42,254	93	57,788
19	11,806	44	27,341	69	42,875	94	58,410
20	12,428	45	27,962	70	43,497	95	59,031
21	13,049	46	28,583	71	44,118	96	59,652
22	13,670	47	29,205	72	44,739	97	60,274
23	14,292	48	29,826	73	45,361	98	60,895
24	14,913	49	30,448	74	45,982	99	61,517
25	15,534	50	31,069	75	46,603	100	62,138

XIII. Milhas inglêzas em kilometros.

Milhas	Kilometros	Milhas	Kilometros	Milhas	Kilometros	Milhas	Kilometros
1	1,609321	26	41,842346	51	82,075371	76	122,308396
2	3,218642	27	43,451667	52	83,684692	77	123,917717
3	4,827963	28	45,060988	53	85,294013	78	125,527038
4	6,437284	29	46,670309	54	86,903334	79	127,136559
5	8,046605	30	48,279630	55	88,512655	80	128,745680
6	9,655926	31	49,888951	56	90,121976	81	130,355001
7	11,265247	32	51,498272	57	91,731297	82	131,964322
8	12,874568	33	53,107593	58	93,340618	83	133,573643
9	14,483889	34	54,716914	59	94,949939	84	135,182964
10	16,093210	35	56,326235	60	96,559260	85	136,792285
11	17,702531	36	57,935556	61	98,168581	86	138,401606
12	19,311852	37	59,544877	62	99,777902	87	140,010927
13	20,921173	38	61,154198	63	101,387223	88	141,620248
14	22,530494	39	62,763519	64	102,996544	89	143,229569
15	24,139815	40	64,372840	65	104,605865	90	144,838890
16	25,749136	41	65,982161	66	106,215186	91	146,448211
17	27,358457	42	67,591482	67	107,824507	92	148,057532
18	28,967778	43	69,200803	68	109,433828	93	149,666853
19	30,577099	44	70,810124	69	111,043149	94	151,276174
20	32,186420	45	72,419445	70	112,652470	95	152,885495
21	33,795741	46	74,028766	71	114,261791	96	154,494816
22	35,405062	47	75,638087	72	115,871112	97	156,104137
23	37,014383	48	77,247408	73	117,480433	98	157,713458
24	38,623704	49	78,856729	74	119,089754	99	159,322779
25	40,233025	50	80,466050	75	120,699075	100	160,932100

XIV. Kilogr. por cm<sup>2</sup> em libras ingl. por polleg. quadr.

kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.
1,0	14,223	6,4	91,027	11,8	167,832	17,2	244,636
1,2	17,068	6,6	93,872	12,0	170,676	17,4	247,479
1,4	19,912	6,8	96,716	12,2	173,520	17,6	250,324
1,6	22,757	7,0	99,561	12,4	176,366	17,8	253,170
1,8	25,601	7,2	102,406	12,6	179,210	18,0	256,014
2,0	28,446	7,4	105,250	12,8	182,054	18,2	258,858
2,2	31,291	7,6	108,095	13,0	184,900	18,4	261,704
2,4	34,135	7,8	110,939	13,2	187,744	18,6	264,549
2,6	36,980	8,0	113,784	13,4	190,588	18,8	267,392
2,8	39,824	8,2	116,629	13,6	193,432	19,0	270,238
3,0	42,669	8,4	119,473	13,8	196,278	19,2	273,081
3,2	45,514	8,6	122,318	14,0	199,122	19,4	275,926
3,4	48,358	8,8	125,162	14,2	201,966	19,6	278,770
3,6	51,203	9,0	128,007	14,4	204,812	19,8	281,616
3,8	54,047	9,2	130,852	14,6	207,656	20,0	284,460
4,0	56,892	9,4	133,696	14,8	210,500	20,2	287,304
4,2	59,737	9,6	136,541	15,0	213,345	20,4	290,148
4,4	62,581	9,8	139,385	15,2	216,190	20,6	292,994
4,6	65,426	10,0	142,230	15,4	219,034	20,8	295,840
4,8	68,270	10,2	145,074	15,6	221,880	21,0	298,683
5,0	71,115	10,4	147,919	15,8	224,724	21,2	301,528
5,2	73,960	10,6	150,764	16,0	227,568	21,4	304,373
5,4	76,804	10,8	153,608	16,2	230,412	21,6	307,217
5,6	79,649	11,0	156,453	16,4	233,256	21,8	310,062
5,8	83,493	11,2	159,297	16,6	236,102	22,0	312,906
6,0	85,338	11,4	162,142	16,8	238,948		
6,2	88,183	11,6	164,986	17,0	241,792		

XV. Libras ingl. por polleg. quadr. em kilogr. por cm<sup>2</sup>.

lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>	lbs. poll. quadr.	kg cm <sup>2</sup>
100	7,031	154	10,827	208	14,624	262	18,421
102	7,171	156	10,968	210	14,765	264	18,561
104	7,312	158	11,109	212	14,905	266	18,702
106	7,452	160	11,249	214	15,046	268	18,842
108	7,593	162	11,390	216	15,186	270	18,983
110	7,734	164	11,530	218	15,327	272	19,123
112	7,874	166	11,671	220	15,467	274	19,264
114	8,014	168	11,812	222	15,608	276	19,405
116	8,155	170	11,952	224	15,748	278	19,545
118	8,296	172	12,093	226	15,889	280	19,686
120	8,437	174	12,233	228	16,030	282	19,827
122	8,587	176	12,374	230	16,171	284	19,967
124	8,728	178	12,515	232	16,311	286	20,108
126	8,868	180	12,655	234	16,452	288	20,248
128	9,009	182	12,796	236	16,593	290	20,389
130	9,140	184	13,937	238	16,734	292	20,530
132	9,281	186	13,077	240	16,874	294	20,670
134	9,421	188	13,218	242	17,015	296	20,811
136	9,562	190	13,358	244	17,155	298	20,951
138	9,702	192	13,499	246	17,296	300	21,092
140	9,843	194	13,639	248	17,436	302	21,232
142	9,983	196	13,780	250	17,577	304	21,373
144	10,124	198	13,921	252	17,718	306	21,514
146	10,265	200	14,062	254	17,858	308	21,655
148	10,405	202	14,202	256	17,999	310	21,795
150	10,546	204	14,343	258	18,140		
152	10,686	206	14,483	260	18,280		

XVI. Kilogrammas por millimetro quadrado em toneladas  
inglêsas por pollegada quadrada.

kg	ton.	kg	ton.	kg	ton.	kg	ton.
mm <sup>2</sup>	poll. quadr.	mm <sup>2</sup>	poll. quadr.	mm <sup>2</sup>	poll. quadr.	mm <sup>2</sup>	poll. quadr.
10	6,348	33	20,949	56	35,552	79	50,152
11	6,983	34	21,584	57	36,186	80	50,787
12	7,618	35	22,219	58	36,820	81	51,420
13	8,253	36	22,854	59	37,455	82	52,055
14	8,888	37	23,489	60	38,090	83	52,690
15	9,522	38	24,124	61	38,724	84	53,315
16	10,157	39	24,759	62	39,358	85	53,960
17	10,792	40	25,393	63	39,993	86	54,595
18	11,427	41	26,027	64	40,628	87	55,231
19	12,062	42	26,663	65	41,264	88	55,864
20	12,697	43	27,297	66	41,898	89	56,498
21	13,329	44	27,932	67	42,533	90	57,133
22	13,966	45	28,566	68	43,168	91	57,768
23	14,601	46	29,202	69	43,803	92	58,404
24	15,236	47	29,837	70	44,415	93	59,039
25	15,870	48	30,471	71	45,072	94	59,674
26	16,506	49	31,107	72	45,708	95	60,310
27	17,136	50	31,742	73	46,343	96	60,944
28	17,772	51	32,376	74	46,978	97	61,578
29	18,410	52	33,012	75	47,612	98	62,213
30	19,045	53	33,646	76	48,248	99	62,847
31	19,679	54	34,272	77	48,883		
32	20,314	55	34,916	78	49,518		

XVII. Toneladas inglêsas por pollegada quadrada em kilogrammas  
por millimetro quadrado.

ton.	kg	ton.	kg	ton.	kg	ton.	kg
poll. quadr.	mm <sup>2</sup>	poll. quadr.	mm <sup>2</sup>	poll. quadr.	mm <sup>2</sup>	poll. quadr.	mm <sup>2</sup>
5	7,876	19	29,926	33	51,984	47	74,032
5,5	8,664	19,5	30,715	33,5	52,762	47,5	74,820
6	9,450	20	31,504	34	53,548	48	75,609
6,5	10,237	20,5	32,292	34,5	54,342	48,5	76,393
7	11,026	21	33,080	35	55,130	49	77,182
7,5	11,813	21,5	33,868	35,5	55,916	49,5	77,964
8	12,601	22	34,656	36	56,700	50	78,760
8,5	13,387	22,5	35,442	36,5	57,490	50,5	79,541
9	14,175	23	36,228	37	58,272	51	80,322
9,5	14,963	23,5	37,016	37,5	59,061	51,5	81,109
10	15,752	24	37,804	38	59,852	52	81,896
10,5	16,540	24,5	38,589	38,5	60,641	52,5	82,686
11	17,328	25	39,380	39	61,422	53	83,474
11,5	18,114	25,5	40,161	39,5	62,219	53,5	84,262
12	18,902	26	40,948	40	63,008	54	85,050
12,5	19,687	26,5	41,737	40,5	63,790	54,5	85,840
13	20,474	27	42,525	41	64,584	55	86,640
13,5	21,263	27,5	43,315	41,5	65,372	55,5	87,408
14	22,052	28	44,105	42	66,156	56	88,208
14,5	22,849	28,5	44,901	42,5	66,948	56,5	89,006
15	23,628	29	45,698	43	67,736	57	89,778
15,5	24,413	29,5	46,477	43,5	68,547	57,5	90,570
16	25,203	30	47,256	44	69,312	58	91,396
16,5	25,988	30,5	48,041	44,5	70,098	58,5	92,145
17	26,774	31	48,826	45	70,884	59	92,954
17,5	27,562	31,5	49,620	45,5	71,670	59,5	93,733
18	28,354	32	50,406	46	72,456	60	94,512
18,5	29,136	32,5	51,191	46,5	73,239	60,5	95,297



XVIII. Milhas inglêzas por hora = kilometros por hora  
 = metros por segundo = voltas de roda por segundo  
 (diâmetro de 1 m)

Milhas ingl. por hora	Kilom. por hora	Metros por segundo	Voltas de roda por segundo	Milhas ingl. por hora	Kilom. por hora	Metros por segundo	Voltas de roda por segundo
3,11	5	1,39	0,44	43,50	70	19,45	6,20
6,21	10	2,78	0,88	46,60	75	20,84	6,65
9,32	15	4,17	1,32	49,71	80	22,22	7,08
12,43	20	5,56	1,77	52,82	85	23,61	7,53
15,53	25	6,95	2,22	55,92	90	25,00	7,97
18,64	30	8,34	2,66	59,03	95	26,39	8,41
21,75	35	9,73	3,10	62,14	100	27,80	8,86
24,85	40	11,11	3,54	65,24	105	29,19	9,30
27,96	45	12,50	3,99	68,35	110	30,58	9,74
31,06	50	13,90	4,43	71,46	115	31,96	10,19
34,18	55	15,29	4,87	74,57	120	33,34	10,63
37,28	60	16,67	5,32	77,67	125	34,73	11,08
40,39	65	18,06	5,75	80,78	130	36,12	11,50

Tabella 45.

Grãos de temperatura.

Réaumur = Centígrados = Fahrenheit.

R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F
-16	-20	-4	+40	+50	+122	+140	+175	+347	+640	+800	+1470
-12	-15	+5	44	55	131	144	180	356	680	850	1560
-8	-10	+14	48	60	140	148	185	365	720	900	1650
-4	-5	+23	52	65	149	152	190	374	760	950	1740
+0	+0	+32	56	70	158	156	195	383	800	1000	1830
+0,8	+1	+33,8	60	75	167	160	200	392	840	1050	1920
1,6	2	35,6	64	80	176	168	210	410	880	1100	2010
2,4	3	37,4	68	85	185	176	220	428	920	1150	2100
3,2	4	39,2	72	90	194	184	230	446	960	1200	2190
4,0	5	41,0	76	95	203	192	240	464	1000	1250	2280
4,8	6	42,8	80	100	212	200	250	482	1040	1300	2370
5,6	7	44,6	84	105	221	208	260	500	1080	1350	2460
6,4	8	46,4	88	110	230	216	270	518	1120	1400	2550
7,2	9	48,2	92	115	239	224	280	536	1160	1450	2640
8,0	10	50,0	96	120	248	232	290	554	1200	1500	2730
9,6	12	53,6	100	125	257	240	300	572	1240	1550	2820
11,2	14	57,2	104	130	266	280	350	662	1280	1600	2910
12,8	16	60,8	108	135	275	320	400	752	1320	1650	3000
14,4	18	64,4	112	140	284	360	450	842	1360	1700	3090
16	20	68	116	145	293	400	500	931	1400	1750	3180
20	25	77	120	150	302	440	550	1020	1440	1800	3270
24	30	86	124	155	311	480	600	1110	1480	1850	3360
28	35	95	128	160	320	520	650	1200	1520	1900	3450
32	40	104	132	165	329	560	700	1290	1560	1950	3540
36	45	113	136	170	338	600	750	1380	1600	2000	3630



Tabela 46.

Côres que o ferro toma a diferentes temperaturas.

	Centigrados	Réaumur	Fahrenheit
Vermelho nascente. . . . .	500	400	931
Vermelho escuro. . . . .	700	560	1290
Cereja escuro. . . . .	800	640	1470
Cereja . . . . .	900	720	1650
Cereja claro. . . . .	1000	800	1830
Alaranjado escuro. . . . .	1100	880	2010
Rubro vivo . . . . .	1150	920	2100
Alaranjado claro. . . . .	1200	960	2190
Branco . . . . .	1300	1040	2370
Branco vivo. . . . .	1350	1080	2460
Temperatura de soldar. . . . .	1400—1500	1120—1200	2550—2730
Branco purissimo . . . . .	mais de 1500	mais de 1200	mais de 2730

## Prescripções relativas aos materiaes e á construcção de locomotivas e tenders.

### 1º Prussia.

- a) „Vorschriften für die Beschaffenheit und Güteprüfung der beim Bau von Fahrzeugen nebst Zubehör zu verwendenden Materialien“; vom April 1910, nebst Nachträgen.
- b) (Prescripções relativas á qualidade e ao exame das materias utilizadas na construcção do material rodante, Abril de 1910, com supplementos).
- b) „Besondere Bedingungen für die Lieferung von Lokomotiven und Tendern“; Ausgabe 1914, nebst Nachträgen.
- b) (Condições especiaes a que deverão obedecer a construcção e o fornecimento de locomotivas-tender, edição de 1914, com supplementos).

### 2º França.

Cahier des Charges Unifié des Grandes Compagnies de Chemin de Fer Françaises.

(Caderno Unificado das Grandes Companhias Ferroviarias Francesas.)

Estas mesmas condições teem sido adoptadas igualmente pelas E. de F. secundarias francezas, assim como pelas administrações ferroviarias portuguezas e hespanholas.

As prescripções de materiaes de algumas grandes companhias francezas differem em diversos pontos do «Cahier des Charges Unifié».

### 3º Italia.

Capitolato d'oneri generale per la fornitura di materiale rotabile.

(Caderno geral de condições para o fornecimento de material circulante.)

### 4º Inglaterra.

British Standard Specifications for Material used in the construction of Railway Rolling Stock.

(Especificações Geraes Ingêzas para Materiaes, empregados na construcção de material circulante.)

Estas condições teem sido adoptadas igualmente pelas linhas do Egypto, das Indias Orientaes Ingêzas e pela maior parte das linhas particulares, exploradas por companhias ingêzas.

### 5º Argentina.

a) Prescripciones generales. (Prescripções geraes.)

b) Especificaciones 1 a 22. (Especificações 1 a 22.)

## Comparação dos sistemas chronologicos.

- a) Hora da Europa central (M. E. Z.) segundo o meridiano 15, de Greenwich para leste: na Allemanha, Austria, Hungria, Dinamarca, Suecia, Noruega, Suissa, Italia, Tcheco-Slovaquia, Servia.
- b) Hora da Europa occidental (W. E. Z.) segundo o meridiano de Greenwich uma hora em atrazo em relação á M. E. Z.: na Inglaterra, França, Belgica e Espanha.
- c) Hora da Europa oriental (O. E. Z.) segundo o meridiano 30, de Greenwich para leste, adiantada d'uma hora em relação á hora da Europa central: na Bulgaria, Rumania e no Egypto.
- d) Horas officiaes dos paizes respectivos segundo o meridiano da capital: Hollanda, Portugal, Grecia e Russia.

Em comparação com a hora da Europa central, os relógios dos Caminhos de Ferro:

na Europa occidental	andam atras.		na Europa oriental	and. adiant.	
	h	min.		h	min.
França (W. E. Z.) . . . . .	1	—	Grecia . . . . .	—	35
Paizes Baixos (hora de Amsterd.)	—	40	Bulgaria		
Belgica . . . . .			Rumania	O. E. Z.	1 —
Espanha . . . . .	W. E. Z.	1	Turquia Oriental		
Inglaterra e Escossia					Russia . . . . .
Irlanda . . . . .	1	25			
Portugal . . . . .	1	37			
em cidades fóra da Europa			em cidades fóra da Europa		
Rio de Janeiro . . . . .	3	53	Bombaim . . . . .	3	51
Halifax (Inter-Colonial Time) ×	5		Calcutta . . . . .	4	53
Boston (Eastern Time) . . ×	6	—	Hongkong . . . . . ×	7	—
New-York (Eastern Time) . ×	6	—	Albany (e toda a Austr. Occ.) ×	7	—
Chicago (Central Time) . . ×	7	—	Changhai (e toda a costa chin.) ×	7	—
Nova-Orleans (Central Time) ×	7	—	Yokohama (e todo o Japão) ×	8	—
Salt Lake City (Mount. Time) ×	8	—	Adeelaide (e toda a Austral. meridional) ×	8	—
São Francisco (Pacific Time) ×	9	—	Melbourne (e toda a Victoria) ×	9	—
Honolulu . . . . .	11	32	Sidney (et. New South Wales) ×	9	—
Apia (Ilhas de Samoa) . . .	12	27	Brisbania (e todo Queensland) ×	9	—

× Hora por zona horaria.

## Medidas itinerarias.

Nos diversos Estados europeos usam-se, além do kilometro, as medidas itinerarias seguintes:

1 milha inglêza = 1760 jardas . . . . .	= 1,609 km
1 milha marítima, de todas as nações (= 1/60 d'um grão de longitude medio) =	1,852 "
1 legua marítima franceza (lieue) = 3 milhas marítimas . . . . .	= 5,556 "
1 versta russa = 1500 archines . . . . .	= 1,067 "
1 legua norueguesa = 18000 varas norueguesas . . . . .	= 11,295 "
1 legua nova sueca . . . . .	= 10,000 "
1 legua dinamarqueza . . . . .	= 7,532 "
1 legua geographica . . . . .	= 7,420 "

1 grão equatorial (= 111,307 km) abrange 15 leguas geographicas.

1 grão meridional (= 1/90 do quadrante meridional = 111,120 km) inclue, na media, 60 milhas marítimas.



		Alemanha Administration des Estradas de ferro da Prussia				França Cahier des Charges unifié				Italia Estradas de ferro do Estado				Inglaterra Standard Specifications				Argentina Estradas de ferro do Estado														
Grupo	Peças	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida 200 mm	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida $\sqrt{66,7}$ S	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida 200 mm e 50 mm	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida 8" resp. 4"	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida $\sqrt{66,7}$ S											
Caldeira	Pressão em serviço = p				Pressão de prova p + 5				Pressão de prova p + 6				Pressão de prova p + 6									Pressão de prova p + 5										
	Chapas embutidas Chapas do corpo cylindrico Chapas accessorias da caldeira	Aço doce	34—41	25	Admitte-se, por excepção, com- primento menor de medida	Aço doce A	35—40	30	16 M P	Aço doce II	37—42	27	Comprimento de medida de 50 mm	Aço Martin acido	41,3-50,5	22		Aço doce	35—40	30	} Espec. 4											
	Qquadro da fornalha					Aço doce B	40—46	27	15 M P									Aço doce	40—46	27												
	Estacamento	Aço doce C e D	35	15, 28	12 M P	Ferro O, P	34, 37	20, 24	1 M P									Ferro	32	15	} Espec. 12											
	Tirantes transversaes e do ceu	Aço doce on ferro	34—41 34—38	25 12—18	Aço doce A <sup>1</sup>	35	28	3 M P	Aço doce									35—40	27—23													
	Fornalha	Cobre Cobre Bronze manganico	20	38	Cobre	20	35	91 M P	Cobre	21	35	Cobre	22	35	Cobre	22	35	Espec. 14														
	Estaes		22	38	Cobre	23	33	92 M P	Cobre	23	35	Cobre	22	40	Cobre	22	40	Espec. 15														
Tubos de fumaça	Aço doce Ferro	34 (41) 36 (34)	25 18 (12)	em sentido longit (em sentido transv.)	Aço particular- mente doce			37 M P Pressão de prova de 25 kg/cm <sup>2</sup>	Latão	70 Cu, 30 Zn	Pressão de prova de 25 kg/cm <sup>2</sup>	Latão	70 Cu, 30 Zn ou 2 Cu, 1 Zn	Pressão de prova de 52,5 kg/cm <sup>2</sup>	Latão	70 Cu, 30 Zn ou 2 Cu, 1 Zn	Pressão de prova de 50 kg/cm <sup>2</sup> Espec. 18															
Barras da grelha	Ferro fundido ou aço doce				Aço doce A <sub>2</sub> Ferro F <sub>2</sub>	38 32	23 6	3 M P 9 M P	Aço moldado	38—44	33—25	50 mm				Aço doce	40—46	27	Espec. 12													
Chapas e cantoneiras do cinzeiro	Aço doce	37—44	20		Aço doce C, A	35	15, 28	12 M P 3 M P	Aço doce	35—46	20					Aço doce	40—46	27														
Torneiras		Bronze, 84 % Cu, 15 % Sn, 1 % Zn				Bronze de 88 Cu, 9 Sn, 2 Zn, 1 Pb ou a juizo das Administrações respectivas				Bronze 88 Cu, 10 Sn, 2 Zn				Bronze 85 Cu, 13 Sn, 2 Zn																		
Tubos	Tubos de admissão de vapor Tubos intermediarios, tubos de escapamento do vapor Tubos pequenos do vapor Canos de lubrificação	Aço doce Cobre	34—41 20	25 38	ou ferro como os tubos de fu- maça	Aço doce Cobre			98 M P	Cobre	23	35	Pressão de prova 25 kg/cm <sup>2</sup>	Cobre		Pressão de prova de 52,5 kg/cm <sup>2</sup>	Aço doce	34—41	25	98 M P Tubos de freios de 20 kg/cm <sup>2</sup> Tubos de cale- facação de 15 kg/cm <sup>2</sup>	Aço doce	37—40	25	Pressão de prova de: 30 kg/cm <sup>2</sup> para diam. int.) 40 mm 35 kg/cm <sup>2</sup> para diam. int.) 40 mm	Cobre		Pressão de prova de 52,5 kg/cm <sup>2</sup>	Aço doce		Espec. 17 Espec. 19	Pressão de prova P=800 · $\frac{c}{d}$	
	Freio a ar compr. e calefacação								Aço doce																							34—41
	Freio a vacuo																															
Cylindros	Cylindros e tampas	Ferro fundido	18—24		Segmentos de em- bolos de ferro fun- dido de 12 a 14 kg	Ferro fundido	confor. ás especificações das Adm.			Ferro fundido	18—24	20	Pressão de prova no cyl. d. a. p. 21 kg/cm <sup>2</sup> ,	Ferro fundido			Pressão de prova de 25 kg/cm <sup>2</sup>	Ferro fundido	14—18	Espec. 22	Pressão de prova p + 3 kg/cm <sup>2</sup>											
	Embolos	Aço forjado	50—60	20		Aço M 3	45	15	201 D	Aço doce ou Aço moldado	37—44 44—49	25 15	no cyl. de b. p. 10 kg/cm <sup>2</sup>	Aço forjado	65	12	Peças cimentadas	Aço mold.	45	15	Espec. 11											
	Hastes de embolos					Aço for- jado DD	50	22	10 M P	Aço forjado	44—49	25—15 (p. 50 mm)		Aço moldado	44—49	25—15 (p. 50 mm)		Aço forjado	55—70	20—15	Peças forjadas ordinarias	Aço forjado	55—70	20—15	Espec. 10							
	Cruzeta: corpo da cr.					Aço M 3	45	15	201 D									Aço mold.	45	15	Espec. 11											
	calços da cr.	Ferro fundido	12—14			Ferro fundido												Ferro fundido	14—18		Espec. 22											
	faces de attrito de cr.	Metal branco	1 Cu, 15 Sn, 2 Sb				Metal branco <sup>2</sup>	10 Cu, 65 Pb, 25 Sb			Metal branco	6 Cu, 83 Sn, 11 Sb							Metal branco	5,5 Cu, 83,4 Sn, 11,1 Sb		Espec. 20										
	Paralelos	Aço doce	34—41	25		Aço	50	22	10 M P	Aço forjado	65	12		Aço forjado	65	12			Aço doce	35—40	30—28	Espec. 10										
Biella motriz, biella conjugada	Aço forjado	50—60	20		Bronze 1	84 Cu, 16 Sn			Aço forjado	45—55	22		Bronze	84 Cu, 16 Sn			Aço forjado	45—50	25—22	Espec. 10												
Coxins (bronzes)	Bronze	84 Cu, 15 Sn, 1 Zn				Metal branco 4	5,5 Cu, 84,3 Sn, 11,1 Sb			Bronze	84 Cu, 16 Sn			Metal branco	6 Cu, 83 Sn, 11 Sb			Bronze	85 Cu, 13 Sn, 2 Zn			Espec. 20										
Guarnição de metal branco	Metal branco	1 Cu, 15 Sn, 2 Sb																Metal branco	5,5 Cu, 83,4 Sn, 11,1 Sb			Espec. 20										



		Alemanha Administração das Estradas de ferro da Prússia				França Cahier des Charges unifié				Italia Estradas de ferro do Estado				Inglaterra Standard Specifications				Argentina Estradas de ferro do Estado											
Grupo	Peças	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida 200 mm	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida $\sqrt{66,7}$ S	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida 200 e 50 mm	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida 8", resp. 4"	Material	Resistência kg/mm <sup>2</sup>	Alongamento %	Observações: Comprimento de medida $\sqrt{66,7}$ S								
Distribuição	Gaveta	Bronze	84 Cu, 14 Sn, 1 Zn			Bronze, 84 Cu, 16 Sn				Bronze	84 Cu, 16 Sn			Aço ácido	A	42,6	25	Peças a cimentar Peças forjadas ordinarias Peças especies sem attrito Peças especies com attrito	Ferro fundido	14-18		Espec. 22							
	Valvula de distribuição	Ferro fundido	12-14		ou ferro de 34-36, 12 %	Ferro ou aço fundido				Aço mold.	44-49	25-15	sobre 50 mm		B	39,4-50,5	27-20		Aço forjado	55-70	20-15	Espec. 10							
	Grade e haste do distribuidor	Aço doce	34-41	25		Aço forjado DD	50	22	10 M P	Aço forjado	45-55	22	Aço doce		37-40	25	C		50,5-58,4	25-20	Aço doce	35	30	Espec. 10					
	Haste da valvula	Aço forjado	50-60	20		Ferro P	37	24	1 M P	Aço doce	37-40	25	Aço forjado		45-55	22	D		63,1-71	20-15									
	Peças temperadas	Aço doce	34-41	25		Aço doce A	35	30	10 M P																				
Peças não temperadas	Aço doce	37-44	20																										
Eixos mont.	Montagem dos centros das rodas	Pressão de montagem de 300 kg por mm de diam.				Pressão de montagem de 70 a 80 ton.				Pressão de montagem de 4064 kg por cm de diametro																			
	Eixos rectos	Aço forjado	> 50	> 20	Choques para determinação da tenacidade	Aço forjado			34 M P «	Aço forjado	50			Aço ácido forjado	55-63	25-20	Temperado em óleo	Aço Martin	Ensaio de choque e dobradura		Espec. 3								
	Eixos com manivella int.	Aço nickel	60	18		5-7 % de nickel	Aço forjado			35 M P «	Aço nickel	70	18		5-6 % de nickel	Aço ácido forjado		47,2	25	Aço doce	35	30	Espec. 10						
	Pinos	Aço doce	> 50	> 20	5-7 % de nickel	Aço doce	35, 37	30, 24	10 M P, 1 M P «	Aço doce ou nickel			Pressão de montagem de 4 ton. por cm de diam.		Aço doce	55		20	Aço mold.	40-45	20-15	Espec. 6							
	Centros das rodas	Aço moldado	37-44	20 por 100 mm	Ensaio de choque	Aço mold.	40-45	20-15	39 M P «	Aço mold.	38-44	32-25	sobre 50 mm		Aço mold.	41		15	Aço forjado	84-93	10-8	Espec. 5							
	Aros das rodas	Aço de crisol	70	20 por 100 mm	Ensaio de choque	Aço mold. M <sub>3</sub>	45	15	201 D «	Aço forjado	70				Aço ácido forjado	79-87		13-11	Aço mold.	45	15	Espec. 11							
	Caixas dos eixos	Aço moldado	37-44	20 por 100 mm	ou ferro de 34-36, 12 %	Bronze, 84 Cu, 16 Sn, com guarnição de metal branco de 5,5 Cu, 83,4 Sn, 11,1 Sb				Aço doce	37-44	20				88-98		10-8	Bronze 85 Cu, 13 Sn, 2 Zn, Metal branco 5,5 Cu, 83,4 Sn, 11,1 Sb										
Molas	Molas de suspensão	Aço fundido no crisol	75	12	R + 2 A = 105 Ensaio de elasticidade	Aço para molas D			5 M P «	Aço fundido no crisol	Ensaio de choque e dobradura		E = 20000 kgm/m <sup>2</sup>	Aço ácido forjado	Ensaio de dobradura		Ferro	Ensaio de dobradura		Aço forj.	Ensaio de dobradura		Espec. 9						
	Molas espiraes dos parachoques	Aço forjado	65-75	14-10		Aço espec.				Aço doce C	45	25	10 M P «		Aço doce	37-44		20	Aço doce		31,5-34,7	20		Ferro	34	20	Espec. 12		
	Braçadeiras das molas	Aço doce	34-41	25		Aço doce C	45	25	10 M P «	Aço doce	37-44	20	Aço doce		37-44	20		Aço doce	41		20	Aço doce		45-50	22	Espec. 1			
	Suspensão	Aço doce	37-44	20		Aço doce E	40	25	12 M P «	Aço doce	37-44	20	Aço doce		37-44	20		Aço doce	44,2-50,5		20	Ferro		34	20	Espec. 2			
Longerão	Chapas do longerão	Aço doce	34-41	25	ou ferro de 34-36 kg, 12 %	Aço doce E	40	25	12 M P «	Aço doce	45-50	20		Aço doce	44,2-50,5	20	Ferro	34,7	16	Aço mold.	45	15	Espec. 12						
	Chapas accessorias	Aço doce	37-44	20		Aço doce C	35	15	12 M P «	Aço doce	35-45	20			Ferro	41		20	Aço doce		45-50	22	Espec. 1						
	Barras perfiladas	Aço doce	34-41	25		Aço doce H	35	28	3 M P «	Aço doce	37-44	20				Ferro		37			24	Aço mold.		45	15	Espec. 11			
	Alavancas de compensação	Aço mold.	37-44	20 por 100 mm		Aço forjado CC	45	25	10 M P «	Aço doce	37-44	20						Aço doce			44,2-50,5			20	Aço doce		45-50	22	Espec. 1
	Ganchos de tracção	Aço doce	37-44	20		Aço doce A ou B	35, 40	38, 28	10 M P «	Ferro	36-38	15-18									Aço mold.			41			15	Aço doce	
Engate	Aço doce	37-44	20	Aço mold.	45	15	201 D «	Aço doce	35-46	20		Aço doce	44,5-50,5	16			Aço doce			45-50				22			Espec. 1		
Travessas do longerão	Aço moldado	37-44	20 por 100 mm	Aço doce D	35	28	12 M P «	Aço doce	38-48	18			Aço doce	44,2-50,5	20				Aço doce	35-40			30-28	Espec. 1					
Revestimento da cardeira	Aço doce	37-44	20	Aço doce H	35	28	3 M P «	Ferro	36-38	15-18				Ferro fundido						Ferro fundido						Espec. 11			
Accessorios	Cantoneiras, barras perfiladas, estrado, tanque, cabina	Aço doce	34-41	25	Aço doce I	38	28	4 M P «	Aço doce	41-47,2	25					Ferro fundido							Ferro fundido						
	Rebites, cavilhas, buchas	Aço doce	34-41	25	Ferro R	32	12	2 M P «										Ferro fundido							Ferro fundido				
Freio	Cepos	Aço fundido	compacto e tenaz, facil a trabalhar			Ferro fundido				Ferro fundido	12						Ferro fundido										Ferro fundido		
		Aço doce	37-44	20	Aço doce A	35	30	10 M P «	Ferro	38-38	15-18		Ferro fundido								Ferro fundido							Espec. 11	
					Ferro P	37	24	1 M P «						Ferro fundido						Ferro fundido						Espec. 11			

## Índice das Materias.

	Paginas
Agua, aspirador de . . . . .	119
Agua, consumo de . . . . .	36
Alargamento da via . . . . .	15
Aquecedor de agua de alimentação . . . . .	117
Aquecimento, superficie de . . . . .	34
Baixa pressão, cylindros de . . . . .	90
Barras, longerões de . . . . .	99
Bases de calculo . . . . .	13, 81
Bissel . . . . .	101
Bitólas . . . . .	14
Bitóla, gabarits para . . . estreita . . . . .	17, 18
Bitóla, locomotivas de . . . estreita 54—57, 58—60, 68—76, 79, 80	102—104
Bogies . . . . .	104
Bogies americanos . . . . .	99
Caixa d'agua, fixe com . . . . .	84—96
Calculo de locomotivas . . . . .	123
Caldeiras, peso de . . . . .	34
Caldeiras, potencia de . . . . .	34
Caldeiras, relações de . . . . .	92, 93
Caldeiras, typos de . . . . .	35
Carga do trem, rebocada . . . . .	21, 22
Carga, gabarits de . . . . .	50—53
Carvão, combustão de . . . pulverizado . . . . .	36
Carvão, consumo de . . . . .	35, 36
Carvão, especies de . . . . .	98
Chapas, longerões de . . . . .	156, 157
Circumferencia do círculo . . . . .	156, 157
Circulo, superficie do . . . . .	35, 36
Combustiveis . . . . .	124, 125
Compensação das forças d'inercia do mechanismo motor . . . . .	32, 90
Compound . . . . .	124—135
Contrapesos . . . . .	138—168
Conversão, tabellas de . . . . .	



	Paginas
Côres do ferro a diferentes temperaturas . . . . .	169
Cremaheira, locomotivas de . . . . .	83, 84
Cúbicas, raizes . . . . .	156, 157
Cubos . . . . .	156, 157
Cylindros, dimensões de . . . . .	90
Cylindros, potencia de . . . . .	32, 33
Cylindros, relação entre os . . . . .	90
Diagramma de pressão do vapor . . . . .	31
Distribuições . . . . .	93—97
Eixo, Adams . . . . .	100
Eixos, disposição de . . . . .	41, 42
Eixos, base maxima dos . . . . .	23
Eixos, pressão maxima por . . . . .	23
Embalagem . . . . .	150
Embolos, velocidade dos . . . . .	89
Empreiteiros, locomotivas de . . . . .	79, 80
Entrega, annos de . . . . .	6
Especifico, calor . . . . .	38, 39
Especifico, peso . . . . .	154
Especifico, volume . . . . .	154
Expedição das locomotivas . . . . .	150
Fixes, typos de . . . . .	98, 99
Fliegner, tabella de . . . . .	37
Fornalha, locomotiva sem . . . . .	81, 82
Freios . . . . .	107—115
Fumaça, tubos de . . . . .	152
Fusão, pontos de . . . . .	154
Gabarits . . . . .	16—22
Garrat, locomotiva . . . . .	42
Grelha . . . . .	34
Henschel, eixo . . . . .	100
Horas, comparação das . . . . .	170
Hulha . . . . .	35, 36
Inscrição nas curvas . . . . .	136, 149
Krauss, bogie . . . . .	102
Latão, tubos de . . . . .	152
Locomotivas, classificação das . . . . .	40—42
Locomotivas, typos de . . . . .	43—76
Longerões, typos de . . . . .	98, 99
Lubrificação . . . . .	120
Madeira, especies de . . . . .	154
Mallet, locomotivas . . . . .	58—60, 74—76
Manobra, locomotivas de . . . . .	77, 78
Materiaes, prescrições de . . . . .	169
Mazout . . . . .	35, 154

	Paginas
Mechanismo motor . . . . .	105—107
Medidas itinerarias . . . . .	170
Meyer, locomotiva . . . . .	42
Minas, locomotivas de . . . . .	83
Oleo, combustão de . . . . .	120, 121
Perfis normaes . . . . .	16—22
Peso especifico . . . . .	154
Pesos de materiaes dispostos em camadas . . . . .	153
Pesos dos carros e vagões . . . . .	151
Petroleo, combustão de . . . . .	120, 121
Petroleo, poder calorifico do . . . . .	35
Pollegadas . . . . .	158, 159
Potencia das caldeiras . . . . .	34
Potencia dos cylindros . . . . .	32, 33
Prescrições relativas á construcção de locomotivas . . . . .	13, 14
Pressão media sobre os embolos . . . . .	31, 32
Pressão util . . . . .	31—33
Purificador de agua de alimentação . . . . .	118, 119
Quadradas, raizes . . . . .	156, 157
Quadrados, numeros . . . . .	156, 157
Radial, eixo ou rodeiro . . . . .	100
Raizes cubicas . . . . .	156, 157
Raizes quadradas . . . . .	156, 157
Rapidos, locomotivas de trens . . . . .	43—45
Resistência, formulas de . . . . .	24—30
Serve, tubos . . . . .	152
Sobre-elevação dos carris . . . . .	15
Stock, locomotivas-tender em . . . . .	77—80
Superaquecedores, typos de . . . . .	92, 93
Superaquecido, vapor . . . . .	92, 93
Tabellas de conversão . . . . .	158—168
Temperatura, grãos de . . . . .	168
Tender, locomotiva . . . . .	61—76
Tender, locomotivas com tender separado . . . . .	43—60
Tenders, pesos dos . . . . .	123
Tracção, esforço de . . . . .	
locomotivas de simples expansão . . . . .	31
locomotivas compound . . . . .	31
Tramway, locomotivas . . . . .	82
Tubos de aço doce (macio) . . . . .	152, 153
Turfa . . . . .	35
Unitarios, pesos . . . . .	123
Vagonetes . . . . .	111
Vapor d'agua saturado . . . . .	37
Vapor d'agua superaquecido . . . . .	38, 39

	Paginas
Vapor, consumo de . . . . .	33
Vapor, diagramma de . . . . .	31
Vapor, peso de . . . . .	37-39
Vapor, pressão de . . . . .	31, 32
Vapor, sobreaquecimento de . . . . .	92, 93
Vapor, tubos de . . . . .	152, 153
Velocidade, tabellas de . . . . .	168
Volts, maior numero de . . . . .	87, 88
Volts, numero de . . . . . por km . . . . .	88, 168
Volume de vapor . . . . .	37-39
Volume especifico . . . . .	154
Zara, bogie . . . . .	102

R















RÓ  
MU  
LO



CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

\*1329704062\*



