



Università degli Studi di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Laurea Magistrale: Ingegneria Civile
Corso : Strade Ferrovie ed Aeroporti (190MI)

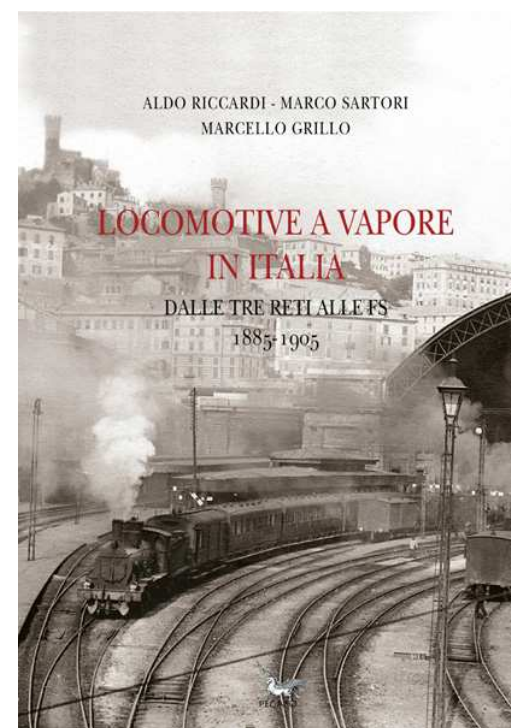
Lezione 04: Ferrovie e veicoli ferroviari

Roberto Roberti

Tel.: 040 558 3588

E-mail: roberto.roberti@dia.units.it

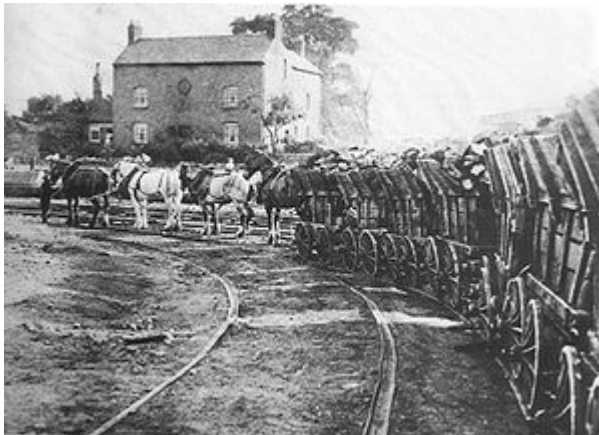
Anno accademico 2017/2018



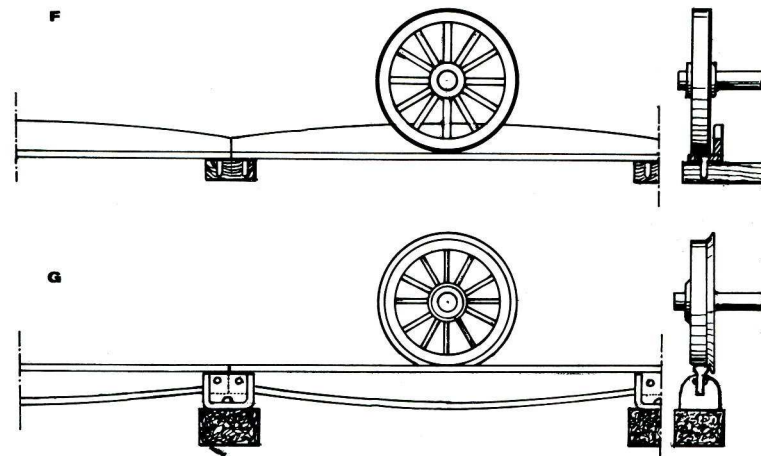
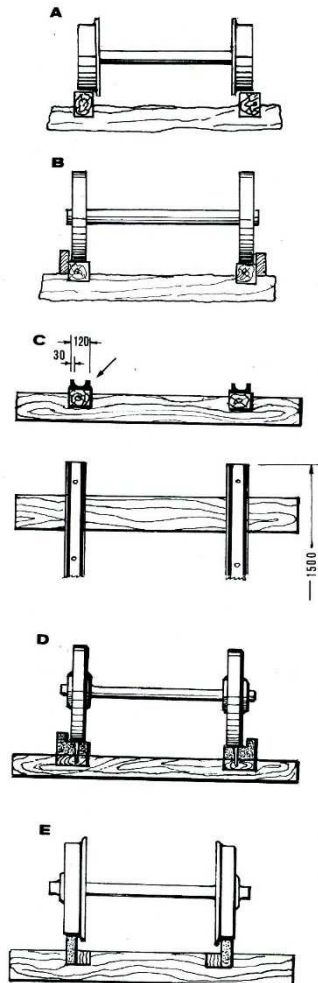
Sommario

- **Cenni storici sui veicoli e sulle infrastrutture ferroviarie**
- **Statistiche sulle infrastrutture di trasporto ferroviarie**
- **Quadro normativo**
- **Le caratteristiche dei veicoli ferroviari**
- **Le caratteristiche delle infrastrutture ferroviarie**

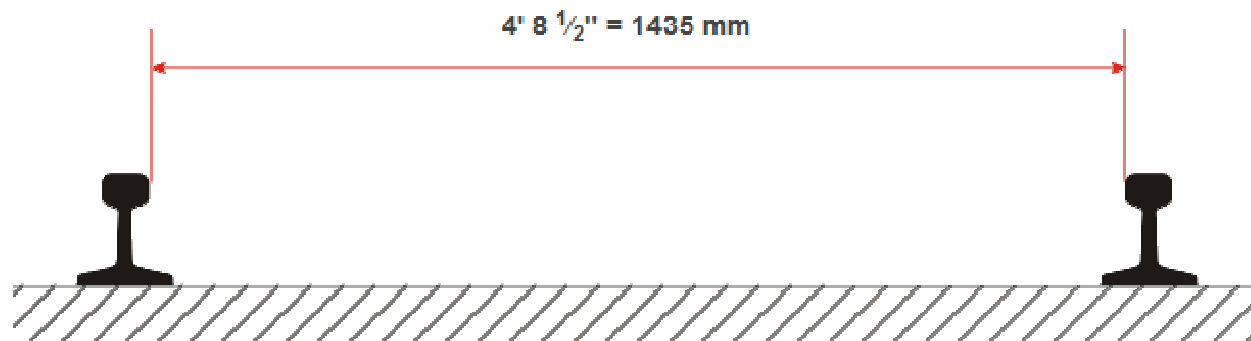
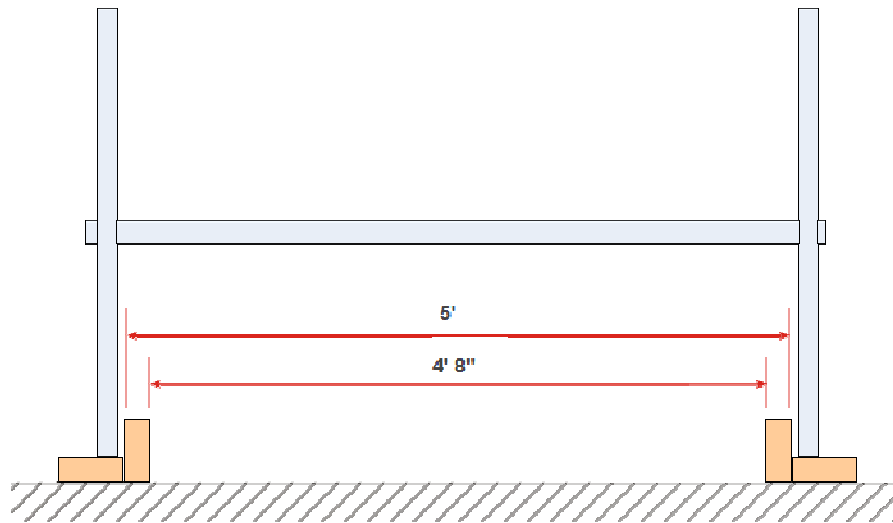
Le origini della ferrovia (1)



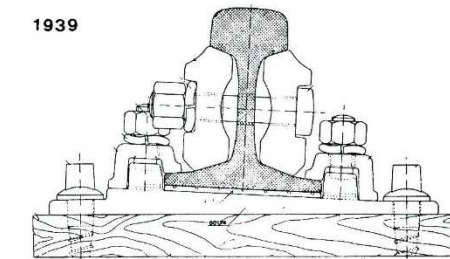
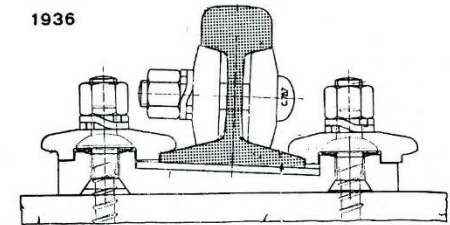
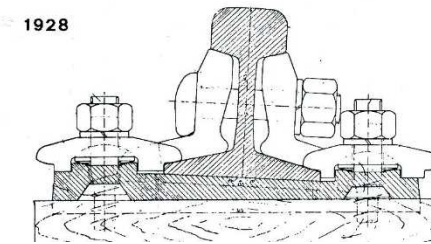
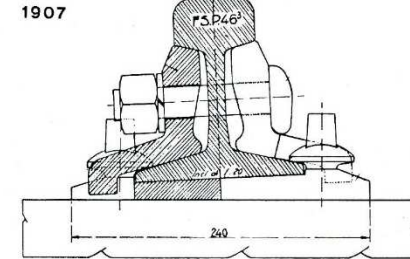
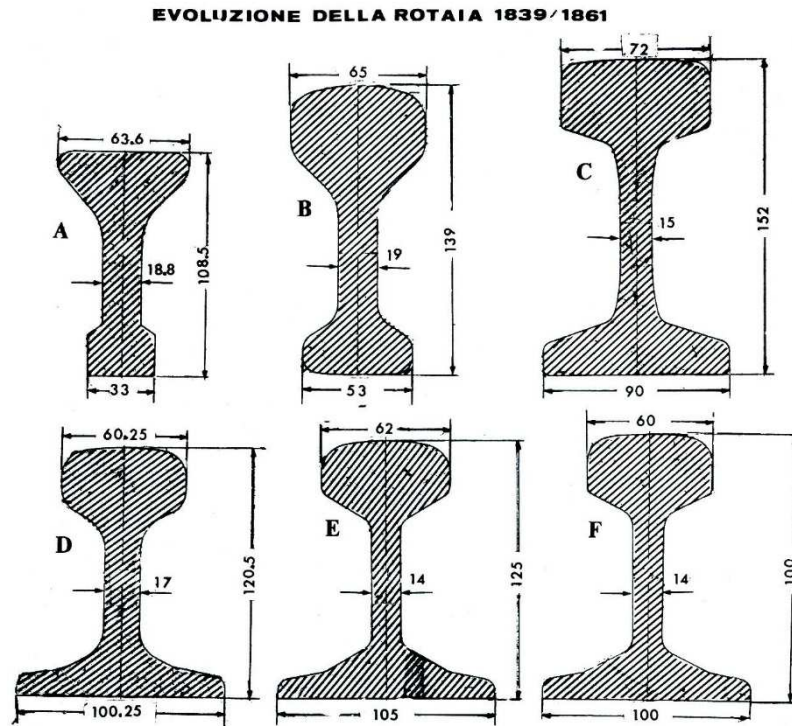
Le origini della ferrovia (2)



Le origini della ferrovia (2)



Le origini della ferrovia (3)



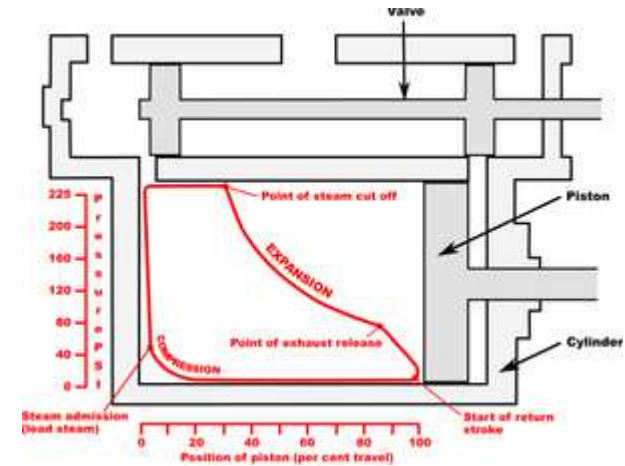
La Locomozione meccanica a vapore



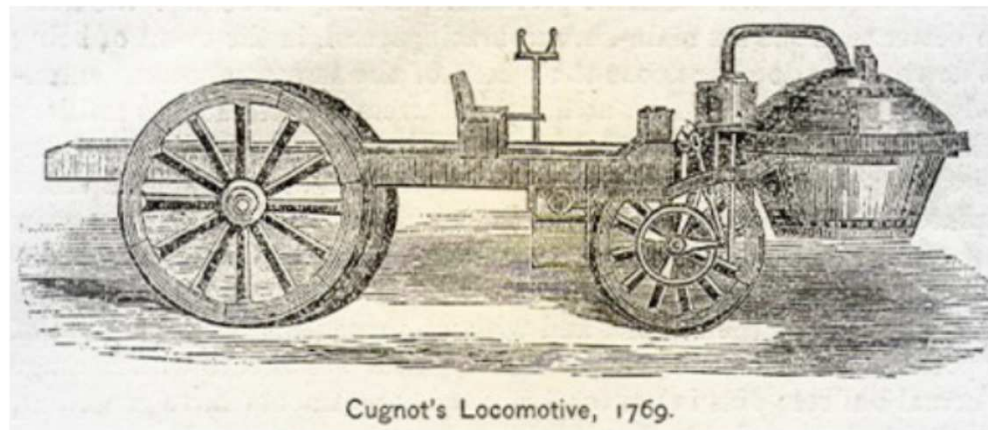
Eolipila



Turbina a vapore

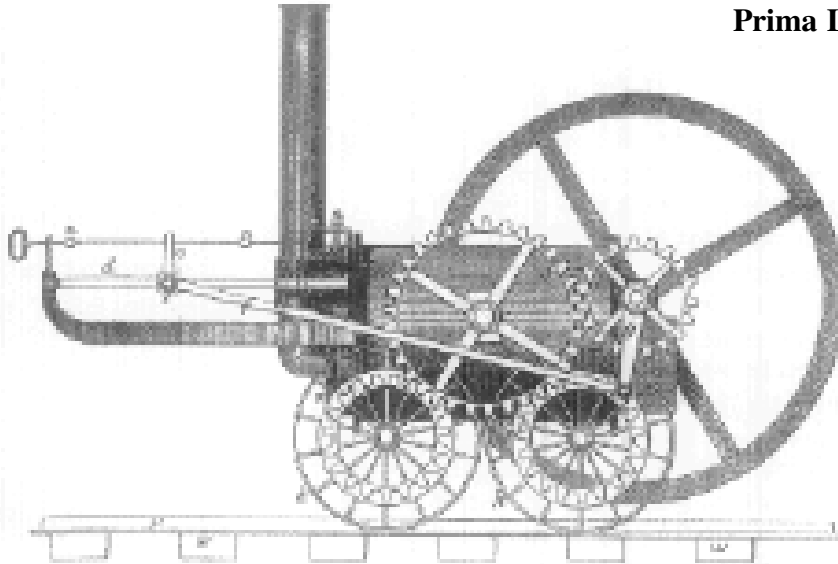


Schema Motore a vapore



La locomotive ferroviarie a vapore (1)

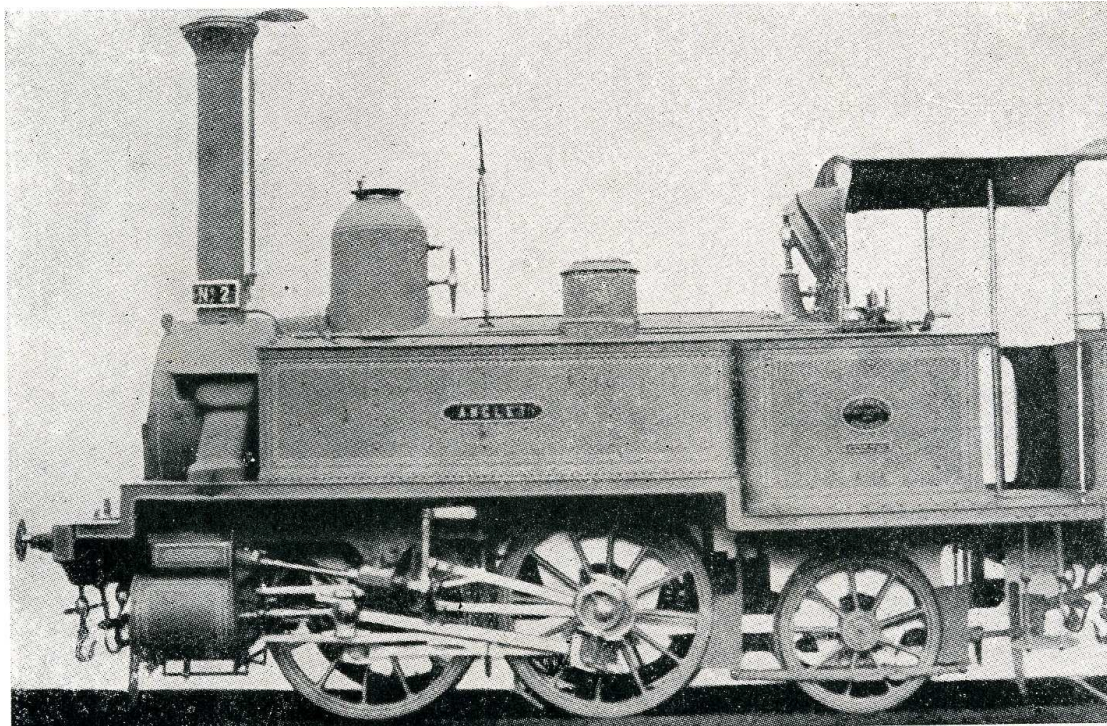
Prima Locomotiva, Richard Trevithick, 1804



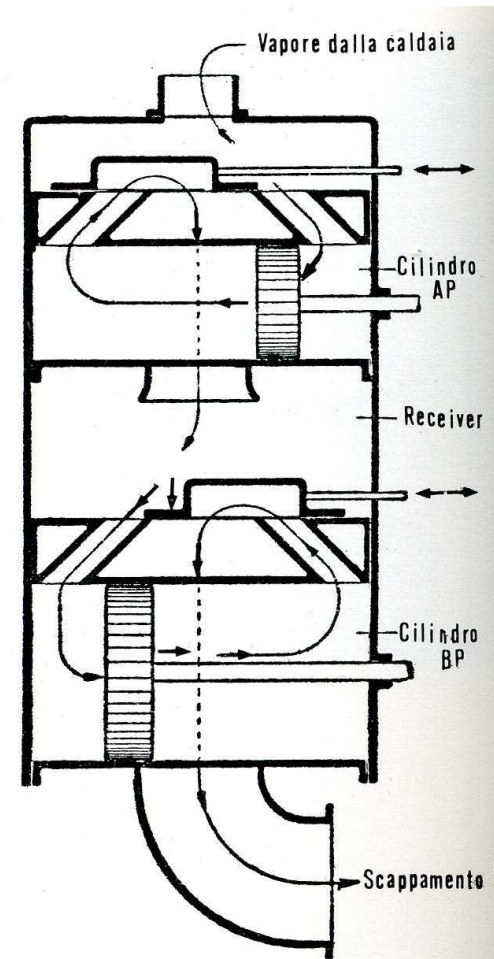
The rocket, Stephenson, 1829



La locomotive ferroviarie a vapore (2)



Locomotiva "compound", 1876



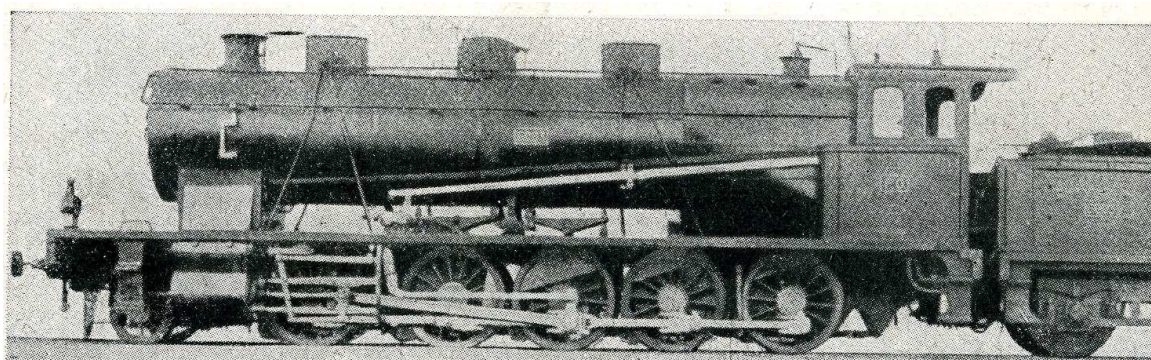
— Schema del percorso del vapore in una macchina a duplice espansione con due cilindri.

La locomotive ferroviarie a vapore (3)

– TIPI PIÙ RAPPRESENTATIVI DI LOCOMOTIVE A VAPORE TRA QUELLI PROGETTATI DAGLI UFFICI STUDI DI TORINO E DI FIRENZE (1873-1904)

Anno costru- zione	Gruppo		Rodiggio	Peso ader. t	Veloci- tà max km/ora	Potenza Cv	Pressio- ne cal- daia kg/cmq	Semplice o doppia espan- sione	Tipo distribuzione	Superficie griglia mq	Diametro ruote m	Numero giri ruote/1'	N o t e
	d'origine	F. S.											
1873	661 SFAI	170	1-2-0	24,5	80	450	10	Semplice	Gooch	2,25	2,030	212	
1873	1221 SFAI	420	0-4-0	52,9	45	620	9	»	Stephenson	2,15	1,210	199	
1878	543 SFAI	510	2-2-0	26,5	85	510	10	»	Gooch	2,15	1,834	250	
1882	170 RA	540	2-2-0	27,6	95	510	10	»	Stephenson	2,05	1,850	275	
1884	300 RM	650	2-3-0	41,--	80	650	11	»	Gooch	2,23	1,675	258	
1885	180 RA	545	2-2-0	29,5	100	530	12	»	Stephenson	2,03	1,920	279	
1889	350bis RA	290	0-3-0	43,8	60	500	12	»	Stephenson	2,03	1,510	215	
1889	170 RM	560	2-2-0	31,4	100	600	12	»	Gooch	2,30	2,100	256	
1890	180bis RA	552	2-2-0	29,5	100	650	12	»	Stephenson	2,30	1,920	279	
1894	380 RM	310	0-3-0	43,5	60	550	12	Doppia	Walschaert	1,80	1,500	218	Distr. cilindr. per AP
1898	3061 RM	656	2-3-0	45,--	80	680	13	»	Walschaert	2,40	1,675	258	Distr. a cassetto
1900	3101 RM	660	2-3-0	43,5	90	770	14	»	Walschaert	2,75	1,830	265	Distr. cilindr. AP
1900	500 RA	670	2-3-0	44,4	110	870	14	»	Walschaert	3,--	1,920	307	4 cil. - 2 distr. cil.
1902	4501 RM	750	2-4-0	58,2	60	1050	14	»	Walschaert	3,50	1,400	232	Distr. cilindr. AP
1904	380 RA	600	1-3-0	39,9	80	660	14	»	Walschaert	2,30	1,510	287	Distr. cilindr. carrello italiano

La locomotive ferroviarie a vapore (4)

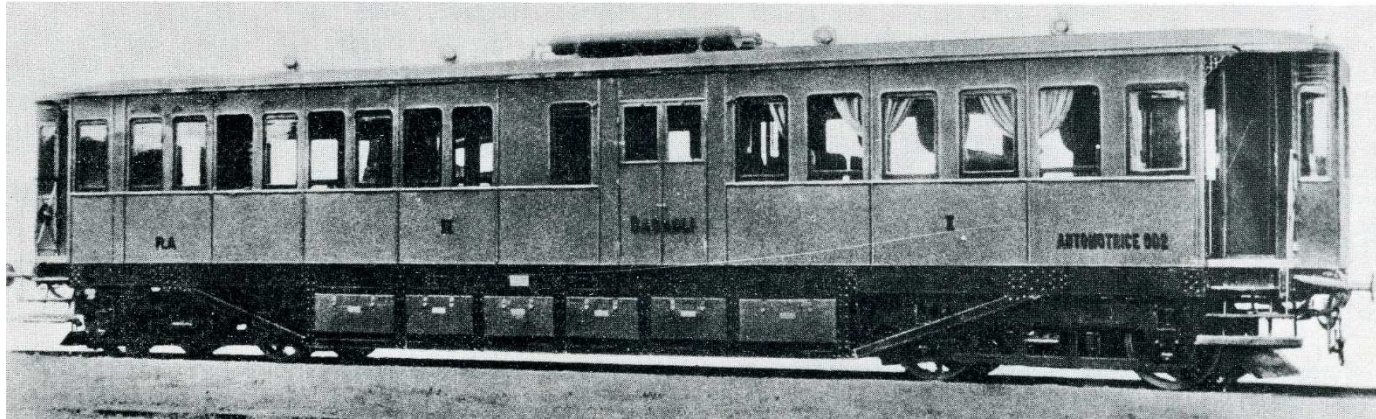


Locomotiva a vapore surriscaldato, 1908

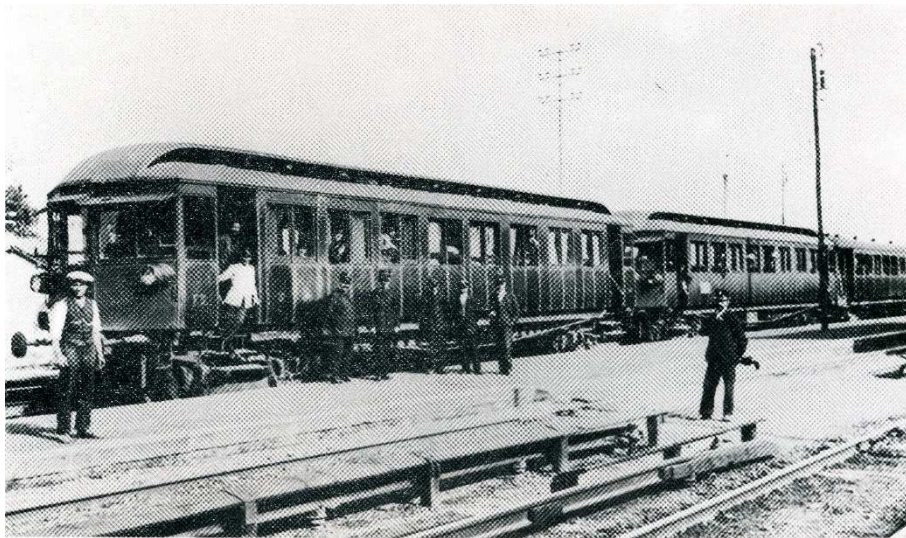
TIPI PIÙ RAPPRESENTATIVI DI LOCOMOTIVE A VAPORE TRA QUELLI PROGETTATI DALL'UFFICIO STUDI F.S. (1905-1929)

Anno di costruzione	Gruppo	Rodiggio	Peso aderente t	Velocità max km/ora	Potenza Cv	Pressione caldaia kg/cmq	Semplice o doppia espansione	Vapore saturo o surrisc.	Superficie griglia mq	Diametro ruote m	Numero giri ruote/l'	Note
1906	730	1-4-0	56,-	60	900	14	Doppia	Saturo	2,80	1,360	239	
1906	630	1-3-0	44,-	100	700	14	»	»	2,42	1,850	290	
1907	680	1-3-1	45,-	110	1100	16	»	»	3,50	1,850	318	4 cil. - 2 distrib.
1907	470	0-5-0	74,8	50	1000	16	»	»	3,50	1,360	199	4 cil. - 2 distrib.
1907	640	1-3-0	44,-	100	800	12	Semplice	Surrisc.	2,42	1,850	290	
1910	625	1-3-0	43,2	80	800	12	»	»	2,42	1,510	287	
1911	690	2-3-1	51,3	130	1400	12	»	»	3,50	2,030	345	4 cil. - 2 distrib.
1911	740	1-4-0	56,-	60	980	12	»	»	2,80	1,360	239	
1912	685	1-3-1	45,-	110	1250	12	»	»	3,50	1,850	318	4 cil. - 2 distrib.
1913	745	1-4-0	57,1	75	1250	12	»	»	3,50	1,630	249	
1923	480	1-5-0	75,-	60	1500	12	»	»	4,30	1,360	239	
1923	746	1-4-1	65,-	100	1600	14	Doppia	»	4,30	1,850	290	4 cil. - 4 distrib.
1924	744	1-4-0	59,2	75	1250	12	Semplice	»	3,50	1,630	249	
1929	691	2-3-1	60,-	130	1750	16	»	»	4,30	2,030	345	4 cil. - 2 distrib.

Le locomotive ferroviarie elettriche (1)



Automotrice ad accumulatori RA 002 (1901)



Automotrice F.S. gr. E.10,
con terza rotaia corrente continua 650 V.

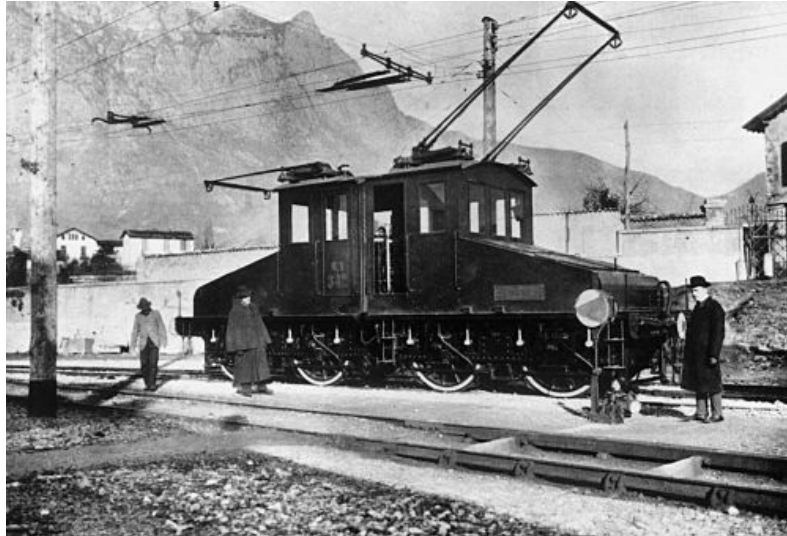
Le locomotive ferroviarie elettriche (2)

CARATTERISTICHE	Ad accumulatori			A 650 V corrente continua terza rotaia									
	RM 5101-5102	RA 001-004	E.421	E.10	E.15	E.20	E.100	E.600	E.220	E.320	E.321	E.420	E.620
Rodiggio	Bo Bo	Bo Bo	Bo Bo	Bo Bo	Bo Bo	Bo B	Bo Bo	Bo Bo	Bo	1 C 1	1 C 1	Bo Bo	Co Co
Tipo di veicolo	Automotrice	Automotr.	Locomot.	Autom.	Autom.	Autom.	Autom.	Autom.	Locom.	Locom.	Locom.	Locom.	Locom.
Anno di entrata in servizio	1899	1900	1921	1901	1903	1903	1933	1932	1912	1912	1921	1901	1925
Numero unità id. id.	2	4	1	20	5	16	8	16	1	5	17	1	5
Numero motori di trazione	2	2	4	4	4	2	4	4	2	2	2	4	6
Potenza oraria complessiva kW	22	60	260	440	440	220	840	840	220	1200	1160	440	900 CV?
Velocità massima normale km / ora	60	75	50	95	60	85	110	110	35	95	95	60	85?
Peso in servizio tonn	58 a v.	38 a c.	64	41	52	45	64	64	27,2	71,8	66,9	34,1	54
Peso aderente tonn	29	15	64	41	52	22,5	64	64	27,2	46,8	45	34,1	54
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(4)	(6)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

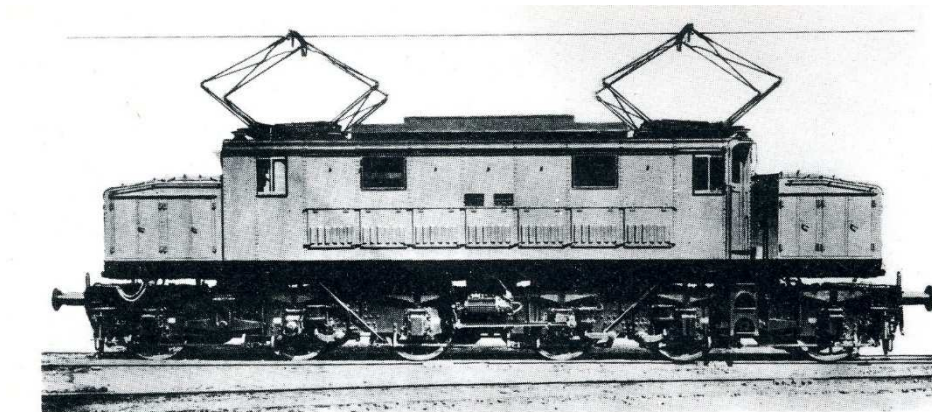
(1) Trasformate in carrozze ordinarie dopo il 1904
(2) Trasformate in carrozze ordinarie dopo il 1903
(3) Non risulta presente nel Parco al 31.12.1922
(4) Trasformate in carrozze ordinarie nel 1942
(5) Trasformate in bagagliaio-posta poi demolite
(6) Trasformate per c.c. 3000 V nel 1950 e passate al gr. E.623

(7) Avuto dalla R.M. nel gennaio 1918 con riscatto del tronco Varese-Porto Ceresio. Venduto per demolizione nel 1943
(8) Non risulta presente nel PARCO NEL 1922
(9) Presenti nel Parco nel 1956 undici unità. La 321.012 presente presso il Museo Scienza e Tecnica di Milano
(10) Vendita alle Ferrovie Cumane nel 1937, munita di pantografo, in servizio sino al 1962
(11) Trasformate per 3000 V c.c. nel 1954 mediante metadinamo e passate al gr. E.621. Presenti nel Parco nel 1956

Le locomotive ferroviarie elettriche (3)



Locomotore E 430, Trifase (1901)



Locomotore gr. E 626, corrente continua (1927)

Le locomotive ferroviarie elettriche (4)

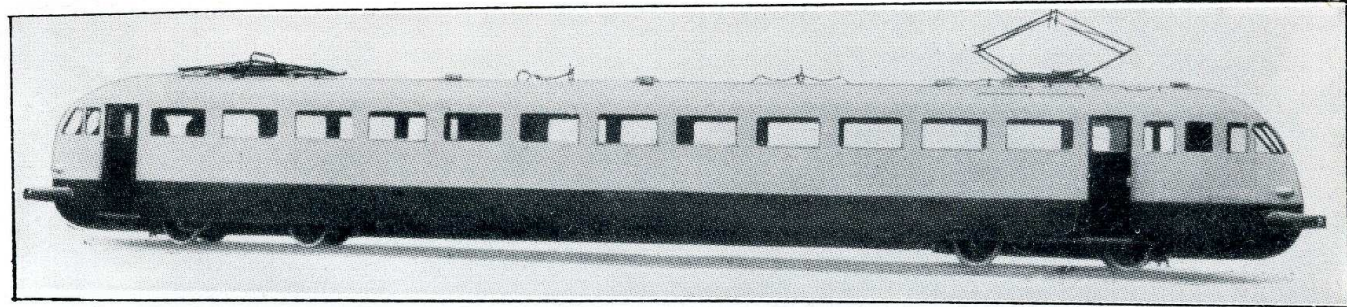
PROSPETTO RIASSUNTIVO LOCOMOTORI A CORRENTE TRIFASE 3600 V

Gruppo	Primo anno di servizio	Unità entrate in servizio	Rodiggio *	Motori di trazione	Potenza oraria compless. kW	Peso in servizio t	Peso aderente t	Velocità massima km/ora
E.430	1902	2	Bo Bo	4	440	48.2	48.2	33-36.7
E.360	1904	3	1' C 1'	2 x 2	600	63.8	43	35.6-71.2
E.380	1906	2	1' C 1'	2	1250	64.6	44.2	35.6-71.2
E.390	1907	2	1' C 1'	2	800	61	41.4	23.4-46.8
E.550	1908	186	E	2	1500	60.1	60.1	25-50
E.330	1914	16	1' C 1'	2	2000	73	45.51	37.5-50-75-100
E.331	1916	18	2' C 2'	2	2000	92	48	37.5-50-75-100
E.332	1917	6	2' C 2'	2	2000	92.8	48	37.5-50-75-100
E.551	1921	183	E	2	2000	75	75	25-50
E.431	1922	37	1' D 1'	2	2000	91	65	37.5-50-75-100
E.552	1922	15	E	2	2000	75	75	10-25-33-50
E.333	1922	40	1' C 1'	2	2000	73	45.51	25-37.5-50-75
E.472	1925	17	1' D 1'	2	2000	94	66	37.5-50-75
E.470	1927	4	1' D 1'	2	2000	91	65	37.5-50-75-100
E.570	1927	4	E	2	1500	70	70	25-50
E.432	1928	40	1' D 1'	2	2600	94	67	37.5-50-75-100
E.554	1929	183	E	2	2000	77	77	25-50
PROSPETTO RIASSUNTIVO LOCOMOTORI A CORRENTE CONTINUA 3000 V								
E.626	1927	448	Bo' Bo Bo'	6	2100	95	95	95
E.326	1930	12	(2' Co 2')	6	2100	114	60	90 (ex 150)
E.428	1934	241	(2' Bo) (Bo 2')	2 x 4	2800	131-135	76-78	100 (ex 150)
E.636	1940	469	Bo' Bo' Bo'	6	2040	101	101	120
E.424	1943	158	Bo' Bo'	4	1560	72.4	72.4	100
E.646	1958	210	Bo'Bo' Bo'	2 x 6	4320	108	108	145
E.645	1959	93	Bo'Bo' Bo'	2 x 6	4320	110	110	120-110
E.444	1970	117	Bo' Bo'	4	4440	80	80	200
E.656	1975		Bo' Bo' Bo'	2 x 6	4800	120	120	150
E.400	1929	3	Bo' Bo'	4	720	41.7	41.7	50
E.321	1960	50	Co	1	190	36	36	50
E.322	1962	10	Co	1	190	36	36	50
E.323	1965	34	Co	1	190	47	47	64
E.324	1969	15	Co	1	190	45	45	64

* Indicazione del rodiggio secondo le più recenti Norme.

Le locomotive ferroviarie elettriche (5)

Elettromotrice gr. E.792 /
882 allo stato d'origine.



Elettrotreno ALe 801



Le locomotive ferroviarie elettriche (6)

PROSPETTO RIASSUNTIVO ELETTROMOTRICI DELLA SERIE ALe

Caratteristiche				ALe 792	ALe 882	ALe 790		ALe 402
1	Primo anno di servizio			1937	1937	1937	1939	1937
2	Numerazione F.S.			001 a 012	001 a 010	001 a 022	023 a 066	001
3	Unità entrate in servizio			12	10	22	44	1
4	Consistenza al 1° gennaio 1971			10	6	2	30	(1)
5	Numero motori o gruppi motori			4	4	4	4	4
6	Potenza oraria complessiva . . . kW			370	370	370	370	370
7	Velocità massima Km/ora			130	130	130	130	130
8	Peso in servizio a vuoto t			39	37	37	39	39
9	Posti offerti n.			23 II + 56 III	88 III d.	23 II + 56 III	?	40 I
(1) Trasformata in ALe 782 nel 1966.								

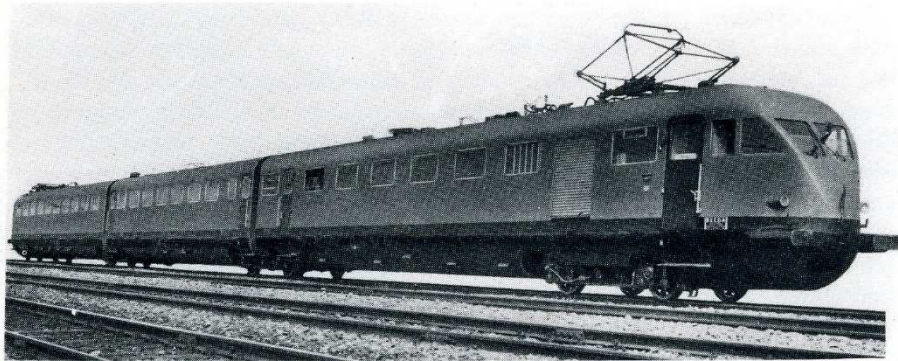
ALe 880				ALe 400	ALe 883	ALe 480	ALe 630	ALe 184
1	1938	1939	1950	1939	1939	1939	1940	1940
2	035 a 100	001 a 034	117-118	001 a 010	001 a 040	001 a 004	001	001
3	66	34	(2)	10	40	4	1	1
4	50	25	2	(3)	29	(4)	(5)	(6)
5	4	4	4	4	4	4	4	8
6	370	370	370	370	760	370	370	740
7	130	130	115	130	110	130	130	115
8	39	37	39	39	56	37	37	78
9	88 III	88 III	?	17 I 23 II	2 x 32 + 24 rim. tutti III	17 I 31 II	?	?

(2) ex ALe 184 sdoppiata nel 1959; (3) trasformate nel 1965 in ALe 781; (4) ex ALe 400, ritrasformate ALe 400; (5) ex ALe 709.009 poi ALe 790.069; (6) ex E T S 11, sdoppiato ALe 880.117/118 nel 1959.

ALe 840		ALe 660	ALe 540		ALe 601		ALe 803	ALe 801
1	1950	1958	1955	1957 1958	1959	1961 1971	1961	1976
2	001 a 068	069 a 073	001 a 015	001 a 022	023 a 030	001 a 066	001 a 035	001 a ?
3	68	5	15	7 15	8	44 22	35	(9) 14
4	(7)	(7)	15	7 15	8	44 (8) 22	35	—
5	4	4	4	4 4	4	4	4	4
6	760	760	760	760	760	1000 1080	1080	855
7	150	150	150	150	150	180 200	130	150
8	58	58	62	62	62	60 ?	56	68
9	84 II	?	18 I + 48 II	54 I	54 I	60? 60?	80 II	80 II

(7) Complessivamente 69; (8) a fine 1971; (9) a metà 1977.

Le locomotive ferroviarie elettriche (7)



L'ETR. 200 allo stato d'origine. (F.S.).

Elettrotreno ETR 400 pendolino



Le locomotive ferroviarie elettriche (8)

PROSPETTO RIASSUNTIVO ELETTROTRENI DELLA SERIE ETR

Caratteristiche	ETR. 200	ETR. 300	ETR. 220	ETR. 250	ETR. 400
Primo anno di servizio	1936	1952	1960	1960	1976
Numerazione F.S.	201 a 218	301 a 303	221 a 238	251 a 254	401
Unità costruite	18	3	16	4	1
Consistenza al 1° gennaio 1971	—	3	16	4	—
Numero motori o gruppi motori	6	12	6	6	8
Potenza oraria complessiva . . . k/W	1130	3000	1130	1500	2224
Velocità massima Km/ora	160	200	160	200	250
Peso in servizio a vuoto t	110	324	164	181	178
Posti offerti n.	100	160*	154	146**	171

* più 11 in ciascuno dei due salotti belvedere - ** più 12 nel salotto belvedere e 6 nel bar.

Le locomotive ferroviarie elettriche (8)

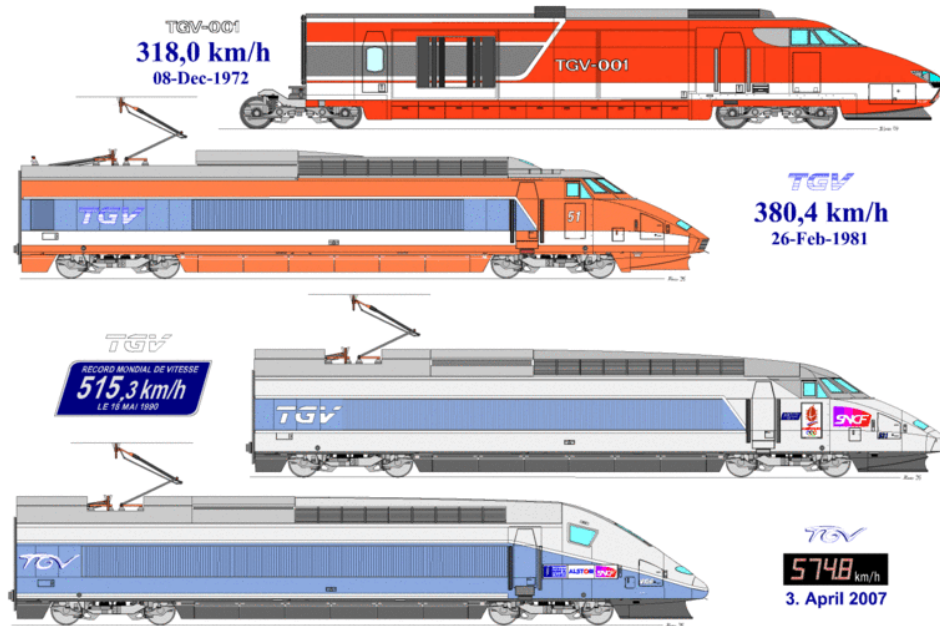


ETR 500 (1990)



ETR 600 (2008)

Le locomotive ferroviarie elettriche (8)



TGV francese

Maglev MLX01 Giapponese 581 km/h (2003)



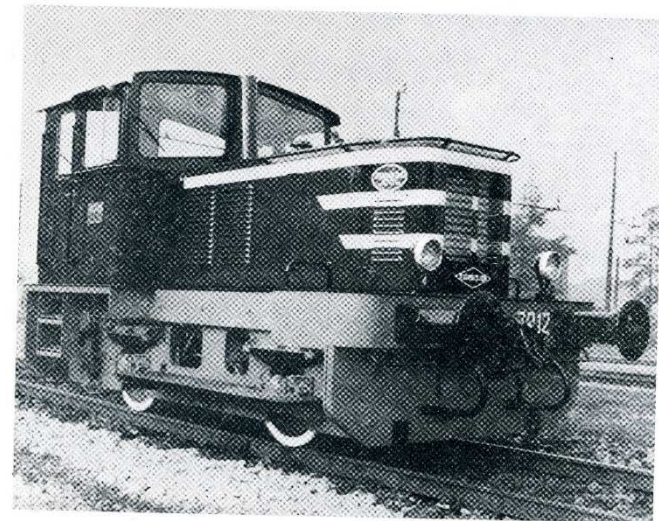
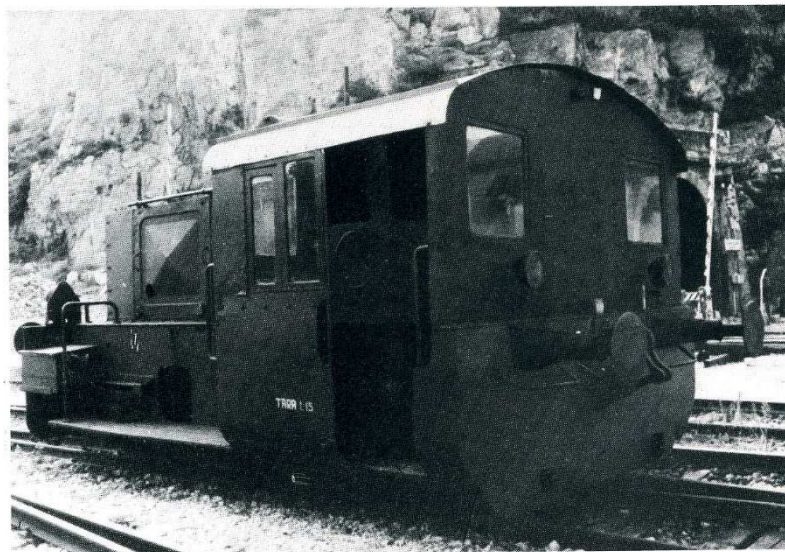
Le locomotive ferroviarie diesel (1)



Le locomotive ferroviarie diesel (2)

AUTOMOTORI DIESEL

Gruppo	Numerazione	Unità costruite	Rotiggio	Costruttore	Anno di costruzione	Potenza CV	Velocità max Km/ora	Trasmissione	Presenti 1.1.1970
213	901 a 917	17	B	diversi	1933 a 36	60-75	30	Elett.-Mecc.	} 21 ?
213	919-920	2	B	Ranzi	1957-58	100-130		Idraulica	
214	7001 a 7020	20	B	Deutz Greco	1964-65	140		id.	20
215	001 a 015	15	B	OM Badoni	1954-56	150	45	Ierostatica	15
216	001 a 055	55	B	OM Badoni	1956-57	160		id.	55
218	001 a 007	7	B	OM Badoni	1954	180		id.	4
214	1001 1156	156	B	OM Badoni	?	?	?	?	?



Le locomotive ferroviarie diesel (3)

LOCOMOTIVE DIESEL DA MANOVRA

GRUPPO	CONSTRUTTORE	ANNI DI COSTRUZ.	RODIZIO	PESO AD. t	VELOCITA' MAX Km.ora	POTENZA CV	MOTORE	TRASMISSIONE	UNITA' PRESENTI 1-1-1970
225	Deutz Greco	1954 - 63	B	28	30 - 55	250	Deutz 4 t.	Idr. Voith con bielle	62
225	Jenbach Stanga	1957 - 61	B	28	30 - 60	250	Jenbach 2 t.	id. con cardani	
235	idem	1960	C	29	40 - 65	400	idem	id. id.	
235	Badoni	1957 - 58	C	38	32 - 65	380	Carraro 4 t.	Idr. contralbero bielle	47
235	idem	1960 - 61	C	38	32 - 65	425	OM 4 t	id.	
235	OM	1960 - 61	C	39	42 - 66	425	OM 4 t	id.	
234	OM	1957	C	36	42 - 62	425	OM 4 t	id.	37
234	Breda	1958 - 59	C	36	42 - 62	400	Breda 4 t.	id.	
236	Deutz	1940	C	?	?	360	?	id. (ex Wermacht)	
D. 141	FIAT TIBB	1962 - 64	Bo' Bo'	64	80	700	FIAT Mercedes	Elettrica	29
D. 143	OM TIBB	1966	Bo' Bo'	64	70	570	SEV 4 t.	id.	16
Ne 120	Whitcomb	1939 - 40	Bo' Bo'	?	70	570	Whitcomb	id.	33
Ne 700	Eng. Electric	1939 - 40	C	?	30	360	?	?	4
245	OM	1964 - 68	C	46	32 - 64	500	OM	Idraulica ingranaggi	225
245	FIAT	1965 - 66	C	46	32 - 64	500	FIAT	id.	
245	Breda	1966 - 67	C	46	32 - 64	500	Breda	id.	
245	Jenbach	1963 - 69	C	46	32 - 64	500	Jenbach	id.	



Le locomotive ferroviarie diesel (4)

LOCOMOTIVE DIESEL F. S. DA TRENO

Situazione al 31-12-1975

- Locomotore Diesel-
elettrico gr. D.445
(1970)
(fot. F.S.)

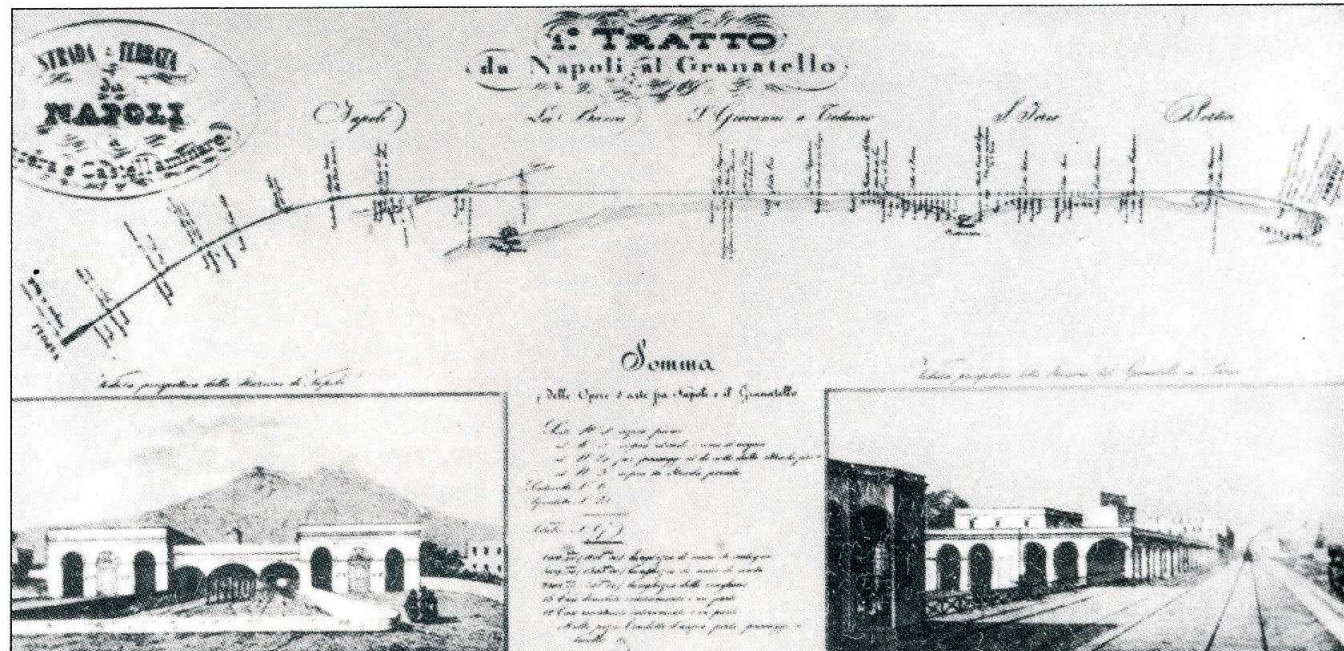


GRUPPO E NUMERAZIONE	DITTA COSTRUT- TRICE	ANNO DI COSTR.	UNITÀ COSTR. N.	POTENZA CV	VELOCITÀ MASSIMA Km /ora	PESO t	NOTE
D.341.1001 ÷ 1004	FIAT	1957	4	1320	100	66	DE
1005 ÷ 1007	TISS		3				
1008 - 1009	REGGIANE		2				
1010 ÷ 1012	OM		3				
1013 ÷ 1016	SOFER		4				
1017 ÷ 1036	FIAT	1959	20	1400	110	★ ▲ 67-70	
1037 ÷ 1056	OM		20				
1057 ÷ 1068	AERFER		12				
2001-2002	REGGIANE	1957	2	1320	100	67,9	
2003 ÷ 2017	" "	1959	15	1400	110	67	
2018 ÷ 2032	" "	1960	15	1400	100	67	
2033 ÷ 2035	AERFER	1959	8	1400	110	67	
4001	ANSALDO	1957	1	1600	110	62,4	
5001	REGGIANE	1957	1	1320	100	66	
D.342.2001	BREDA	1957	1	850	120	64	DI
★★ 3001	OM		1	900	110	64	
★★★ 3002	OM		1	900	110	64	
4001-4002	ANSALDO		2	800	120	62	
4003-4014	" "	1959	12	800	120	62	
4015 ÷ 4017	" "	1959	3	1000	120	65	
D.343.1001 ÷ 1040	FIAT	1964	40	1350	130	60	DE
2001 ÷ 2035	BREDA	1964	35	1380	130	60	
D.443.1001 ÷ 1030	FIAT OM	1964	30	1800	130	71,2	DE
2001 ÷ 2020	BREDA	1964	20	1900	130	71,2	
D.345.1001 ÷ 1070	SOFER	1970	70	1350	130	60	DE
1071 ÷ 1110	SAVIGLIANO	1973	40				
1111 ÷ 1145	" "	1975	35				
D.445.1001 ÷ 1035	" "	1970	35	2120	130	71	DE
D.442.4001 ★★	ANSALDO	1960	1	1200	120	68	DI
D.461.1001	FIAT	1963	1	1200	130	89,3	DE
★ senza caldaia riscaldamento ▲ con " " ★★ in attesa demolizione ★★★ demolita							

Le ferrovie in Italia: origini (1)



Le ferrovie in Italia: origini (2)



Strada di Ferro di Napoli.

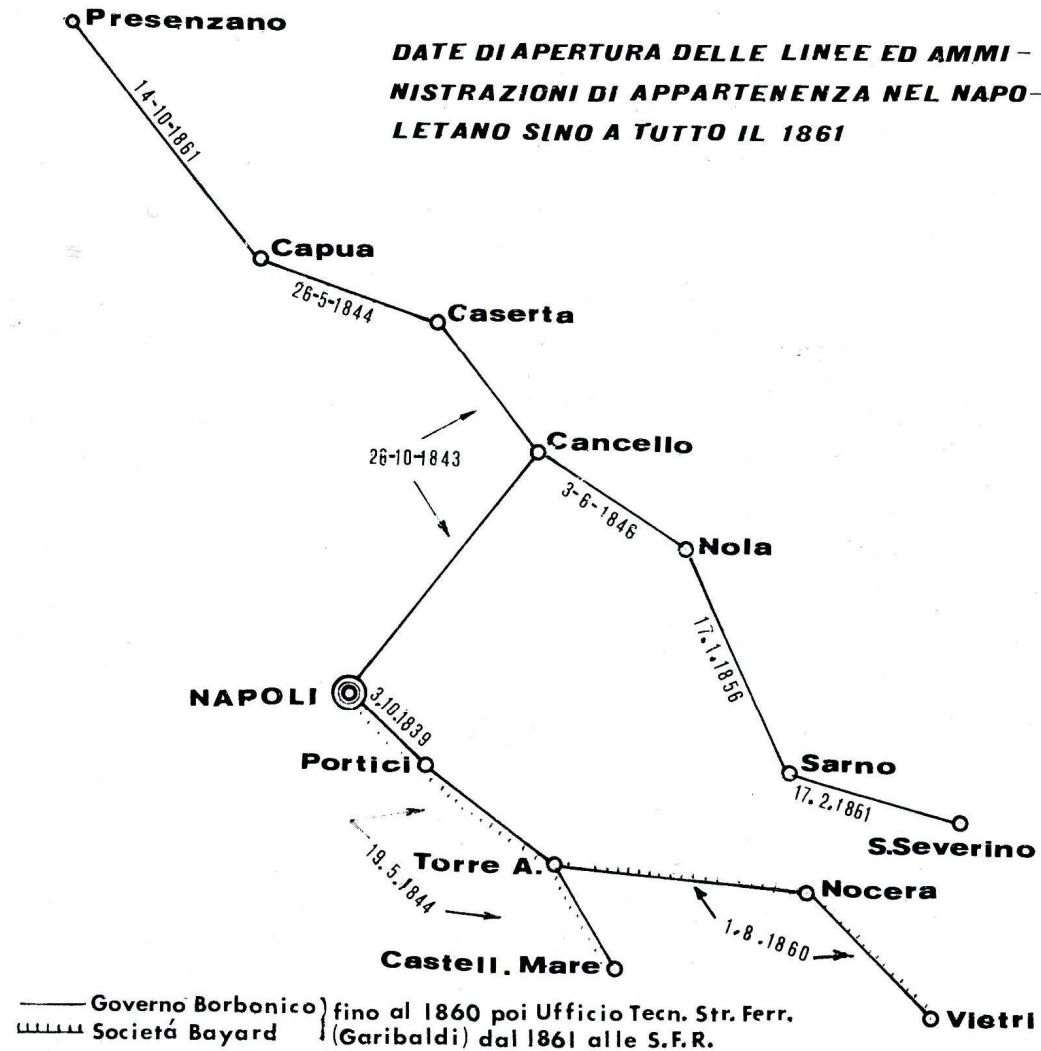
Composizione del 1.° Convoglio

258	Soldati d'infanteria 4. ^a	Marinai 5. ^a	Ufficiali 2. ^a	Invitati 1. ^a	Invitati 1. ^a	Ufficiali 2. ^a	Marinai 5. ^a	Soldati d'artiglieria 4. ^a	Musica 4. ^a	Tender.	Locomotiva.
	30	30	30	24	24	30	30	30	30		

Composizione del Convoglio Reale.

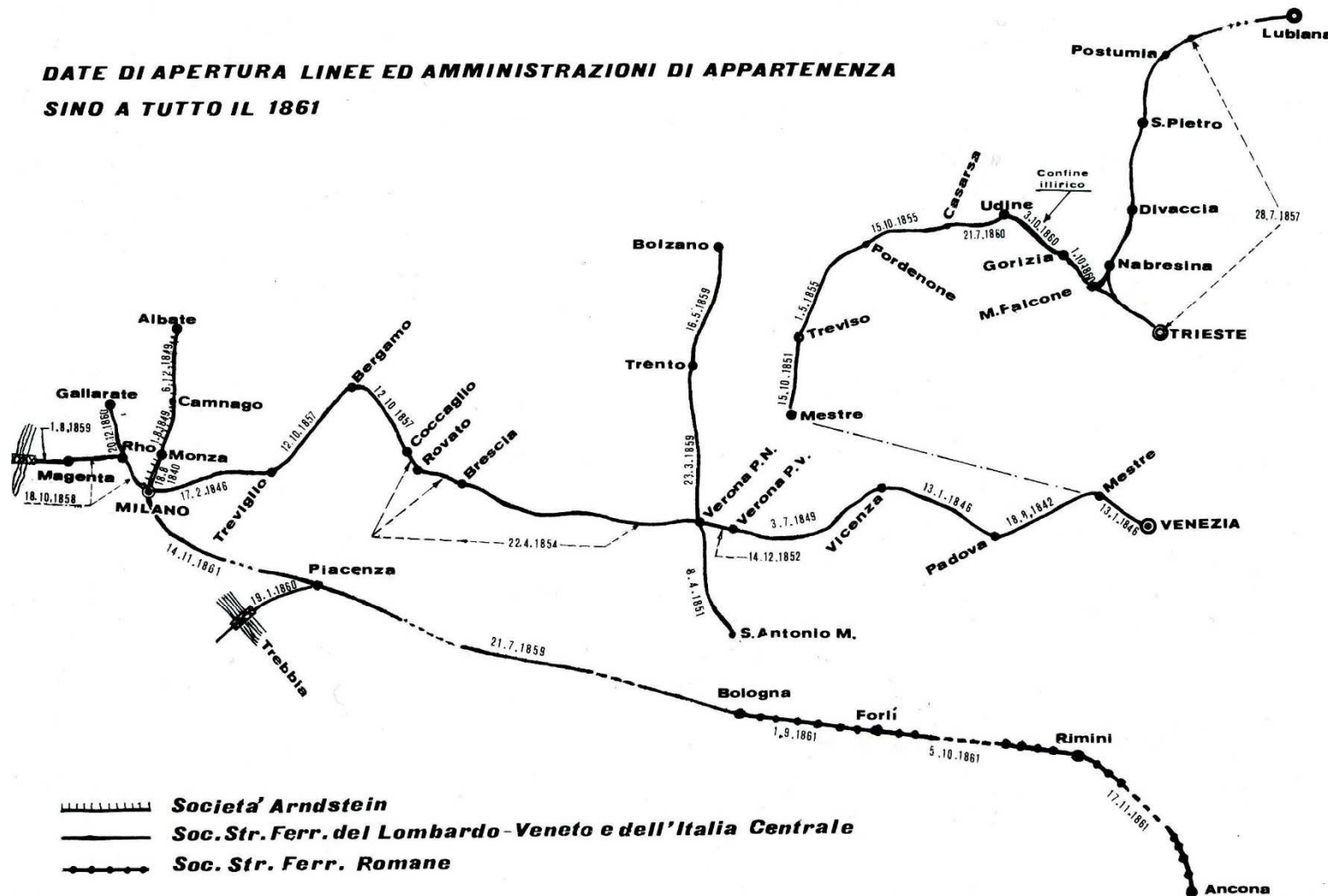
252	Marinai 4. ^a	Invitati 5. ^a	Invitati 2. ^a	La Corte 1. ^a	Il Re 1. ^o	La Corte 2. ^a	Invitati 3. ^a	Invitati 4. ^a	Musica 4. ^a	Tender.	Locomotiva.
	30	30	30	24	24	24	30	30	30		

Le ferrovie in Italia: origini (3)



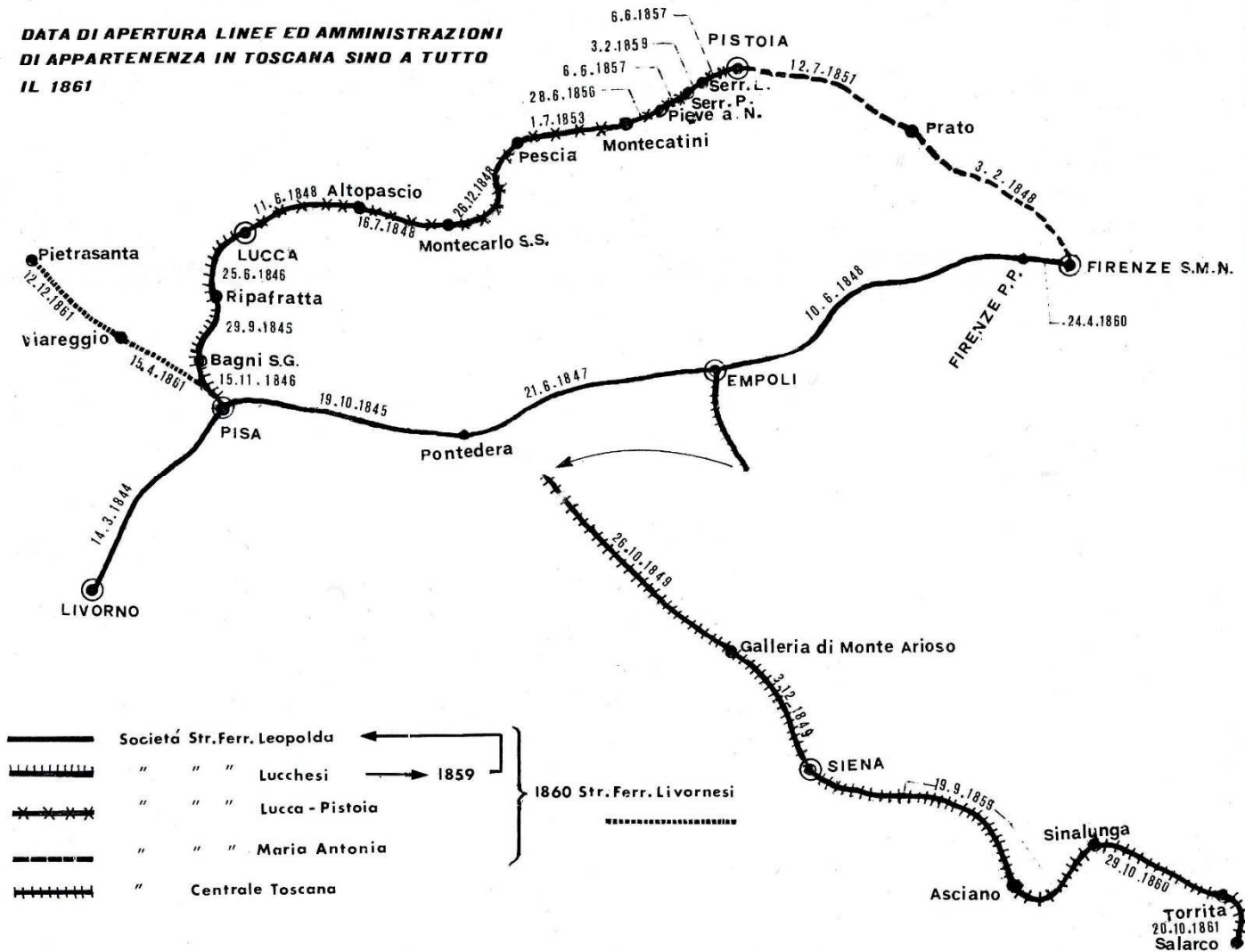
Le ferrovie in Italia: origini (4)

**DATE DI APERTURA LINEE ED AMMINISTRAZIONI DI APPARTENENZA
SINO A TUTTO IL 1861**

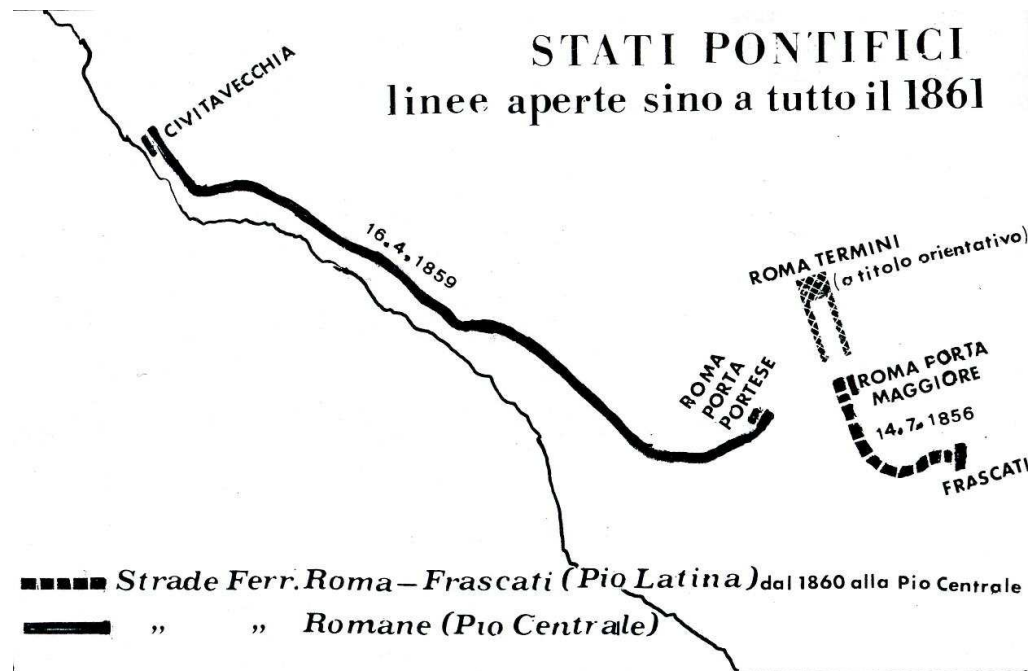


Le ferrovie in Italia: origini (4)

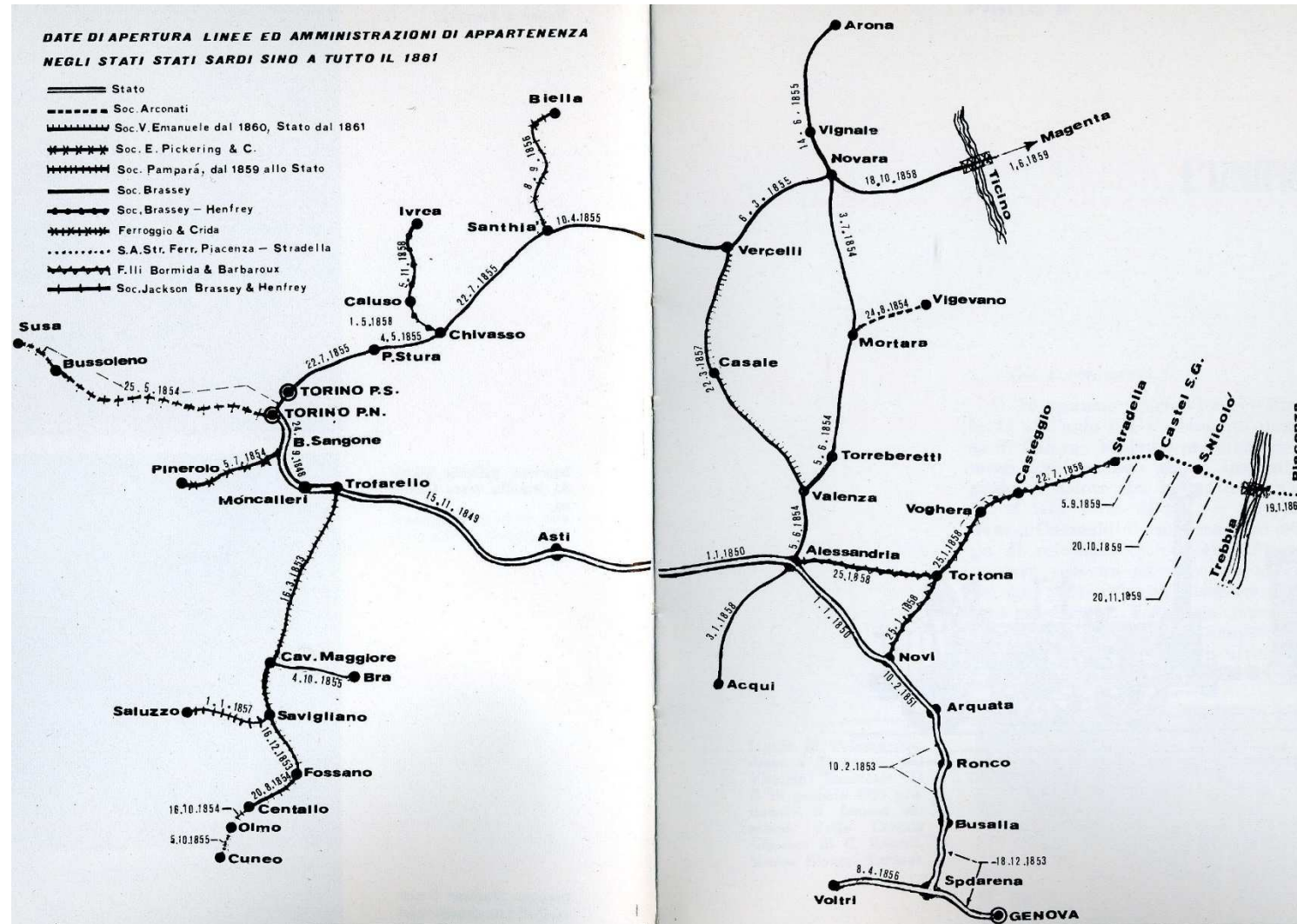
**DATA DI APERTURA LINEE ED AMMINISTRAZIONI
DI APPARTENENZA IN TOSCANA SINO A TUTTO
IL 1861**



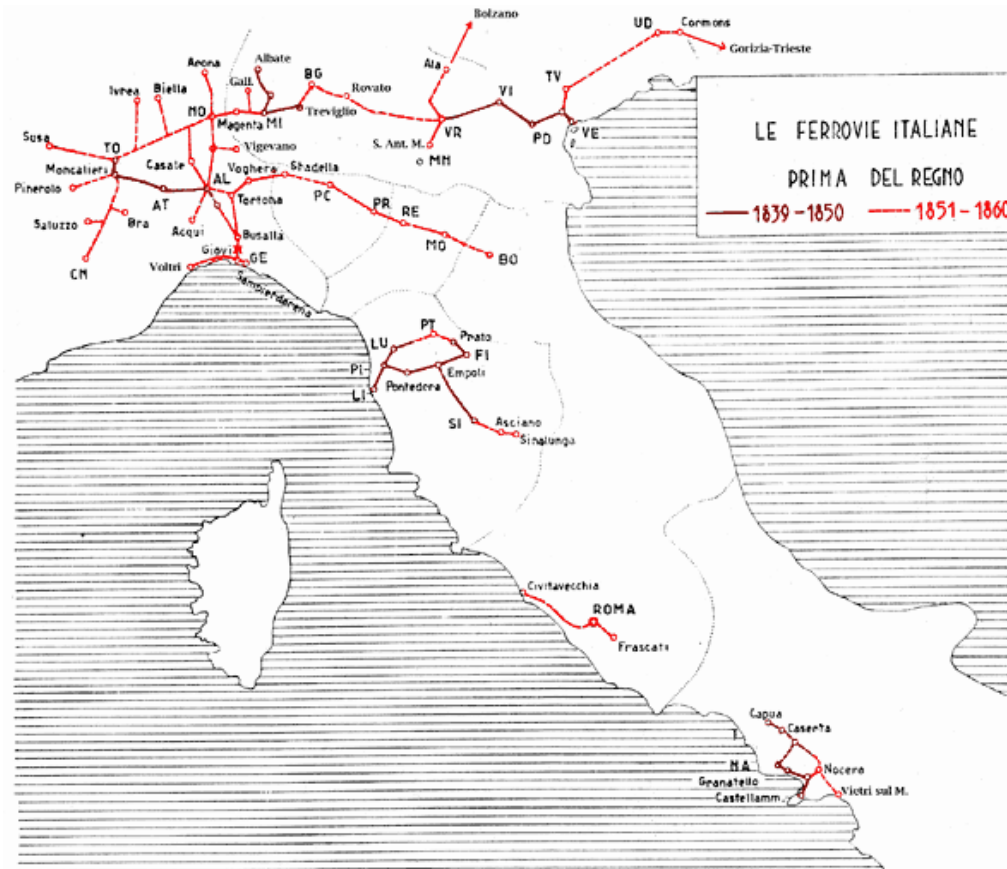
Le ferrovie in Italia: origini (5)



Le ferrovie in Italia: origini (6)



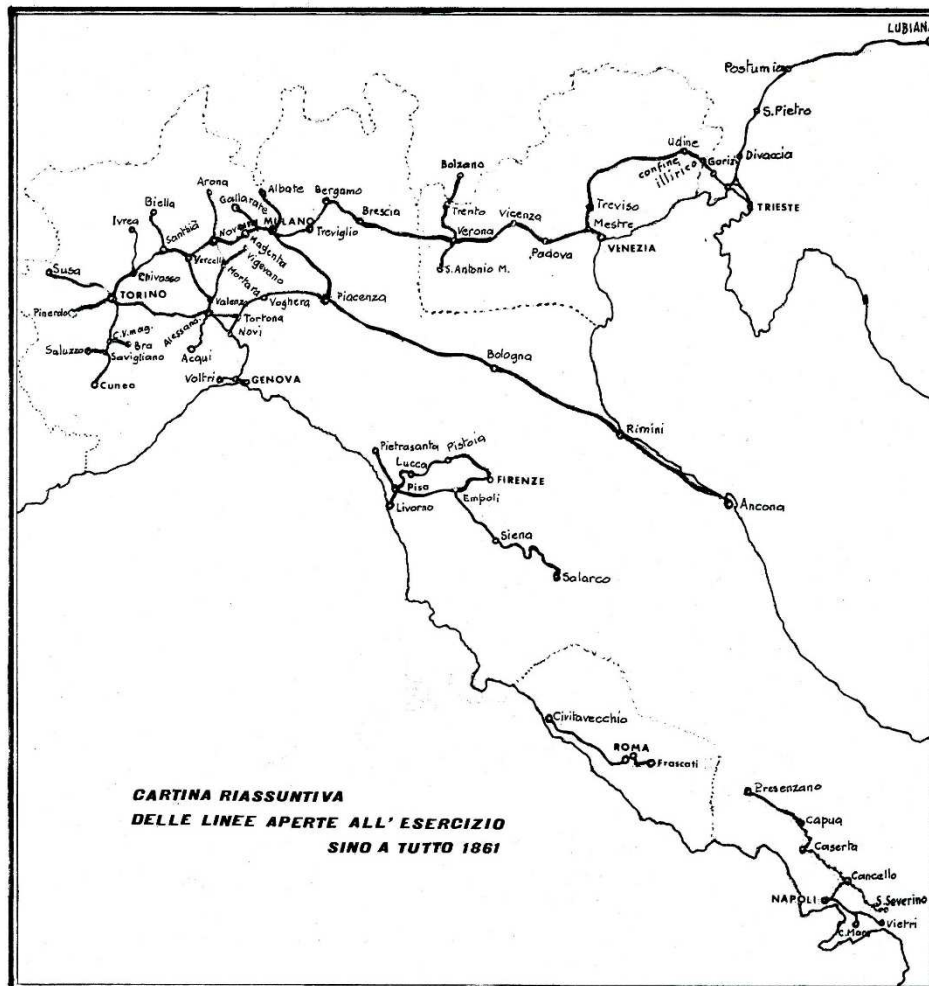
Le ferrovie in Italia: origini (7)



LINEE	<i>Km in esercizio</i>	<i>Km concessi ma non ancora costruiti</i>
Possedute ed esercitate dallo Stato: Torino - Alessandria - Genova; Alessandria - Novara - Arona; Susa - Modane	269	59
Concesse a società private ma esercitate dallo Stato: Torino - Cuneo - Savigliano - Saluzzo; Cavallermaggiore - Bra; Mortara - Vigevano; Alessandria - Acqui; Genova - Voltri; Novi - Tortona; Alessandria - Piacenza; Torreberet- ti - Pavia; Valenza - Casale - Vercelli	324	44
Concesse alla società Vittorio Emanuele: To- rino - Ticino	116	—
Concesse ad altre società ed esercitate dalle stesse: Torino - Susa, Chivasso - Ivrea; San- thià - Biella	116	—
Da Arona al confine svizzero	—	59
Concesse alla Società delle Strade Lombarde e dell'Italia Centrale	347	367
Linee Romane	—	401
Linee Livornesi	194	43
Linee della Maremma	—	231
Concesse alla Società della Ferrovia Centrale Toscana	122	32
Possedute ed esercitate dallo Stato nelle pro- vince napoletane	81	—
Concesse alla Società Bayard	56	—
Concesse alla Società della Ferrovia Aretina .	—	120
Linea da Asciano a Grosseto	—	92
TOTALE	1625	1448

Le ferrovie in Italia: origini (8)

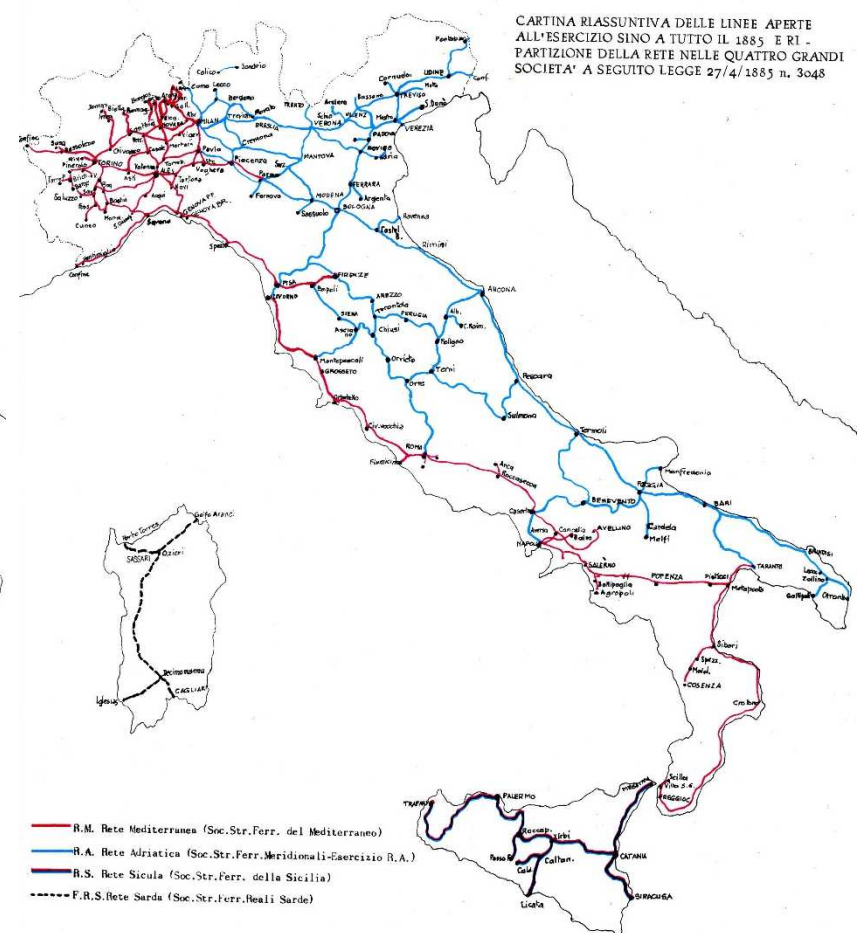
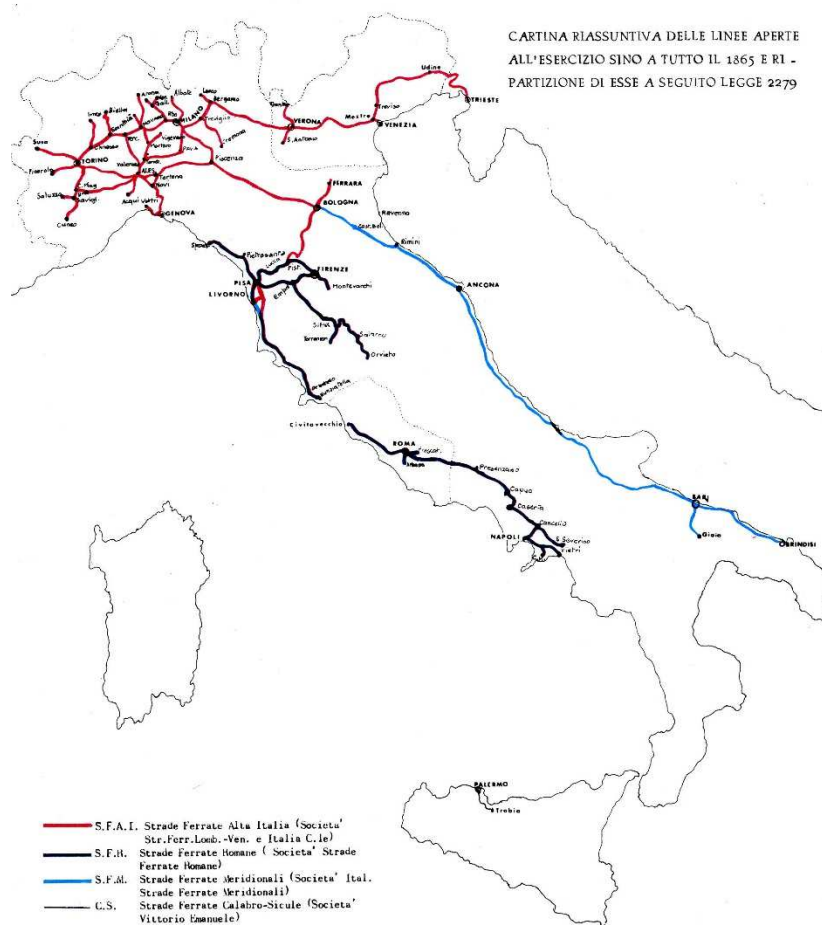
SVILUPPO DELLE FERROVIE IN ITALIA
DAL 1839 AL 1861



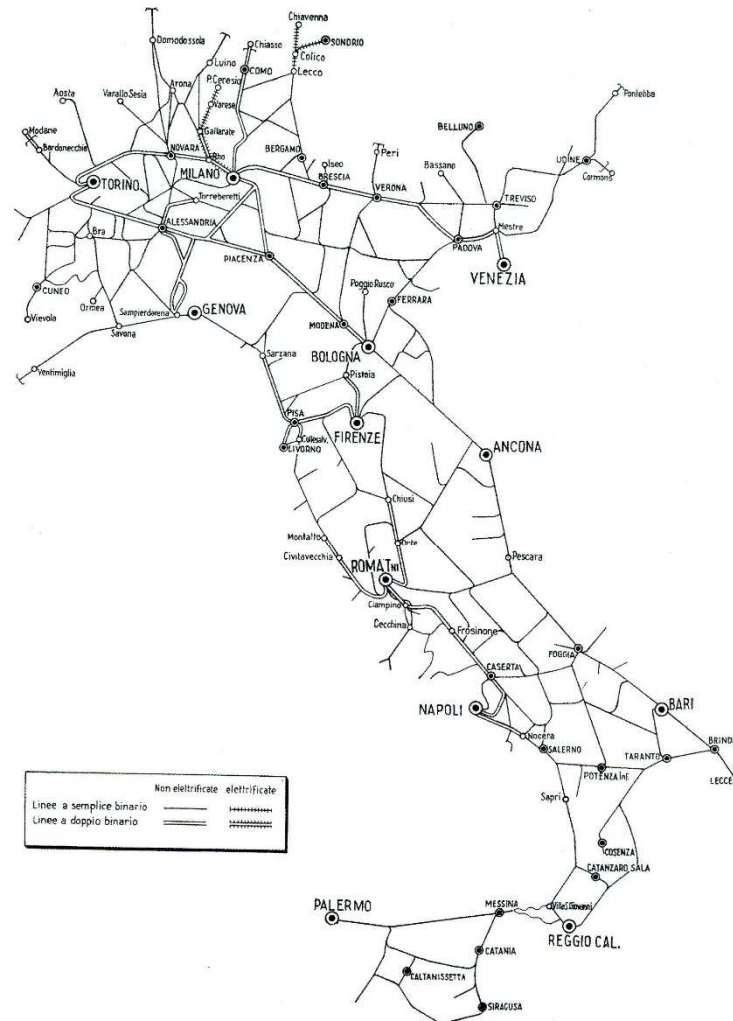
Anni	Stati Sardi Km.	Lombar- do-Veneto Km.	Stato Pontificio Km.	Toscana Km.	Due Sicilie Km.	Totale Km.
1839	—	—	—	—	8	8
1840	—	13	—	—	—	13
1841	—	—	—	—	—	—
1842	—	33	—	—	—	33
1843	—	—	—	—	33	33
1844	—	—	—	19	31	50
1845	—	—	—	20	—	20
1846	—	66	—	19	12	97
1847	—	—	—	26	—	26
1848	8	—	—	72	—	80
1849	49	80	—	64	—	193
1850	56	—	—	—	—	56
1851	12	54	—	16	—	82
1852	—	3	—	—	—	3
1853	107	—	—	7	—	114
1854	194	85	—	—	—	279
1855	52	72	—	—	—	124
1856	146	—	—	2	15	163
1857	58	50	20	10	—	138
1858	168	27	—	—	—	195
1859	—	39	81	2	—	122
1860	6	78	—	8	29	121
1861	204	69	—	40	59	372
	1060	669	101	305	187	2322 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ A dedurre 17 Km. per 34 Km di tratti in comune.

Le ferrovie in Italia: origini (9)

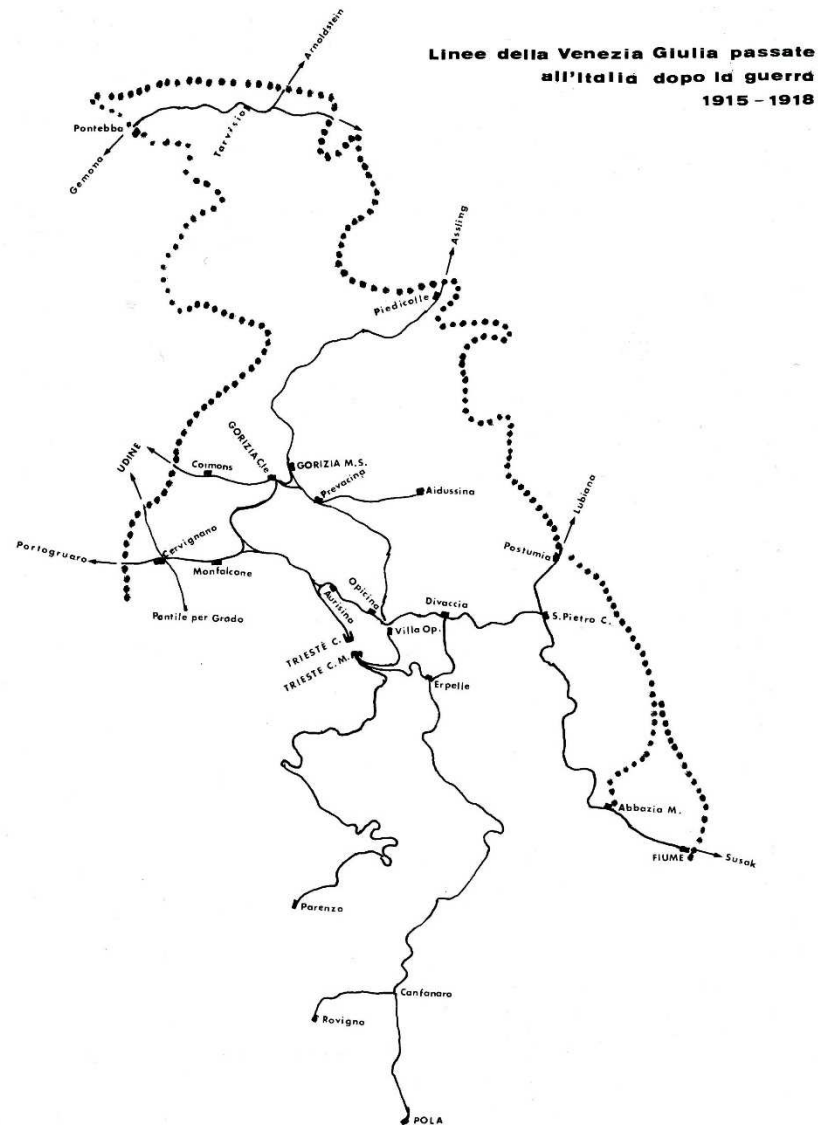


Le ferrovie in Italia: origini (10)

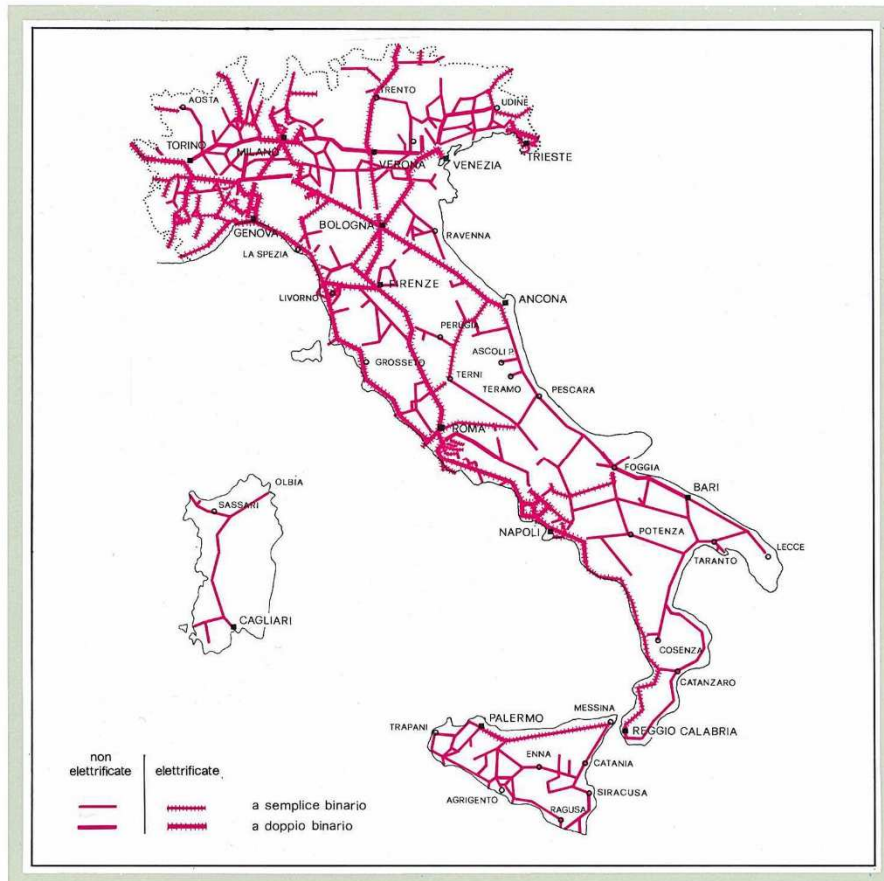


CARTA DELLA RETE F. S. DOPO L'INTEGRAZIONE AL 1° LUGLIO 1906
Linee a doppio binario km 1.917 - Linee a semplice binario km 11.187 - Sviluppo totale delle linee km 13.074 - Linee elettrificate km 178, di cui 40 a doppio binario.

Le ferrovie in Italia: origini (11)



Le ferrovie in Italia: origini (12)



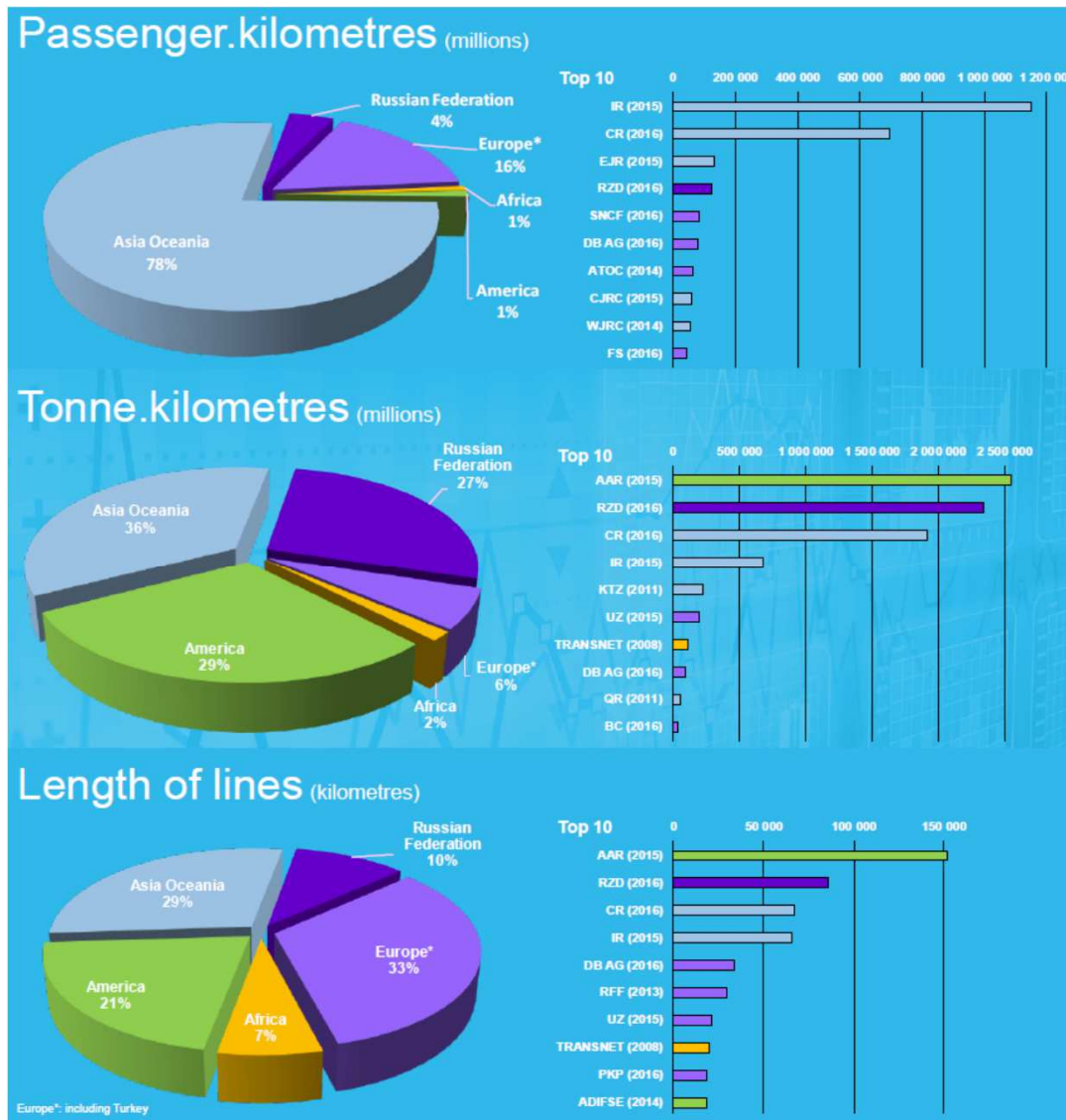
La rete ferroviaria nel 1955



Le ferrovie in Italia: origini (13)

			1905/1906	31/12/2005
Fattori di produzione	Rete	km	11.230	16.225
	Doppio binario	km	1.886	7.069
	Linee Elettrificate	km	178	11.659
	Gestione in telecomando (DCO)	km	—	9.590
	Dirigenza Centrale	km	—	4.485
	Dirigenza Locale e al	km	11.230	2.150
	Blocco automatico	km	—	14.567
	Blocco elettromeccanico	km	—	968
	Blocco telefonico/altri	km	11.230	690
	Ripetizione segnali in macchina	km	—	5.526
	Controllo marcia treno (SCMT)	km	—	5.844
	Parco Locomotive	n.	2.664 (a vapore)	2.667 (elettriche e diesel)
	Parco Carrozze	n.	6.985	8.559
	Parco Carri	n.	52.778	46.844
	Materiale Treni:	n.	—	—
	- ETR		—	98
	- TAF		—	99
	- Minuetto		—	106
	- Mezzi leggeri		—	1780
	Passaggi a Livello		12.695	6.819
	Personale		118.341	99.057
Offerta	Treni · km viaggiatori	10 ³	43.072	262.658
	Treni · km merci	10 ³	28.406	68.547
	Treni · km totali	10 ³	71.478	331.205
Domanda soddisfatta	Viaggiatori · km	10 ⁶	4.178	46.143
	Tonn. · km	10 ⁶	4.893	22.408
	U T (Uniyà di Traffico)	10 ⁶	9.071	68.551
	Viaggiatori trasportati	10 ³	85.100	516.768
	Tonn. Trasportate	10 ³	23.404	75.856
Indicatori Produttività	Treni · km / addetto		604	3.344
	U T / addetto		76.651	692.036
	Treni · Km/Km di rete		6.365	20.413
	U T / km di rete	10 ³	808	4.225
Valore Produzione			338,9 x 10 ⁶ £	10079,5 x 10 ⁶ €

Confronti internazionali (1)



Confronti internazionali (2)



Railway Statistics - Synopsis
Provisional results

Statistik der Bahnen - Synthese
Vorläufige Ergebnisse

Statistique des chemins de fer - Synthèse
Résultats provisoires

2016



Country	Surface area km² (1)	Population (1)	Population density inhab./km²	Railway company	Length of lines worked at end of year			Stock at end of year					Average staff strength		Train performance		Revenue rail traffic (3)						
					Total	of which double track or more	of which electrified lines	Locomotives including Light Rail Motorcars	Railcars and Multiple Units	Coaches & Trailers (2)	Railways' own wagons	Thousands	% 16/15	Train kilometres	Gross train tonne.kilometres	Passenger		Freight		Passenger		Freight	
																millions	% 16/15	millions	% 16/15	millions	% 16/15	millions	% 16/15
Europe (including Turkey)	4,145,146	731,284,112	176,386		171,145	44,217	82,440	41,896	42,384	86,775	687,718	2,940	100	6,107	6,886,075	7,542	100	2,880	2,880	100	100		
Austria	84	8,57	102	GKB (2015)	91	0	0	13	13	23	na	na	na	na	41,56	23,473	5,80	147	na	28,816	3,91		
				ÖBB (2016)	4,826	2,105	3,537	1,012	498	2,717	16,979	39,37	-3,30	125,06	61,733	244,13	2,57	11,123	3,81	na	na		
				WLB CARGO (2016)	na	na	na	31	na	na	na	na	na	na	na	4,95	1,33	832	1,22	4,80	14,89		
Belgium	31	11,30	370	INFRABEL (2016)	3,602	na	na	na	na	na	na	10,94	-6,72	na	na	229,98	-0,69	2,437	-0,01	na	na		
				SNCB/NMBS (2016)	142	na	na	na	na	na	3,741	3,34	-2,79	na	3,610	na	na	na	6,20	-25,43	1,573		
Bulgaria	111	7,17	65	BDZ CARGO (2016)	206	83	766	206	83	766	na	5,99	0,40	21,49	3,229	21,43	-4,85	1,458	-6,07	na	-11,78		
				BOZ PP (2016)	41	na	na	41	na	na	440	0,33	1,87	1,32	1,492	na	na	na	2,56	-3,07	791		
				BRG (2016)	14	na	na	14	na	na	227	0,08	1,23	0,26	1,23	na	na	na	0,47	na	-6,94		
				BULMARKET (2011)	4,029	989	2,668	187	na	na	5,513	11,45	-1,33	na	na	na	na	na	8,52	-14,25	1,870		
Croatia	57	4,22	75	HZ CARGO (2016)	2,605	254	970	76	124	543	na	4,92	-2,21	15,26	2,357	20,74	-4,34	836	-12,09	na	-14,38		
				HZ INFRA (2016)	1,504	1,230	3,988	25,322	22,04	-1,75	na	17,33	0,08	na	na	0,17	0,59	7,380	2,93	na	11,282		
Czech Republic	79	10,53	134	ČD (2016)	9,463	1,965	3,217	52	441	2,097	na	2,19	na	55,24	na	192,64	-0,03	6,111	-3,41	na	na		
				SZDO (2016)	2,131	927	620	na	na	na	na	7,10	-0,69	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
Denmark	43	5,66	131	DSB (2016)	1,016	na	132	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Estonia	46	1,31	29	EVR (2016)	5,926	682	3,270	453	388	1,203	8,894	0,12	0,00	46,80	27,231	82,12	8,11	3,868	-5,96	36,16	8,25		
Finland	338	5,48	16	PTA (2016)	58	58	58	na	na	na	na	4,78	-10,21	na	na	na	na	na	na	9,445	11,54		
				VR (2016)	29,921	na	15,957	1,460	3,199	16,897	161	84,52	-1,77	420,64	191,296	1,237,04	2,94	84,031	-0,77	na	32,985		
France	549	66,48	121	EUROTUNNEL (2016)	33,380	18,331	20,095	4,174	16,985	19,034	86,488	302,20	1,69	783,50	355,085	2,021,57	0,69	80,422	-1,47	na	34,554		
				RFF (2013)	2,240	524	520	na	na	na	na	1,31	-4,41	na	na	15,00	1,414	na	3,20	-24,43	98		
				SNCF MOBILITES (2016)	na	na	na	na	na	na	na	0,03	-4,00	na	na	na	na	na	na	na	-3,56		
Germany	357	80,53	227	DB AG (2016)	na	na	na	na	na	na	na	0,23	-0,90	na	na	na	na	na	na	na	na		
Greece	132	10,84	82	OSE (2016)	6	na	na	6	na	na	na	0,22	-4,00	na	na	na	na	na	na	na	na		
				TRAINOSE (2010)	506	-23	466	38	22	129	na	1,86	-0,09	5,67	942	6,16	-0,26	254	0,90	na	na		
Hungary	93	9,83	106	GYSEV CARGO (2016)	7,243	1,203	2,624	898	478	2,473	na	35,93	-0,75	89,16	25,914	110,88	5,291	0,68	0,54	96			
				GYSEV/ROE (2016)	1,458	na	na	na	530	na	449	3,79	na	15,34	na	1,916	1,916	na	0,03	na	na		
Ireland	70	4,65	66	MAV (2016)	318	116	196	58	225	543	79	2,14	-0,32	272,93	na	na	na	na	22,471	-3,85			
Italy	301	60,77	202	IE (2016)	16,788	7,647	12,023	2,010	1,155	6,868	19,079	69,06	-0,32	272,93	na	na	na	na	11,838	-9,10			
Latvia	64	1,58	31	CFR (2016)	1,860	367	251	200	3	0	5,696	11,78	-3,90	7,70	21,089	0,15	-16,84	40	-17,96	47,82	-14,06		
Lithuania	68	2,92	45	LDZ (2016)	1,911	122	122	238	56	230	8,333	9,64	-3,62	14,46	26,890	4,43	4,78	396	5,70	47,85	-0,34		
Luxembourg	3	0,57	218	LO (2016)	275	154	262	na	na	na	na	0,53	na	na	na	na	na	na	6,01	189	na		
				CFL (2015)	na	na	na	na	3,702	2,776	3,895	10,55	23,70	131,91	33,800	na	17,865	0,83	na	25,953	-9,63		
Netherlands	42	16,92	408	NS (2016)	3,016	na	2,107	na	na	na	na	3,95	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				PRORAIL (2010)	18,429	8,618	11,785	38	437	966	na	2,67	-0,82	29,13	na	114,84	2,51	3,803	4,91	9,14	2,064		
Poland	313	37,99	122	PKP (2016)	2,553	611	1,657	78	na	na	3,170	0,67	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Portugal	92	10,36	112	CP (2016)	10,766	2,917	4,030	na	na	na	na	2,52	0,68	na	na	na	na	na	na	na	na		
				CP CARGA (2011)	780	285	2,283	31,413	6,28	-1,17	na	12,54	-1,40	52,62	10,210	52,90	-3,80	4,460	-3,44	24,83	-11,68		
Romania	238	19,77	83	IP SA (2016)	29	na	na	30	0,17	8,23	0,46	902	na	na	na	na	na	na	1,09	-1,97			
				CFR (2016)	226	2,61	6,70	2,26	82	39	4,110	6,28	7,206	6,22	292	na	na	na	14,53	-6,32			
				CFR CALATORI (2016)	8	na	na	8	na	na	na	1,59	na	na	na	na	na	na	na	3,77	780		
				CFR MARFA (2016)	57	na	na	57	na	na	1,609	0,79	na	na	na	na	na	na	2,38	948			
				CTV (2016)	54	1,242	0,82	1,42	2,019	na	na	1,42	0,82	na	na	na	na	na	1,83	362			
				SERVTRANS (2011)	30	na	na	30	na	na	na	0,27	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				UNICOM TRANZIT (2015)	247	217	1,419	573	1	12,407	5,93	-2,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Slovakia	49	5,42	111	UNIFERTRANS (2011)	152	357	349	2,992	12,83	-6,82	na	7,55	-4,55	17,02	8,207	14,01	-3,78	680	-4,11	16,93	2,78		
				ZSR (2016)	1,209	330	500	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				ZSRK (2016)	15,326	5,740	9,721	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Slovenia	20	2,06	102	SZ (2016)	226	81	221	13	na	266	42	0,86	3,63	5,28	709	na	na	na	na	na	na		
Spain	506	46,46	92	ADIF (2016)	273	87	146	12	90	309	155	1,32	na	9,40	1,390	84,00	6,00	878	5,12	0,80	-13,76		
				ETSA (2016)	50	50	50	na	na	na	na	0,09	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				EUSKOTREN (2011)	366	2,268	3,426	419	112	811	6,027	13,96	-1,80	184,09	63,597	471,36	1,32	25,291	1,87	18,30	-12,26		
				FGC (2016)	9,684	1,955	8,077	na	na	na	na	2,65	-1,67	38,40	na	na	6,339	-0,05	na	na	na		
				LFP (2016)	244	11,107	12,286	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				RENTRE (2016)	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Sweden	447	9,77	22	GREEN CARGO (2009)	109	109	109	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				SIJ (2016)	15,799	11,844	5,331	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
UK	244	64,36	267	TRAFIKVERKET (2016)	333	132	13	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				ATOC (2014)	8,342	2,134	8,658	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				EUROSTAR INTL (2011)	4,208	269	2,459	34	454	375	na	2,31	-2,20	34,07	8,609	65,14	0,68	3,266	6,38	na	na		
				HST (2016)	420	na	420	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				BLS CARGO (2016)	384	26	384	45	47	367	453	1,32	-1,32	7,80	1,449	9,64	3,76	18,960	2,16	1,86	-10,26		
				RHB (2015)	3,230	1,839	3,230	1,160	643	4,633	5,937	33,12	0,36	185,40	na	458,42	na	na	na	53,51	4,70		
				SBB CFF FFS (2016)	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
EU 28	4,145,146	731,284,112	176,386		171,145	44,217	82,440	41,896	42,384	86,775	687,718	2,940	100	6,107	6,886,075	7,542	100	2,880	2,880	100	100		
EU 28	4,145,146	731,284,112	176,386		171,145	44,217	82,440	41,896	42,384	86,775	687,71												

(1) source: World Bank (2015)

(2) Coaches, passenger carriages in MU, and trailers 1: Personenwagen (einsch. oder Bestandteil von Triebzügen) und Triebwagenanhänger 1: Voitures (isolées ou incorporées à des rames) et remorques d'autorail

(3) Global Traffic: Domestic-International

stat@uitc.org
20/06/2017

Confronti internazionali (3)



Railway Statistics - Synopsis

Provisional results

Statistik der Bahnen - Synthese

Vorläufige Ergebnisse

Statistique des chemins de fer - Synthèse

Résultats provisoires

2016



Pays	Superficie km ² (1)	Population (1)	Densité de population hab./km ²	Compagnie ferroviaire	Longueur des lignes en fin d'année			Effectif en fin d'année (unités)					Effectif moyen de personnel		Parcours des trains		Trafic ferroviaire commercial (3)									
					Total	dont à double voie et plus	dont électrifiés	Locomotives y compris locomotrices	Autorails et autobus- motrices	Voitures et remorques (2)	Wagons de la compagnie ferroviaire	milliers	à 16/15	Trains-km bruts remorquées	Tonnnes km bruts remorquées	Voyageurs		Voyageurs		Tonnnes		Tonnnes				
																millions	à 16/15	millions	à 16/15	millions	à 16/15	millions	à 16/15			
OECD MOEL FECCO					8 172	576	2 476	556	165	312	12 587	18			35	18 544	19									
Albania	29	2,90	101	SHH (2009)	423	0	0	55	0	88	537	1,88			0,00	142	0,65	0,34		32		0,34		46		
Bosnia and Herzegovina	51	3,81	74	ZFBH (2016)	601	68	441	97	8	87	2 131	3,41	-3,46	2,77	1 520	0,20	-22,85	13	-38,49		6,74	0,36	768	-8,02		
Macedonia	26	2,08	81	ZRS (2016)	417	24	306	71	11	69	2 030	3,08	-2,84	1,77	689	0,15	-10,53	11	-11,20		4,36	-11,02	371	-17,00		
Montenegro	14	0,62	45	MZ-T (2012)	na	na	na	43	0	68	1 011	1,30		2,29	944	1,01		99		2,54		423				
Serbia	88	7,10	80	MONTEGARGO (2010)	239	0	214	na	na	na	na	0,20		0,37	303					1,21		150				
				ZIGG (2012)				255			7 277	3,89	-2,60	5,24	4 991							11,90	20,00	3 087	10,00	
				SERBIA CARGO (2016)				48	146	na	na	2,46	-15,34	10,93	1 957	17,04	-0,96	603	-10,40							
				SERBIA TRANSPORT (2016)								na														
				ZS (2015, infra)	3 809	283	1 275					na														
OEI OUE OEL					112 981	36 718	64 762	22 148	9 314	8 944	208 672	1 160			1 803	4 838 494	1 565	168 406			1 806		2 678 761			
Belarus	208	9,45	45	BC (2016)	5 480	1 634	1 131	765	1 054	2 900	28 071	69,34	-1,77	65,12	89 175	81,80	-6,12	6 428	-9,68	126,76	-3,56	41 107	0,79			
Moldova	34	3,55	105	CFM (2016)	1 151	75	0	138	21	324	6 836	9,46	-6,34	2,23	2 074											
Russia	17 098	143,81	8	RZD (2016)	85 375	38 009	43 621	17 331	6 508	494	60 295	744,71	-4,20	1 534,11	4 373 632	1 036,99	1,62	124 461	3,36	1 328,21	-0,06	2 342 590	1,64			
Ukraine	604	45,16	75	UZ (2015)	20 975	na	10 000	3 914	1 731	5 326	173 370	277,58		200,32	373 614	436,07					37 577		195 054			
Turkey	784	76,82	98	TCDD (2015)	10 131	1 181	3 855	668	198	1 425	19 870	24,13	-8,08	42	25 557	89,04	-8,59	4 325	-10,42	23,58	1,58	10 773	12,01			
Africa Afrika Afrique					66 590	1 616	18 291	205	142	1 651	31 513	3,95			106	187 841	164	23 538			72		183 463			
Algeria	2 382	39,67	17	SNTF (2015)	3 800	510	3 24	275	81	416	10 912	12,14	-2,36	na	na	36,22	na	1 269		4,25		1 011				
Botswana	582	2,26	4	BOR (2007)	888	0	0	38	1	53	594	0,90		na	na	0,40	na	2,04				674				
Burkina Faso	274	18,11	66	GOPAFER-B (2013)	518	0	0	87	0	68	1 184	2,11		2,68	2 312	1,49		495		1,63		1 057				
Cameroon	475	23,34	49	CAMRAIL (2011)	977	8	0	102	0	235	3 363	7,31	-1,11	1,06	498	0,05	95,65	67,04		0,36	-15,80	174	16,23			
Democratic Republic of the Congo	2 345	2,48	32	SNCC (2016)	3 641	0	848	na	na	na	na	na		na	na	na	na	na		na		na				
Egypt	1 001	91,51	91	ENR (2015)	5 153	na	na	na	na	na	na	na		na	na	0,28	17,00	127	13,39	4,23	-9,00	2 058	-24,50			
Gabon	268	1,73	6	SETRAG (2016)	810	0	na	na	na	29	433	1,15	1,59	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Ivory Coast	342	22,70	70	CIPEP (2016)	639	25	0	17	na	na	260	0,00		na	na	0,07	na	na	na	na	na	na	na	na		
Madagascar	587	24,24	41	MADARAIL (2009)	673	0	0	na	na	na	na	na		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Mauritania	1 031	4,07	4	ENIM (2016)	728	0	0	na	na	na	1 270	3,88		1,24	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Morocco	447	34,38	77	ONCF (2015)	1 029	633	1 287	218	na	546	5 496	7,85		na	na	40,00	5 507	1,06	31,76		4 749					
Mozambique	735	27,68	32	CFMZ (2011)	3 116	91	0	36	na	36	750	3,16		1,48	na	3,81	na	na	na	na	na	na	na	na		
Republic of Congo	342	4,62	14	CFCO (2012)	893	0	0	na	na	na	na	1,62		na	na	0,52	266	na	na	na	na	na	na	na		
South Africa	1 220	54,80	45	SARCO (2007)	2 240	na	2 240	na	na	na	na	11,00		26,00	11 665	530,00	13 865									
Sudan	1 879	40,24	21	TRANSNET (2008)	19 811	na	8 432	na	na	na	na	na		60,00	170 093			na	na	na	na	113 342				
Swaziland	17	1,29	74	SJRC (2014)	4 313	0	0	103	na	78	3 078	3,21		2,21	513			na	na	na	na	na	na	na		
Tanzania	947	53,47	55	TRC (2011)	2 707	na	na	na	na	na	na	na		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
Tunisia	164	11,12	68	SNCTP (2016)	2 244	291	50	138	50	131	3 455	4,71	-5,36	na	na	40,95	9,68	1 235	-0,88	3,86	0,00	667	0,45			
America America América					176 191	1 662	408	75	6	455	1 609 190	169,39		795,96	na	60,83	na	30,73	10 519	-2,05	1 570,68	2 547 253				
Argentina	2 780	43,42	15	ADIFSE (2014)	18 097	1 532	400	na	na	na	na	na		na	na	819,48	-1,44	15 648	-1,44							
Brazil	8 516	207,85	24	OPTM (2016)	3 703	0	0	na	na	na	na	na		na	na	3,97	4,05	1 381	4,38							
Canada	9 985	35,68	8	CA RAIL (2016)	399	0	0	73	6	426	na	3,75	3,45	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
United States	9 832	321,19	33	KAR (2015)	150 675	na	0	na	na	na	na	1 609 100	169,39	795,96	na	60,83	na	30,73	10 519	-2,05	1 570,68	2 547 253				
				AMTRAK (2015)	1 056	na	na	na	na	na	na	na		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
Asia Oceania Asien Océanie					222 228	66 764	88 578	37 289	30 381	108 440	1 281 718	3,95		2 138	688 380	18 076	2 164 976			9 206		3 834 639				
Armenia	30	3,02	101	SCR (2015)	703	0	656	51	87	41	1 305	3,43		0,73	695			0,35		2,53		640				
Australia	7 741	23,80	3	QR (2011)	1 829	446	1 237	735	0	na	na	na		29,26	101 954			na	na	59 649						
Azerbaijan	87	9,65	111	AZ (2015)	2 068	803	1 233	326	36	669	18 240	na		7,66	13 180	1,89		495		17,09		6 210				
Bangladesh	148	161,02	1 084	BCR (2010)	2 835	na	0	286	na	na	na	27,97		na	na	65,60	7 305			2,71		710				
China	9 563	1 370,84	163	CR (2016)	67 092	34 777	40 555	19 889	na	69 008	710 632	2004,00	0,08	na	na	1 599,84	3,59	695 965	-3,74	2 167,07	-6,53	1 920 285	-3,02			
China-Taiwan	36	23,31	644	THSRC (2015)	345	345	345	na	na	na	na	na		na	na	50,56	9 655	4,55								
Georgia	70	3,72	53	TRA (2016)	1 065	724	886	281	463	2 417	1 745	13,18	-0,60	47,95	18 065	230,36	-0,80	10 968	-1,32	9,22	-15,53	562	-11,34			
India	3 287	1 311,05	399	IR (2015)	1 491	na	1 491	na	na	119	9 860	na		6,37	9 502			4,65		14,14		4 261				
Indonesia	1 911	257,66	135	KAI (2008)	66 030	na	22 224	10 730	na	na	254 006	1326,00		1 161,20	na	8 224,00	1 147 190	1 095,26		20,44		681 696				
Iran	1 748	79,11	45	RAI (2016)	5 279	486	134	357	394	1 330	3 516	27,00		46,00	46 382	198,00				24,54		5 452				
Israel	435	35,87	82	RR (2010)	8 676	1 900	181	916	0	na	24 089	9,02	-2,11	74,14	66 336	23,04	-5,77	12 962	-13,09	40,38	13,00	27 243	6,91			
Japan	378	126,82	336	JR (2016)	2 138	na	na	na	na	na	9 315	8,80		3,65	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na		
				JSR (2016)	1 340	na	na	na	na	510	882	3,30	2,62	15,96	8 757	59,54	12,75	2 645	1,41	9,23	23,07	1 404	21,59			
		</																								

Incidentalità ferroviaria Italia

Reti locali + Rete RFI	Tipo di incidente ^(a)						Totale
	Collisione ^(c)	Deraglia- mento	Passaggio a livello	Materiale rotabile in movimento	Incendio al materiale rotabile	Altro	
Anni 2004-2015							
Incidenti gravi	73	98	273	1.034	46	43	1.567
Passeggeri morti	25	4	5	52	-	-	86
Passeggeri feriti	111	31	15	123	3	-	283
Personale ^(b) morto	10	1	1	39	-	-	53
Personale ^(b) ferito	11	13	3	31	1	16	75
Altre persone morte	7	30	164	541	-	2	744
Altre persone ferite	-	13	84	268	-	1	366
Totale morti	42	35	170	631	-	5	883
Totale feriti	122	57	102	422	4	17	724

(a) Il tipo di incidente si riferisce all'incidente primario.

(b) Compreso quello delle imprese appaltatrici.

(c) Ad eccezione di incidenti a passaggio a livello.

Fonte: elaborazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti su dati ISTAT.

Normativa ferroviaria (2)

Decreto interministeriale dd 08/06/1908 disposizioni in materia di Unità tecnica delle Strade Ferrate

D.R. n. 1447 09/05/1912 – “*Testo Unico delle disposizioni di legge per le ferrovie concesse all’industria privata, le tramvie a trazione meccanica e gli automobili*”

Decreto Interministeriale dd 24/08/1939 disposizioni in materia di Unità tecnica delle Ferrovie

DPR 753 dd 18/07/1980 Nuove Norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell’esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto.

Direttive 49-50-51/2004/CE - Pacchetto sicurezza

Regolamento 881/2004 Agenzia Europea della Sicurezza

Rete ferroviaria Italiana



Dati al 31 dicembre 2017

LINEE FERROVIARIE IN ESERCIZIO 16.787 km (1)

CLASSIFICAZIONE

Linee fondamentali	6.497 km
Linee complementari	9.337 km
Linee di nodo	953 km

TIPOLOGIA

Linee a doppio binario	7.696 km
Linee a semplice binario	9.091 km

ALIMENTAZIONE

Linee elettrificate	12.022 km
- a doppio binario	7.619 km
- a semplice binario	4.403 km
Linee non elettrificate (diesel)	4.765 km

LUNGHEZZA COMPLESSIVA DEI BINARI 24.483 km

linea convenzionale	23.016 km
linea AV (2)	1.467 km

IMPIANTI FERROVIARI

Stazioni con servizio viaggiatori attivo/possibile	2.201
Impianti di traghettamento	3
Impianti merci (3)	200

TECNOLOGIE INNOVATIVE DI TELECOMANDO E PROTEZIONE MARCIA TRENO (4)

Sistemi di telecomando della circolazione	12.786 km
SCMT, per il controllo della marcia del treno	12.210 km (di cui 175 con doppio attrezzaggio SCMT-SSC)
SSC, per il supporto alla guida	3.892 km (di cui 175 con doppio attrezzaggio SCMT-SSC)
ERTMS, per l'interoperabilità su rete AV/IAC	709 km
GSM-R, per la telecomunicazione mobile	11.445 km

▲ Torna su

Note

- (1) di cui 70 Km di rete estera
 (2) riferiti alle tratte attrezzate con ERTMS (escluso la Treviglio – Brescia) e ai loro collegamenti con le località di servizio
 (3) impianti con centri intermodali, scali, raccordi, ecc
 (4) tutte le linee della rete sono attrezzate con uno o più sistemi di protezione marcia treno

(ultimo aggiornamento 17 gennaio 2018)

Classificazione ferrovie (1)

caratteristiche tecniche	
Tipo traffico	Misto (passeggeri e merci)
Velocità max	300 km/h
Raggio di curvatura minima	5.450 m
Pendenza massima	18‰
Sopraelevazione massima	10,5 cm
Raggio minimo raccordi altimetrici	20 km
Carico massimo per asse	25 t
Larghezza della sede	13,6 m
Interasse binari	4,5-5 m
Sezione gallerie naturali	82 m ²
Alimentazione nuove linee	25 kV c.a. 50 Hz
Alimentazione tratti penetrazione urbana	3 kV c.c.
Distanza media tra sottostazioni elettriche	50 km
Distanza media tra due posti di comunicazione	24 km
Distanza media tra due posti di movimento	48 km



Classificazione ferrovie (2)



Classificazione ferrovie (3)



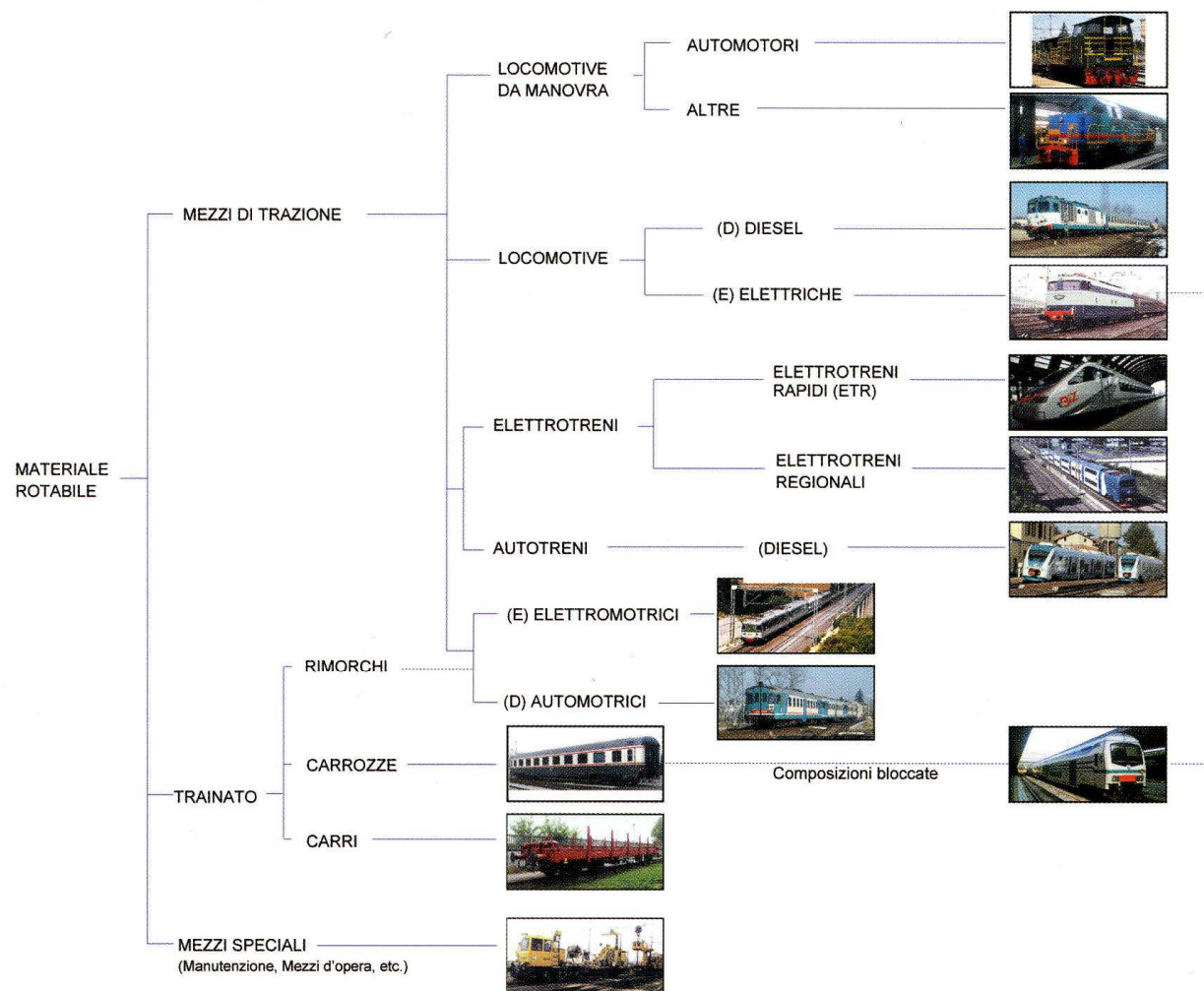
Classificazione ferrovie (4)



Classificazione ferrovie (5)



Classificazione Veicoli ferroviari



Parti Veicoli ferroviari

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI VEICOLI FERROVIARI

PRINCIPALI CARATTERISTICHE MECCANICHE

RODIGGIO:

complesso costituito dagli assi e dalle ruote del veicolo

SOSPENSIONI:

elementi con funzione di molleggio e di smorzamento delle oscillazioni dovute alle sollecitazioni dinamiche che si manifestano durante il moto

TELAIO:

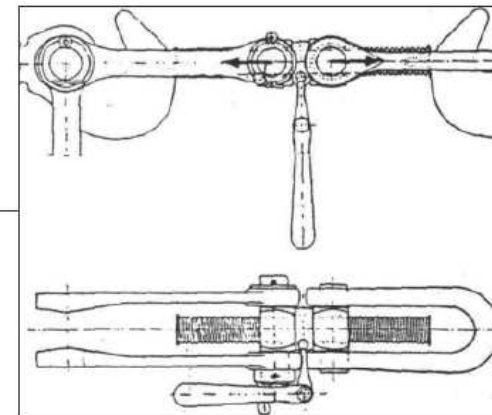
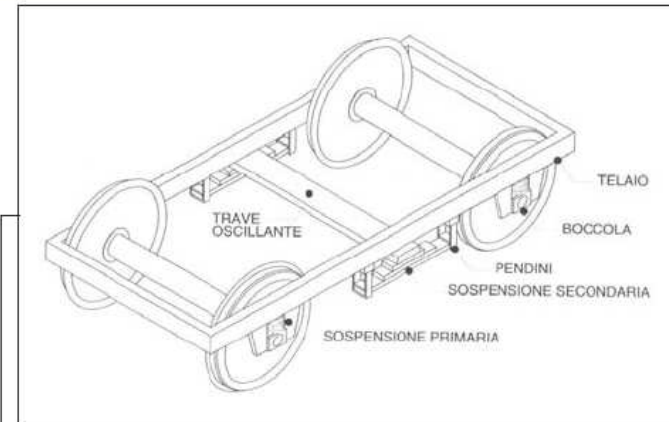
parte metallica collegata attraverso le sospensioni al rodiggio

CASSA:

ambiente costruito sul telaio destinato ai viaggiatori e alle merci

ORGANI DI TRAZIONE E REPULSIONE:

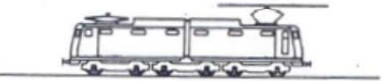
rispettivamente gancio e respingenti



Veicoli ferroviari

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI VEICOLI FERROVIARI

Caratteristiche del rodiggio

GRUPPO	SCHEMA	RODIGGIO
	● Sala motrice ○ Sala portante	
685		1-C-1
835 e 851		0-C-0
E 326		2-Co-2
E 428		2-Bo + Bo-2
E 636 ed E 646		Bo + Bo + Bo
ALn 990		B-2

Tab. 2 – Schemi di alcune locomotive e automotrici usate nelle ferrovie italiane con riferimento al rodiggio.

LEGENDA

Lettera maiuscola dell'alfabeto = *numero di assi motori consecutivi* ($A=1$, $B=2$ ecc.);

Numero = *numero di assi portati consecutivi*

Indice zero = *assi motori indipendenti*

Trattino - interposto = *appartenenza a carrelli o telai parziali*

Segno + interposto = *appartenenza a carrelli o telai diversi*

Esempio

$2-B_0 + 2-B_0$ = locomotiva (o automotrice) a due carrelli, ognuno formato da due assi portati e due assi motori indipendenti.

La ruota ferroviaria (1)

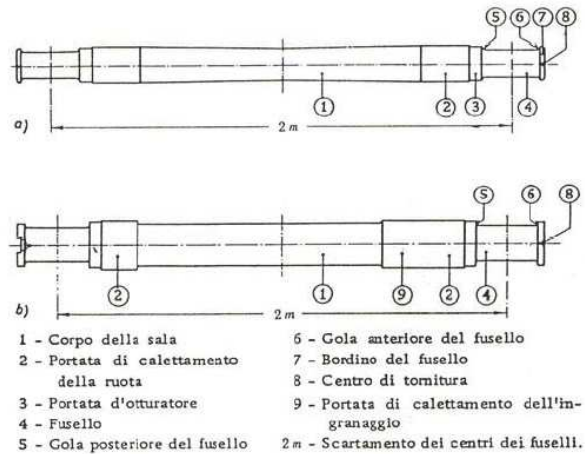


fig. 11

- a) Sala o asse del veicolo ferroviario
b) Sala di locomotiva elettrica

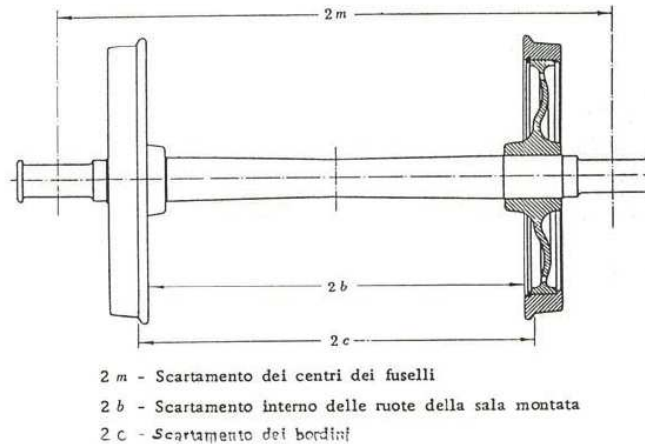
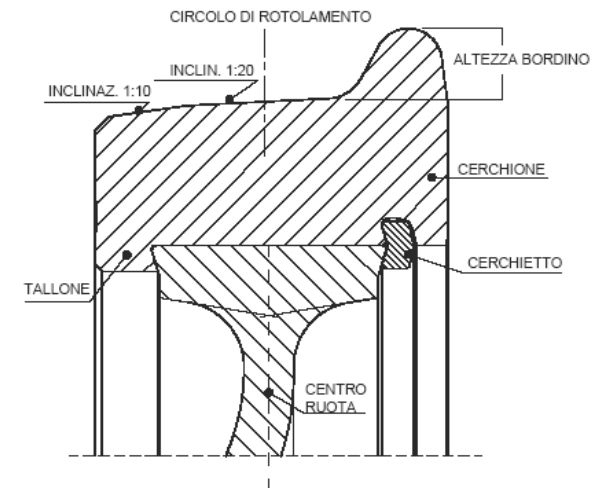
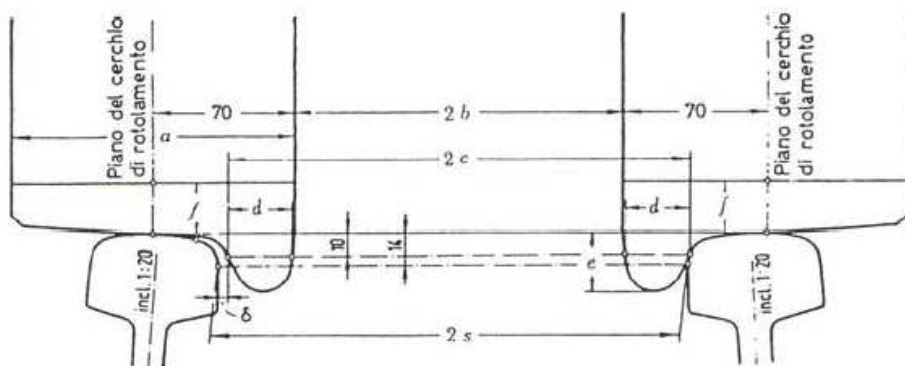


fig. 12 – Sala montata di un veicolo ferroviario



La ruota ferroviaria (2)

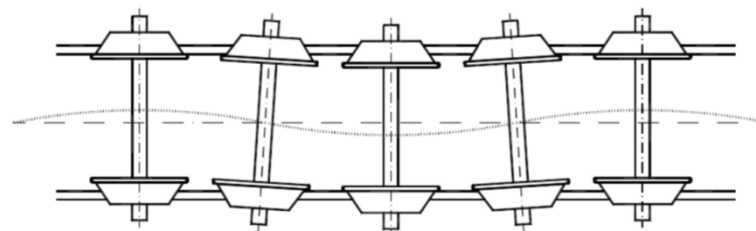
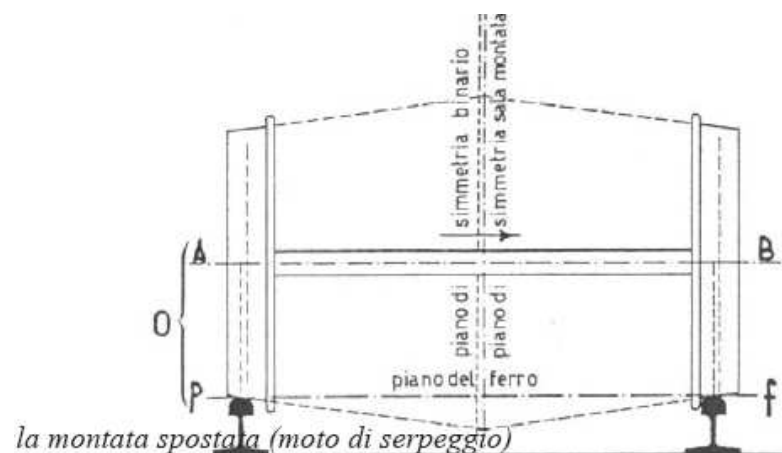


	Valori	a		2 b	2 c	d	e	f	δ	2 s
Unità Tecnica delle Ferrovie edizione 1938	min.	130	130	1357	1410	20	25	25	6	1432
	max.	140*	150**	1363	1426	—	36	—	60*	1470
F.S. italiane Locomotive	min.	139,3		1357	1402	22	27,65	35	3	1433
	max.	140,7		1366	1430	31,35	36	75,5	68*	1470
Elettrotreni ed Elettromotrici	min.	135		1357	1402	22	27,65	40	3	1433
	max.	140,5		1366	1430	31,35	36	65,5	68*	1470
Automotrici	min.	—		1361	1406	22	28	22	2	1433
	max.	140,5		1366	1431	32	36	65	64*	1470
Veicoli	min.	134,5		1359	1400	20	27,65	20	6	1433
	max.	140,5		1361	1427	32,35	36	65,5	70*	1470

* Per le ruote da costruire

** Per le ruote costruite prima del 1939

* Col max. allargamento in curva.



Veicoli ferroviari dimensioni (1)

	Carrozze	Carri merci
Numero assi	4	2 oppure 4
Lunghezza totale [m]	17,8÷26,4	10,58÷19,9
Larghezza cassa [m]	2,85÷2,9	2,68÷3,03
Passo carrelli* [m]	2,15÷2,50	1,80
Peso a pieno carico [tonn]	31÷42	36÷80
Peso per asse (max) [tonn/asse]	7,8÷10,5	18÷20

* Si definisce *passo* la distanza tra le sale estreme di un carrello.

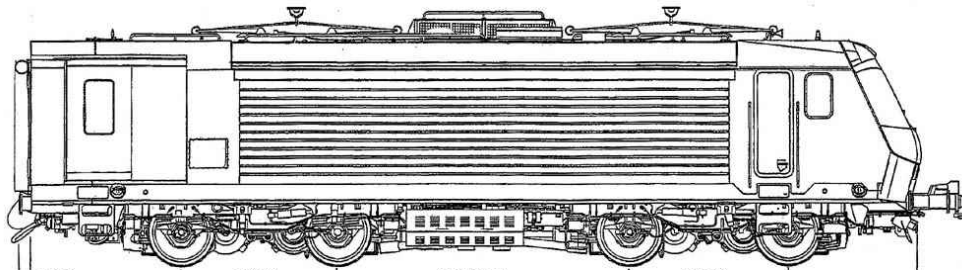
Carrozze e carri



Veicoli ferroviari dimensioni (2)

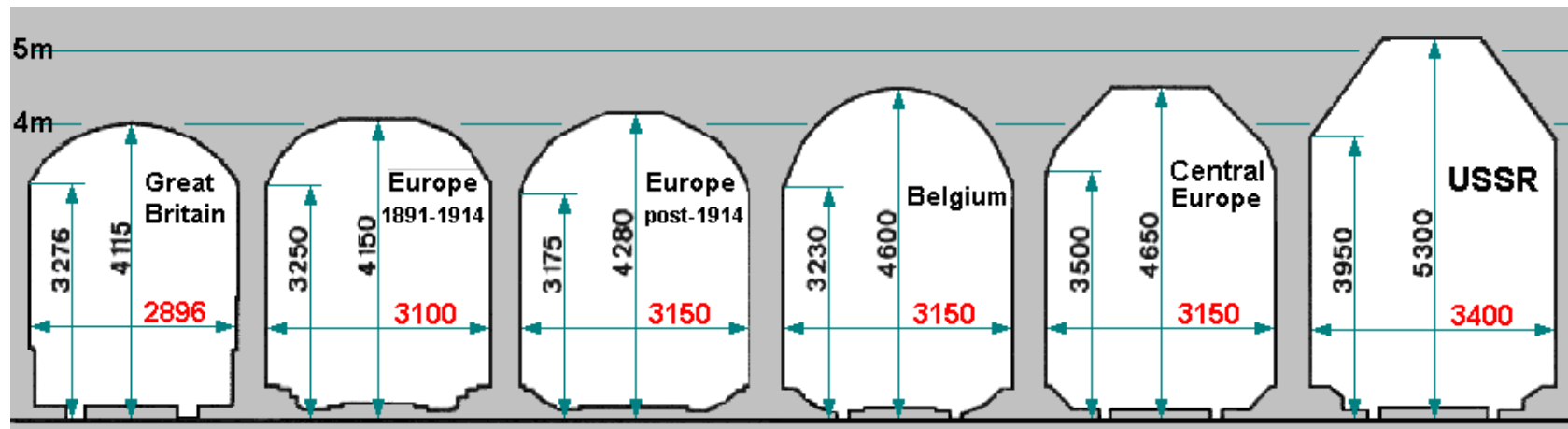
	Elettrica	Diesel-elettrica
Numero assi	4 ÷ 6	4
Lunghezza totale [m]	16,8 ÷ 18,3	14,1
Peso [tonn]	82 ÷ 120	76
Peso per asse (max) $\left[\frac{\text{tonn}}{\text{asse}}\right]$	20 ÷ 20,5	19
Numero motori	4 ÷ 6	2
Velocità massima $\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$	150 ÷ 200	130
Sforzo di trazione massimo [kN]	215 ÷ 240	216

Locomotive

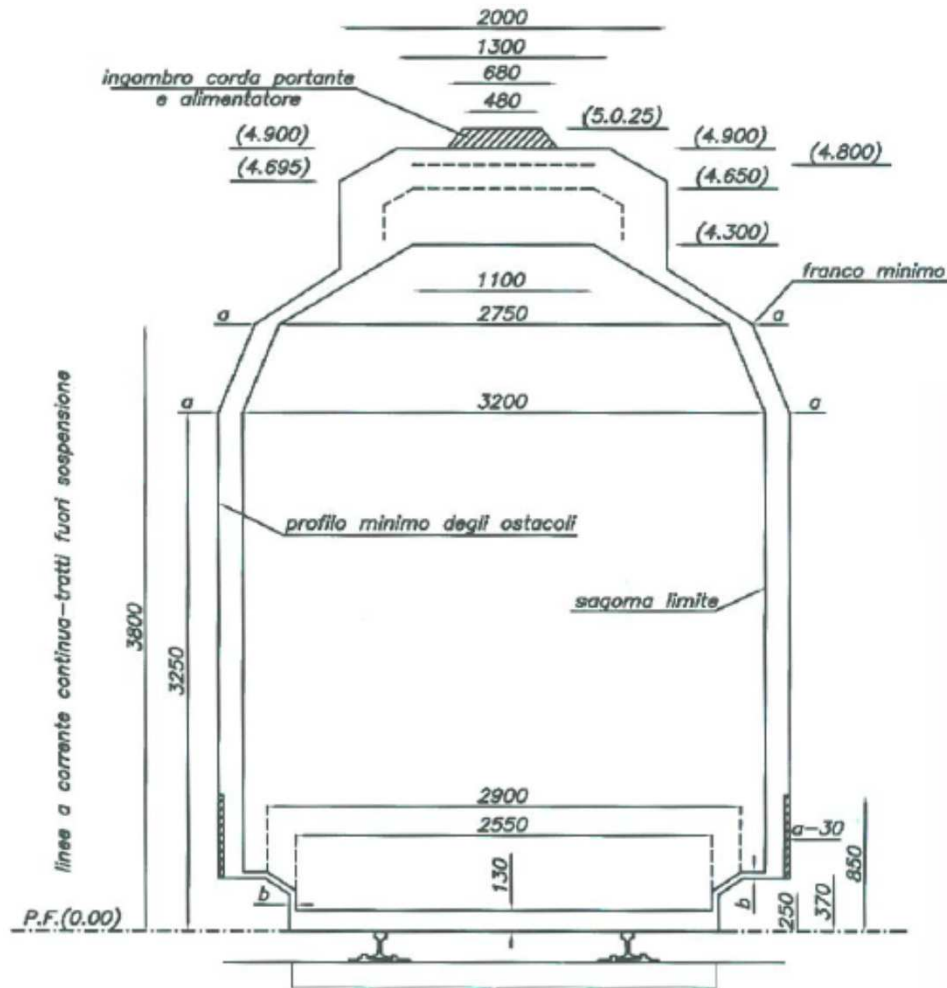


Veicoli ferroviari Sagoma limite (1)

Si definisce sagoma limite di un veicolo ferroviario la linea poligonale che racchiude la figura rappresentante una sezione trasversale tipo del veicolo stesso.

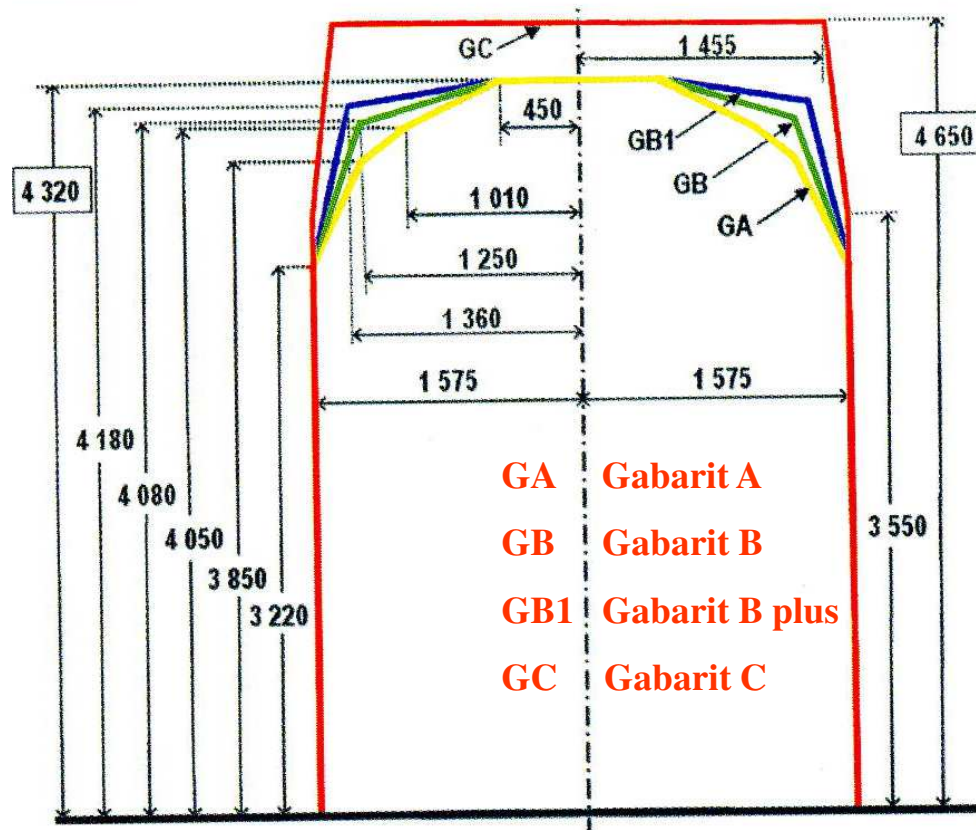
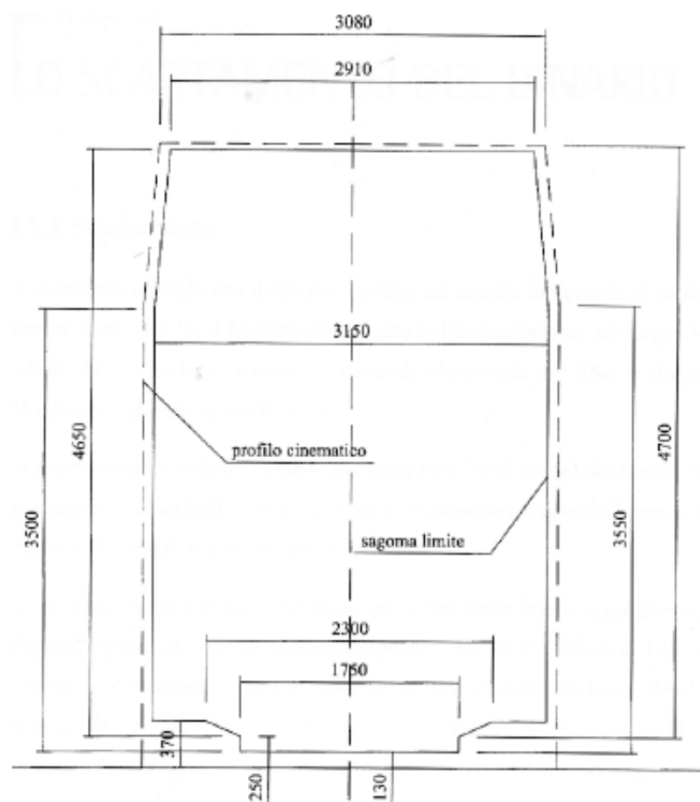


Veicoli ferroviari Sagoma limite (2)

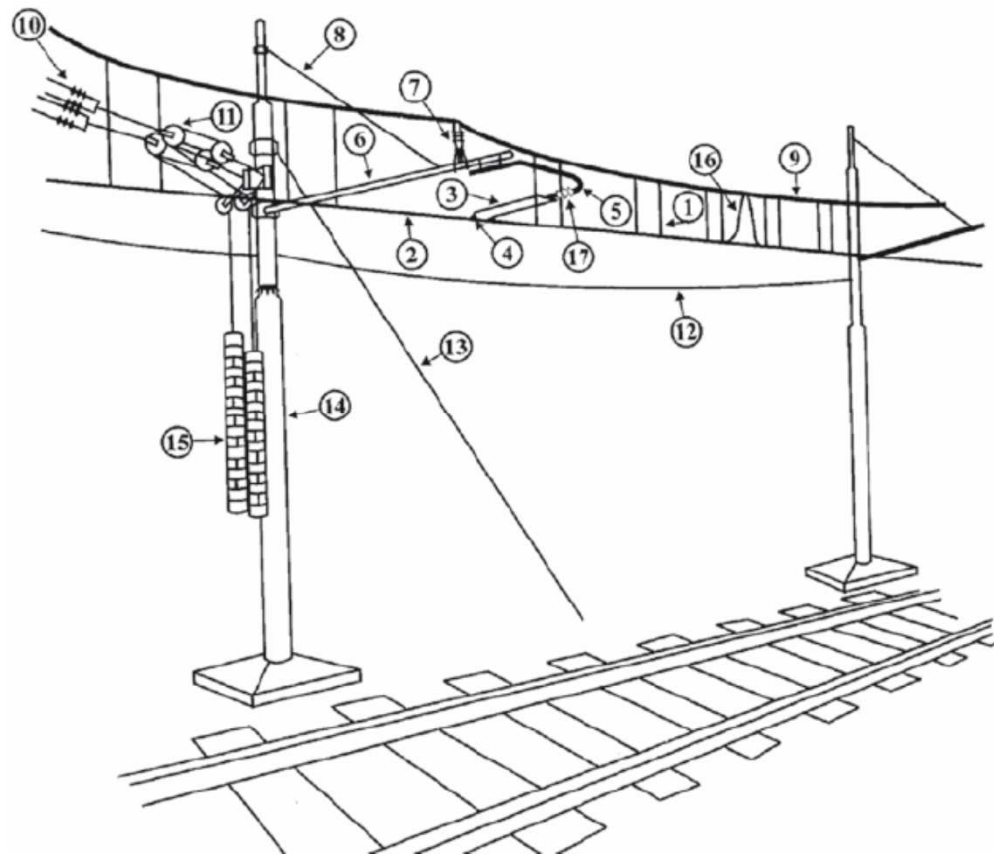


In figura è riportata la sagoma limite per le linee ferroviarie italiane. Essa include una maggiorazione nella parte superiore per consentire anche il passaggio dei pantografi e l'installazione della linea elettrica di contatto, della relativa fune portante e degli organi di sostegno della linea stessa, lasciando anche, rispetto alle apparecchiature sotto tensione, opportuni franchi, detti franchi elettrici (il Gabarit è dunque riferito anche alle linee elettrificate).

Veicoli ferroviari Sagoma limite (3)



Linea di contatto trazione elettrica (1)



- 1 Pendino,
- 2 Conduttori
- 3 Tirantini di poligonazione
- 4 Morsetti di fissaggio
- 5 Braccio di poligonazione
- 6 Mensola
- 7 Isolatore della fune portante,
- 8 Tirante palo mensola
- 9 Fune portante
- 10 Isolatore di ormeggio
- 11 Dispositivo di regolazione,
- 12 Trefolo di protezione
- 13 Tirante a terra
- 14 Palo T.E
- 15 Contrappesi
- 16 Cavallotto di continuità,
- 17 Isolatore di poligonazione

Linea di contatto trazione elettrica (2)

Specifica RFI «La progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria»

1.1.3.1 Cavalcavia su linee elettrificate a corrente continua

Tra l'intradosso del cavalcavia e gli impianti della trazione elettrica si deve assicurare un franco elettrico minimo di 30 cm.

Di conseguenza si dovrà assicurare un'altezza minima di 6,90 mt, tra il piano del ferro e l'intradosso dell'impalcato. Tale valore è calcolato a partire dalle seguenti ipotesi:

- **linea in orizzontale;**
- **libero passaggio delle condutture sotto il cavalcavia;**
- **filo di contatto a m 5,20 dal PF;**
- **distanza tra la corda portante e filo di contatto, in corrispondenza di un palo della TE, pari a m 1,40.**

1.1.3.2 Cavalcavia su linee elettrificate a corrente alternata a 25 Kv

Tra l'intradosso del cavalcavia e gli impianti della trazione elettrica si deve assicurare un franco elettrico minimo di 50 cm.

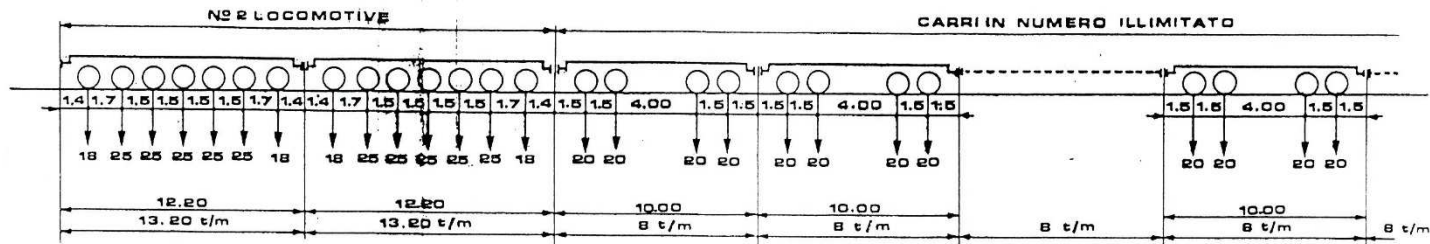
Di conseguenza l'altezza libera H minima da assicurare tra l'intradosso del cavalcavia ed il piano del ferro è pari a 7,20 mt. Tale valore è calcolato a partire dalle seguenti ipotesi:

- **linea in orizzontale;**
- **libero passaggio delle condutture sotto il cavalcavia;**
- **filo di contatto a m 5,30 dal PF;**
- **distanza tra la corda portante e filo di contatto, in corrispondenza di un palo della TE, pari a m 1,40.**

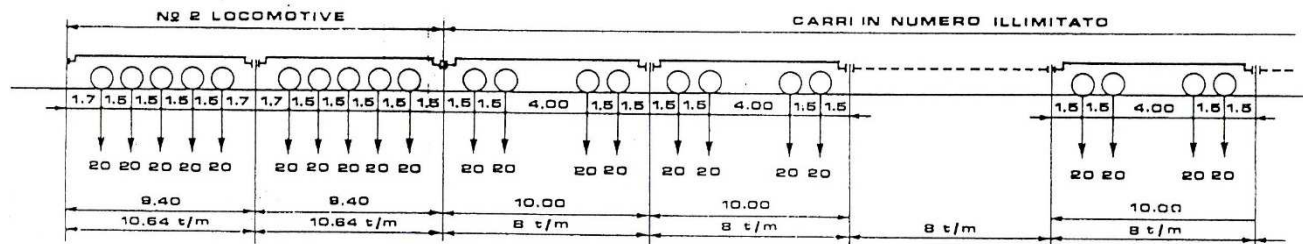
Veicoli ferroviari pesi massimi (1)

Categoria	Massa per asse in tonnellate	Massa per metro corrente in tonnellate
A	16	5,0
B1	18	5,0
B2	18	6,4
C2	20	6,4
C3	20	7,2
C4	20	8,0
D2	22,5	6,4
D3	22,5	7,2
D4	22,5	8,0

TRENO TIPO "A"



TRENO TIPO "B"



Veicoli ferroviari pesi massimi (2)

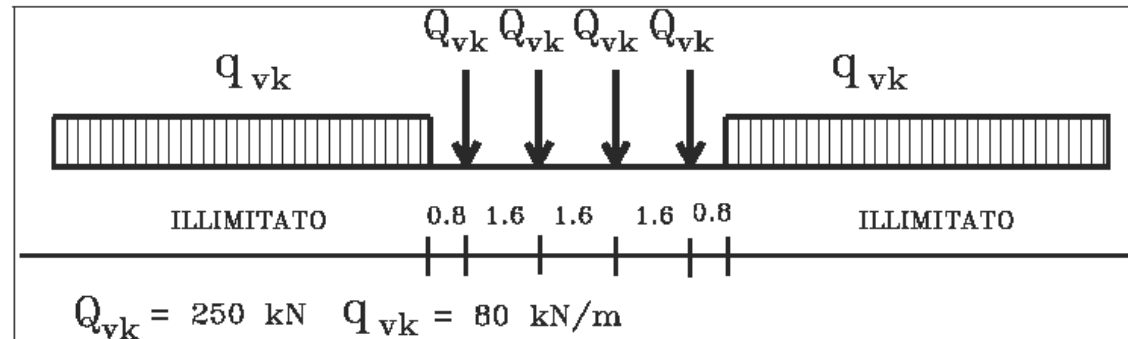


Fig. 1.4.1.2-1 - Treno di carico LM 71

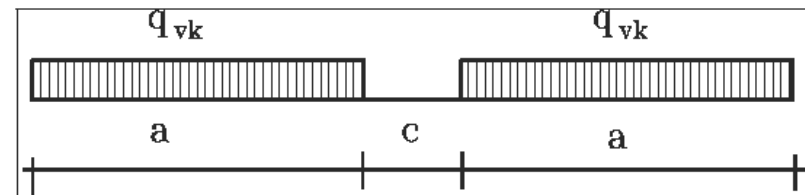


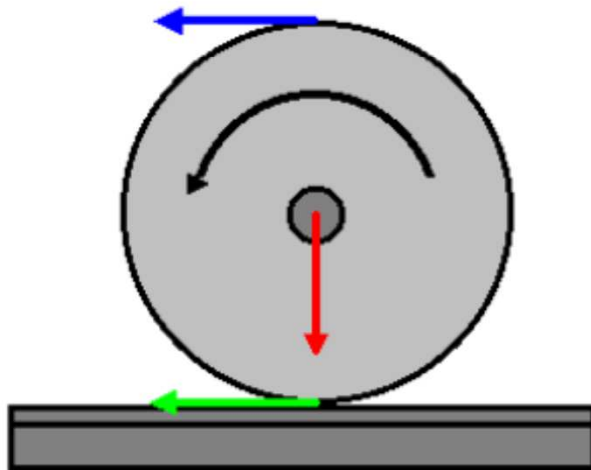
Fig. 1.4.1.2-2 - Treno di carico SW

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Tab.1.4.1.2 Caratteristiche Treni di Carico SW

Aderenza Veicoli ferroviari (1)

L'aderenza è un termine che indica il **massimo sforzo F** che può essere trasmesso in fase di avviamento, di mantenimento della velocità e di frenata attraverso il contatto ruota - rotaia



$$F < f P$$

f = coefficiente di aderenza

P = peso sull'asse

$$f P = A \text{ (aderenza)}$$

Aderenza Veicoli ferroviari (2)

Coefficiente di aderenza è il rapporto tra lo sforzo di trazione ed il Peso che grava sulla ruota

$$f_{ad} = \frac{T}{P}$$

Ossia lo sforzo di trazione massimo deve essere in ogni istante:

$$\bar{T} \leq f_{ad} * P_{aderente}$$

F E R R O V I A	Trazione elettrica assi accoppiati	0,25 - 0,30
	Trazione elettrica assi liberi	0,20
	Trazione Diesel assi accoppiati	0,20
	Trazione Diesel assi liberi	0,167
	Trazione a vapore	0,167
STRA DA	Asfalto	0,65 - 0,70
	Calcestruzzo liscio	0,65 - 0,70
	Calcestruzzo ruvido	0,80 - 0,85

Aderenza Veicoli ferroviari (3)

f aumenta con:

- l'aumentare del peso sull'asse;
- l'interposizione di materiale (sabbia) tra ruota e rotaia;
- Il passaggio di corrente sulla rotaia di ritorno (T.E.).

f varia $\pm$

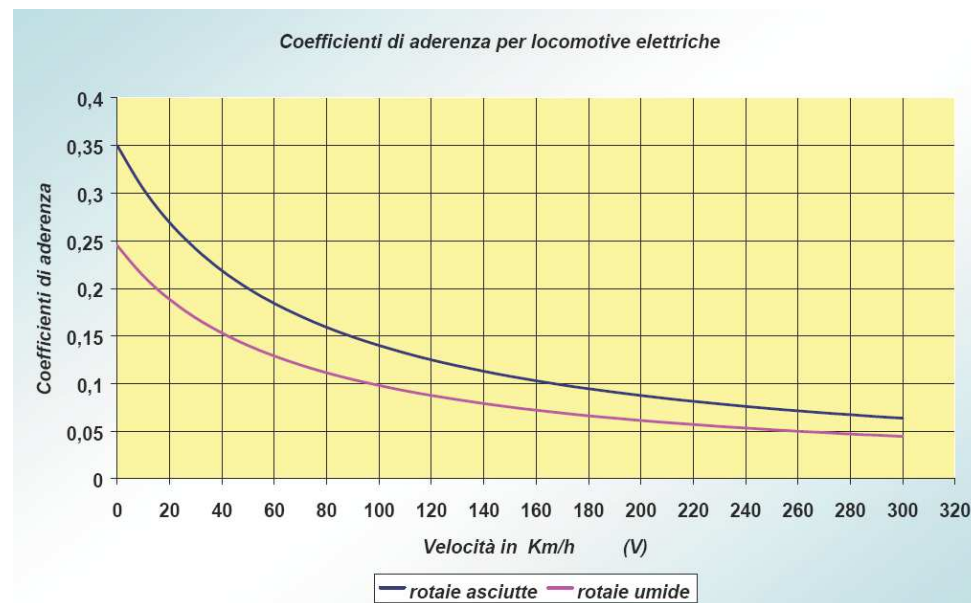
- per le caratteristiche dei materiali rotaia-ruota;
- con l'umidità presente sulla rotaia.

f diminuisce

- al crescere della velocità;
- in curva.

Aderenza Veicoli ferroviari (4)

VALORE DEL COEFFICIENTE LIMITE D'ADERENZA α_1 SENZA RITORNO DI CORRENTE LUNGO IL BINARIO	
CONDIZIONI AMBIENTALI E DEL BINARIO	COEFFICIENTE D'ADERENZA α_1
- binario molto asciutto con coppia motrice uniforme	$1/3 = 0,33$
- binario ampiamente dilavato dalla pioggia con coppia motrice uniforme	$1/3 = 0,33$
- binario asciutto in buone condizioni di manutenzione con coppia motrice uniforme	$1/3,5 = 0,2857$
- binario asciutto in buone condizioni di manutenzione con coppia motrice disuniforme	$1/4 = 0,25$
- binario asciutto in condizioni medie di manutenzione con coppia motrice uniforme	$1/4,5 = 0,222$
- binario asciutto in condizioni medie di manutenzione con coppia motrice disuniforme	$1/5 = 0,20$
- binario poco bagnato dalla pioggia con coppia motrice disuniforme	$1/7 = 0,14$
- binario in presenza di brina con coppia motrice disuniforme	$1/8 = 0,125$
- binario sporco con nebbia e con coppia motrice disuniforme	$1/9 = 0,11$
- binario ingrassato	$1/10 = 0,10$
- binario ingombro di foglie secche	$1/12,5 = 0,08$



Aderenza Veicoli ferroviari (5)

Durante la fase di trazione, la ruota deve rotolare senza slittare e la forza da applicare alla ruota dovrà essere

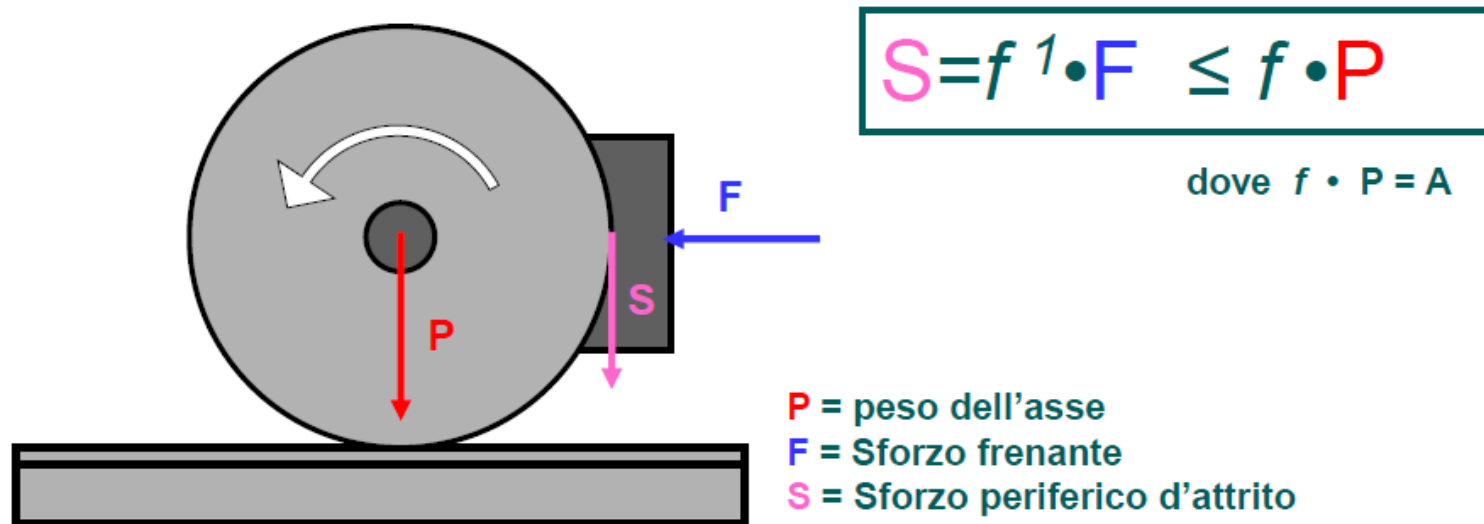
$$F < f P$$

Durante la fase di frenatura, il sistema frenante non dovrà provocare il bloccaggio delle ruote (pattinamento)

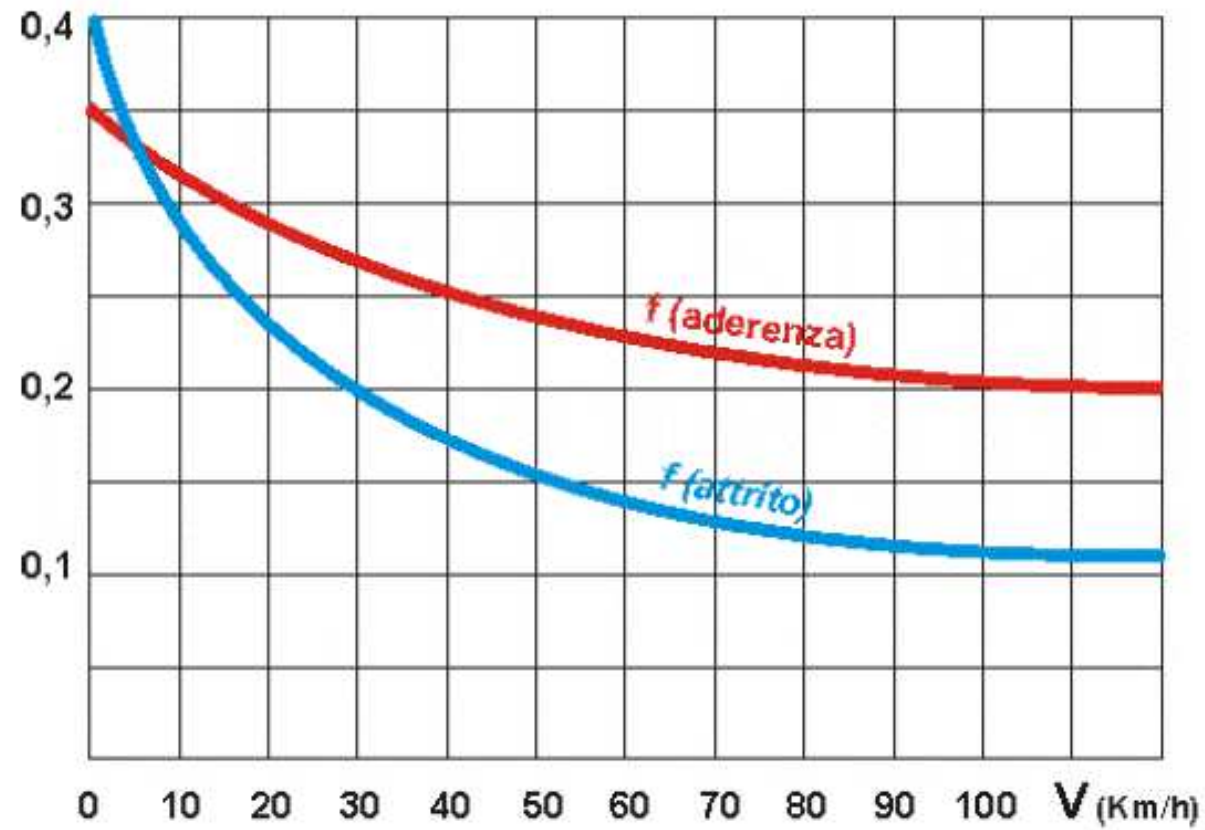
$$-F < f P$$

Aderenza Veicoli ferroviari (6)

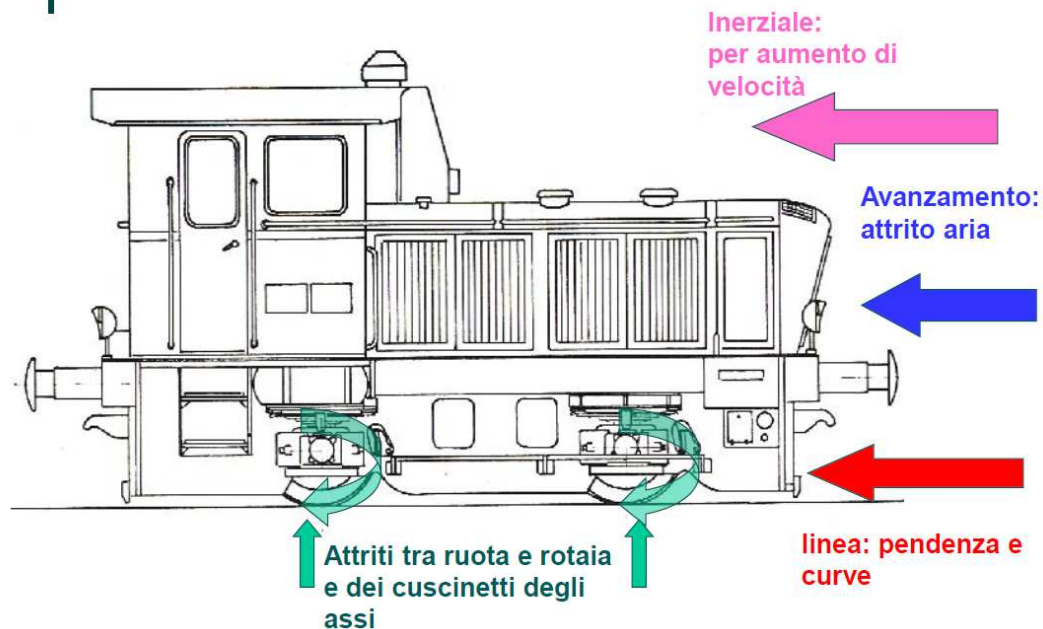
- f^1 = coefficiente di **attrito** ceppo-ruota
- f = coefficiente di **aderenza** ruota-rotaila



Aderenza Veicoli ferroviari (7)



Resistenze veicoli ferroviari



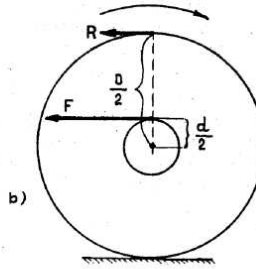
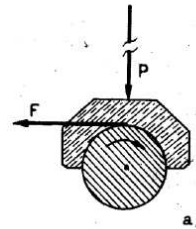
Resistenze ordinarie: sono le resistenze sempre presenti in ogni istante del moto:

- Resistenza di attrito nei perni (tra cuscinetto e asse ruota)
- Resistenza al rotolamento (tra zona di contatto ruota e strada)
- Resistenza aerodinamica (resistenza del fluido che deve essere spostato dal veicolo in moto)

Resistenze accidentali: sono le resistenze che compaiono solo in determinate circostanze:

- Resistenza in curva (dovuta ad urti e strisciamenti delle ruote sul binario quando si affronta una curva)
- Resistenza di pendenza (dovuta alla componente del peso che si oppone (salita) o favorisce il moto (discesa))
- Resistenza di inerzia (dovuta alla accelerazione o decelerazione del veicolo)

Resistenze ordinarie veicoli ferroviari (1)



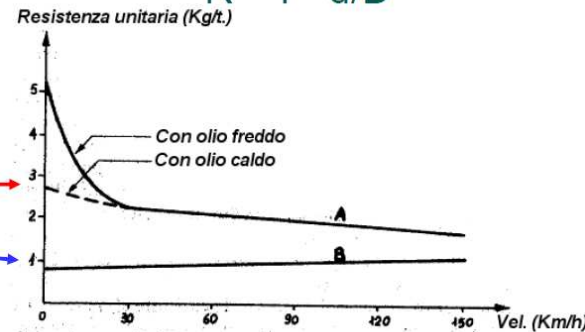
Resistenza d'attrito $F = P f$

f = coeff. attrito fusello-cuscinetto (circa 0,007)

Resistenza
all'avanzamento
 $R = F \cdot d/D$

A = Radente
(strisciamento)

B = Volvente (a rulli)



1. Perno cuscinetto $R_1 = f \cdot (d/D) \cdot 1000 \cdot P$ [daN];

f coefficiente d'attrito pari a circa 1/70

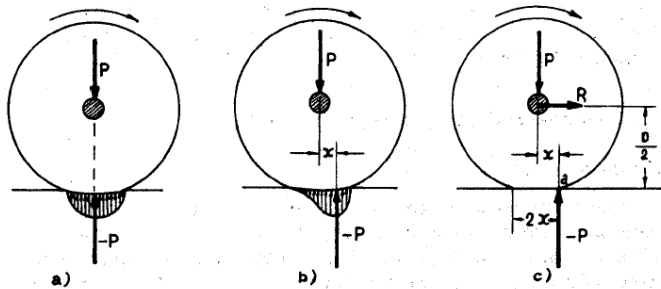
d diametro del fusello pari a circa 10 – 12 cm

D diametro ruota pari a circa 100 cm

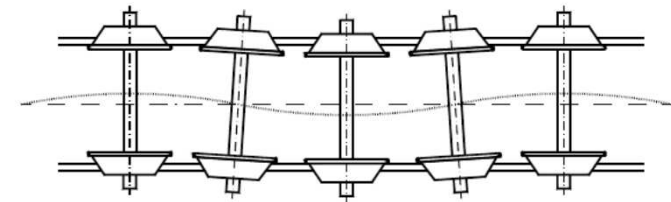
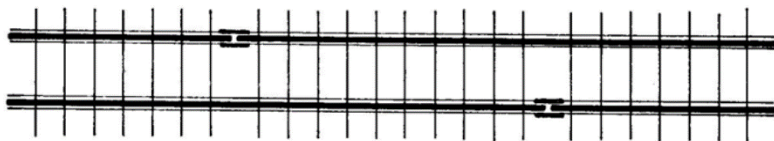
P peso che si scarica sul cuscinetto, espresso in tonnellate di peso

Resistenze ordinarie veicoli ferroviari (2)

La reazione d'appoggio, per effetto dell'isteresi elastica dei materiali, non agisce sulla stessa retta d'azione della forza Peso.



Ciò ingenera un momento resistente
 $M_r = -P \cdot x$



Moto di serpeggio



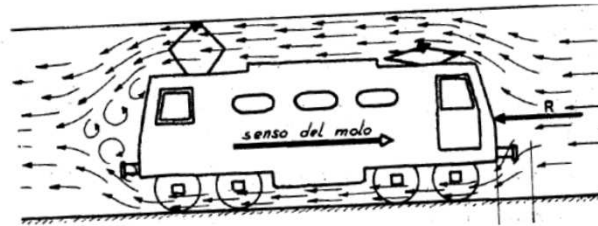
2. Ruota rotaia R_2 (= res. attrito volvente + res. serpeggiamento + res. giunzioni rotaie)

1,5 – 1,6 [daN/t]

$R_s = f_s \cdot V \cdot P$ [daN]

0,5 [daN/t]

Resistenze ordinarie veicoli ferroviari (3)



Dipende dalla sezione frontale S , dal fluido in cui ci si muove (aria) k , dalla velocità V e dall'aereodinamicità C .

$$R = k S C V^2$$

dove:

$k = 0,0065$ per l'aria valore costante

$C = 1$ per rotabili non sagomati, $0,35 \div 0,5$ per m.d.t o Ale

$S = 9 \text{ m}^2$ per loc.; 7 m^2 per Ale e Aln

3. Dell'aria R_a (= res. frontale + res. laterale) = $0,001 * v^2 * S * P$ [daN]

v = velocità relativa espressa in [m/s]

S = superficie convenzionale = $7 + 0,84 * n$ [m^2] con “n” numero carri

P = peso espresso in tonnellate peso

Resistenze ordinarie veicoli ferroviari (4)

Per velocità espresse in Km/h e fino a velocità massime di 140÷150 Km/h, si ha:

Per treni viaggiatori ordinari
$$r_0 = 1,94 + 2,65 \cdot \left(\frac{V}{100} \right)^2 \quad [\text{daN/t}]$$

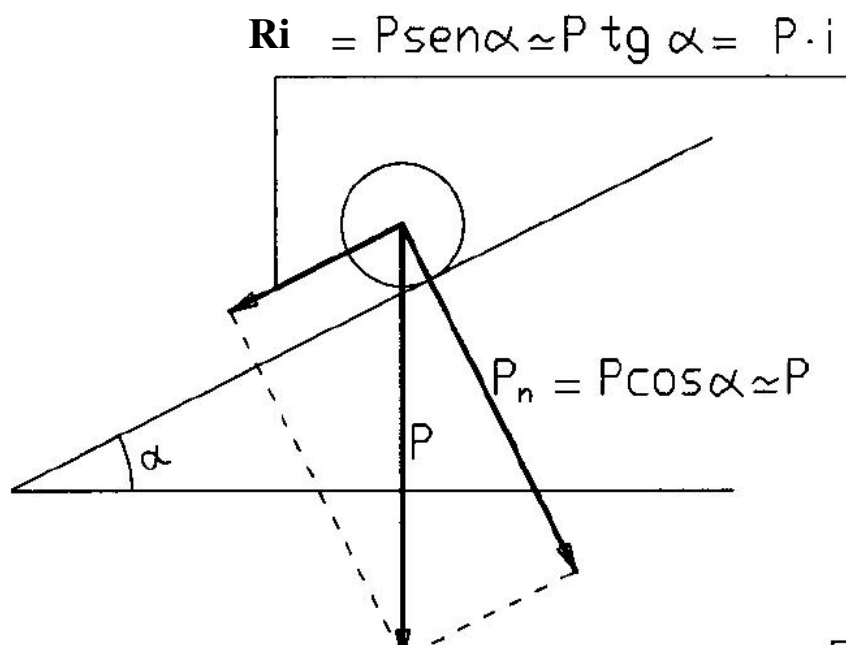
Per treni merci
$$r_0 = 2,04 + 5,01 \cdot \left(\frac{V}{100} \right)^2 \quad [\text{daN/t}]$$

Per Treni Alta velocità ($V > 150 \text{ km/h}$)

Tipo di CONVOGLIO	Resistenze al moto in Kg/tonn	
	All'aperto	In galleria
2 ALE 601+Rimorchio	$0,99684 + 0,00025 V^2$	$0,62017 + 0,00046 V^2$
Locomotore+4 vetture	$1,3845 + 0,00021 V^2$	$1,60348 + 0,00035 V^2$
Treno merci delle DB	$1,6952 + 0,00027 V^2$	$1,24463 + 0,00051 V^2$
ETR 500	$0,90404 + 0,00012 V^2$	$0,83300 + 0,00021 V^2$

Resistenze accidentali veicoli ferroviari (1)

Resistenza al moto in salita



$$R_i = P \frac{a * i_1 + b * i_2}{l}$$

Valida se il treno è più lungo della livelletta:

l = lunghezza treno

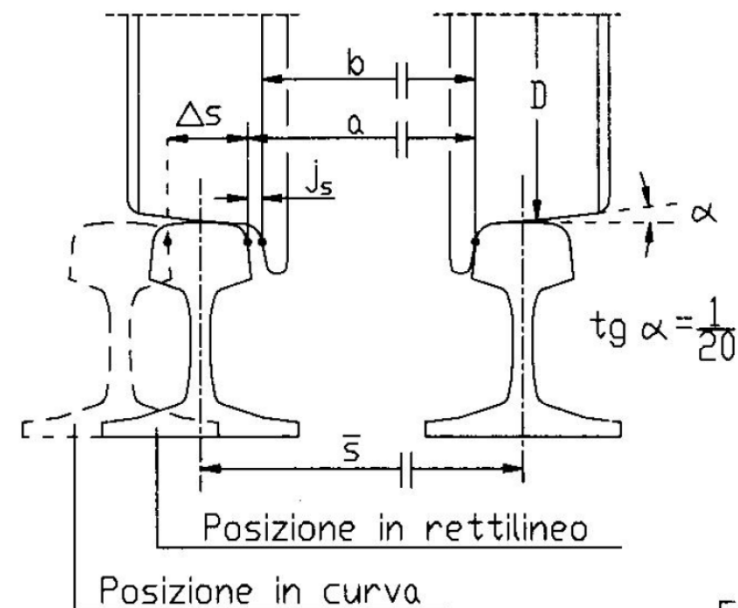
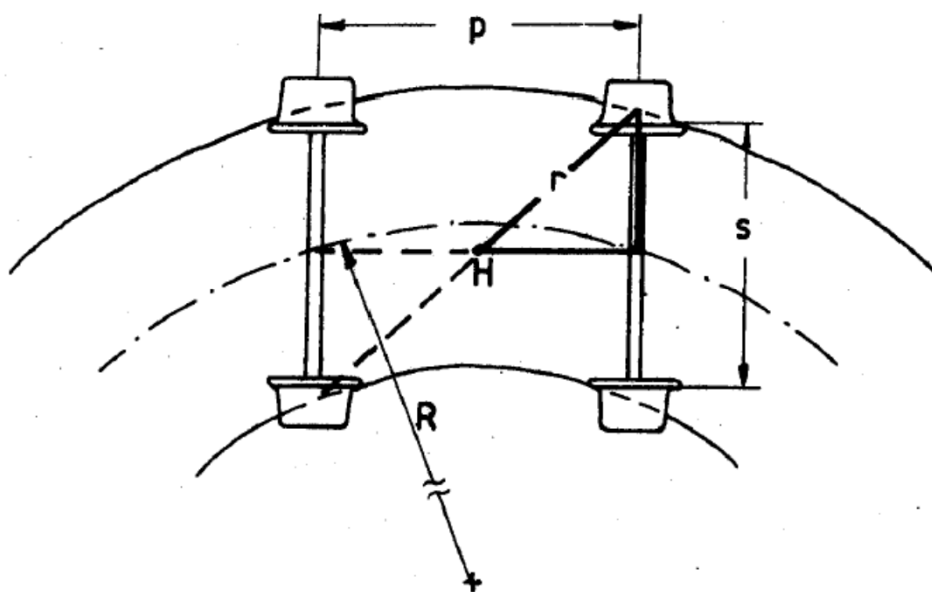
a e b lunghezze parti treno sulle diverse livellette i_1 e i_2

1. per pendenze $R_i = 1000 * P * i$ [daN];

P = peso espresso in tonnellate peso

i = pendenza della ferrovia (espressa in valore assoluto)

Resistenze accidentali veicoli ferroviari (2)



Fi

2. In curva $R_c = r_c * P$ [daN/t]; P espresso in tonnellate

Raggio (m)	1.000	900	800	700	600	500	450
r_c (kg/t) ⁽¹⁾	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	1,70
Raggio (m)	400	350	300	250	200	180	
r_c (kg/t)	2,00	2,40	2,80	3,40	4,20	4,50	

Resistenze accidentali veicoli ferroviari (1)

3. $d'inerzia = M * (1+\mu) * a$

M massa treno in [kg]

“a” accelerazione in [m/s²]

μ coefficiente di maggiorazione per masse rotanti = 0,07-0,08 per veicoli rimorchiati; 0,18-0,20 per locomotive elettriche in c.c.; 0,35-0,45 per locomotive elettriche monofase

Grado di prestazione linea (1)

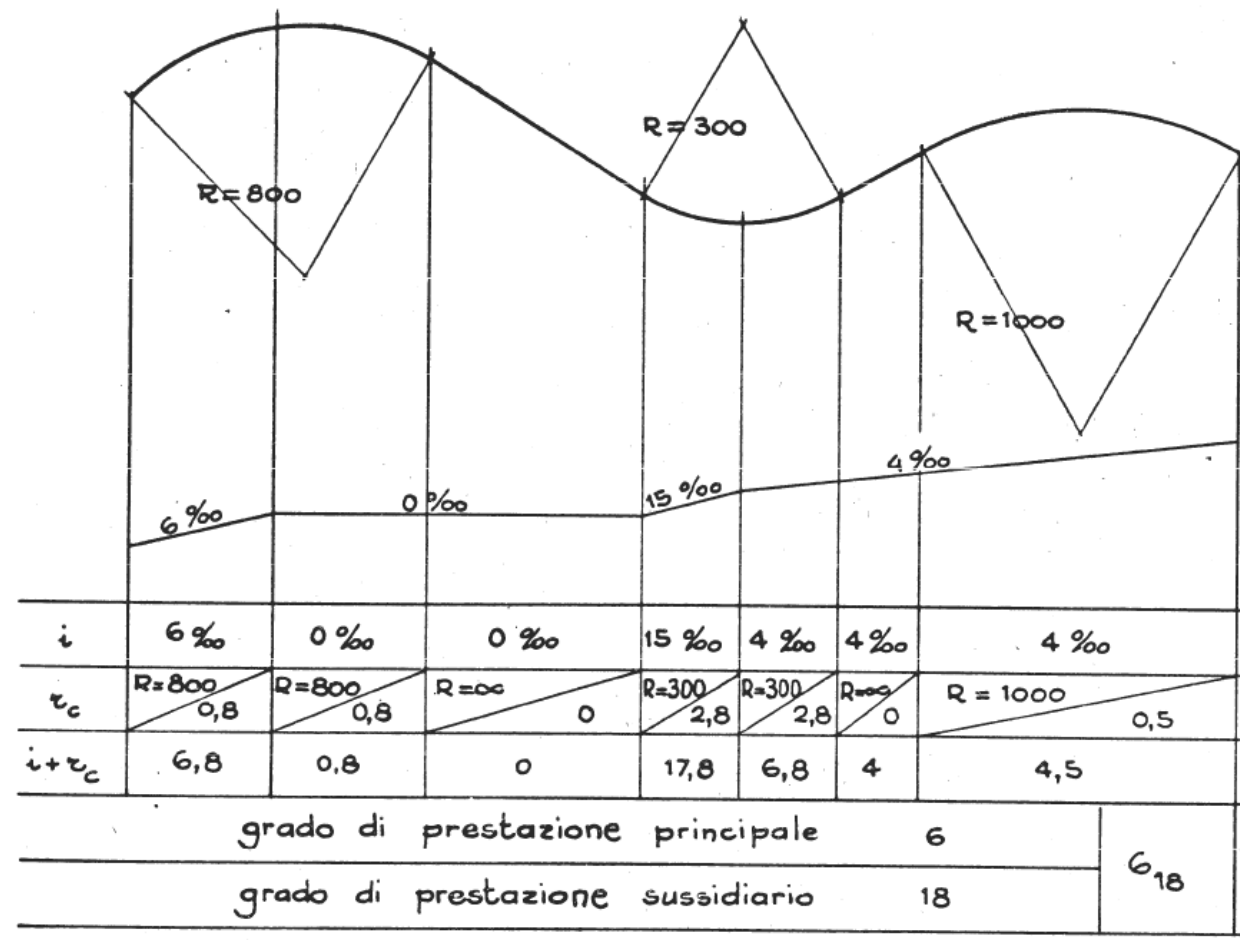
$$I = i + rc$$

i espressa in 0/00

rc in kg/t

GRADI DI PRESTAZIONE IN R.F.I.			
Grado di Prestazione	I ‰ [Kg/tonn]	Grado di Prestazione	I ‰ [Kg/tonn]
1	4,50	17	17,00
2	5,00	18	18,40
3	5,50	19	19,80
4	6,00	20	20,90
5	6,50	21	21,90
6	7,00	22	22,70
7	7,70	23	24,60
8	8,40	24	25,70
9	9,20	25	27,80
10	10,00	26	29,80
11	11,00	27	30,80
12	12,00	28	32,50
13	12,90	29	34,20
14	13,80	30	37,50
15	14,60	31	40,50
16	15,80		

Grado di prestazione linea (2)



Peso frenato e gradi di frenatura (1)

GRADI DI FRENATURA E PENDENZE DELLE LINEE

Gradi di frenatura	I _a		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
Pendenze per mille	dal	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al	ol-tre	al
	0	4	4	6	6	8	8	11	11	13	13	16	16	20	20	25	25	30	30	35

TRENI SERVITI DA FRENO CONTINUO TIPO VIAGGIATORI
compresi i treni di mezzi leggeri e treni di locomotive isolate
(Tabella B - Quadro 1° del Cap. VII della Prefazione Generale all'Orario di Servizio)

Velocità massima assoluta ammessa																											
Gradi di frenatura della linea	Percentuale di peso frenato esistente nel treno																										
	150	145	140	135	130	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	
I _a	150	150	150	150	150	150	145	145	140	140	135	130	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	
I	150	150	150	150	150	145	145	140	135	135	130	125	120	115	110	105	100	95	90	90	85	80	70	65	60	55	
II	150	150	150	150	145	140	140	135	130	130	125	120	115	110	105	100	100	95	90	85	80	75	70	65	55	50	
III	150	150	145	145	140	135	135	130	125	120	115	115	110	105	100	100	95	90	85	80	75	70	65	60	50	45	
IV	140	140	135	135	130	130	125	125	120	115	110	110	105	100	95	95	90	85	80	75	70	65	60	55	45	40	
V	135	130	130	125	125	120	120	115	110	110	105	105	100	95	90	90	85	80	75	70	65	60	55	50	40	35	
VI	125	125	120	120	115	115	110	105	105	100	100	95	95	90	85	80	80	75	70	65	60	55	50	40	35	—	
VII	115	115	110	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85	85	80	75	70	70	65	60	55	45	40	35	—	—	
VIII	100	100	100	100	95	95	95	90	90	85	85	80	80	75	70	65	65	60	55	50	45	40	35	—	—	—	
IX	90	90	90	90	85	85	85	80	80	75	75	70	70	65	65	60	55	50	45	40	35	30	—	—	—	—	

Peso frenato e gradi di frenatura (2)

TABELLA SPECIALE DI FRENATURA PER TRENI MUNITI DI FRENO CONTINUO TIPO VIAGGIATORI, SERVITI DA MEZZI DI TRAZIONE EQUIPAGGIATI CON APPARECCHIATURE SPECIALI DI SICUREZZA, CIRCOLANTI SU LINEE ATTREZZATE CON IL BLOCCO AUTOMATICO A CORRENTI CODIFICATE — SPAZIO DI FRENATURA: 2 700 METRI

Gradi di frenatura della linea	(1)	Velocità massima assoluta																												(1)
	Frenatura combinata										Frenatura con solo freno continuo																			
	Percentuale di peso frenato elettrico										Percentuale di peso frenato con freno continuo																			
	60	50	40	35	30	25	20	15	10																					
	Percentuale di peso frenato con freno continuo																													
	125 e superiori										120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35		
I _a	200	190	185	180	180	175	170	170	165	160	155	150	150	140	135	130	125	120	120	115	110	105	100	95	85	80	75			
I	200	190	185	180	180	175	170	170	165	160	155	150	150	140	135	130	125	120	120	115	110	105	100	95	85	80	75			
II	190	185	180	180	175	175	170	165	165	160	150	150	145	140	135	130	120	120	120	115	110	105	100	95	80	75	70			
III	180	180	180	175	170	170	165	160	160	155	145	145	140	135	130	125	120	120	120	115	110	105	100	95	80	75	70			
IV	170	170	170	165	160	160	160	150	150	145	140	140	140	130	125	120	115	110	110	110	100	100	90	85	75	70	60			
V	160	160	160	155	150	150	150	140	140	135	130	130	130	125	120	110	105	100	100	100	90	90	80	80	70	60	50			

(1) Velocità massima per i treni viaggiatori impostati a velocità superiore a 150 km/h, serviti da mezzi di trazione (ETR o ALe 601 senza rimorchi) provvisti di frenatura elettrica, ripetizione dei segnali in cabina di guida e controllo automatico della velocità efficiente.

L'apporto della frenatura elettrica (frenatura combinata) va considerato solamente qualora siano soddisfatte le due condizioni seguenti:

a) La percentuale di peso frenato con freno continuo risulti $\geq 125\%$;

b) La percentuale di peso frenato elettrico non risulti inferiore al 10%.

In mancanza anche di una sola di tali condizioni valgono le velocità massime indicate per il solo freno continuo.

Prescrizioni particolari:

In caso di guasto alla apparecchiatura di ripetizione dei segnali la velocità massima deve essere contenuta entro i limiti previsti dalla normale Tabella B di frenatura.

La frenatura meccanica deve essere utilizzata, salvo casi di emergenza, a velocità minore od uguale a 160 km/h.

La riduzione di velocità dalla V max a 160 km/h deve essere attuata, salvo casi di emergenza, con la sola frenatura elettrica.

(1) Velocità massima per i treni serviti da mezzi di trazione provvisti di ripetizione dei segnali in cabina di guida, efficiente.

Trazione ferroviaria (1)

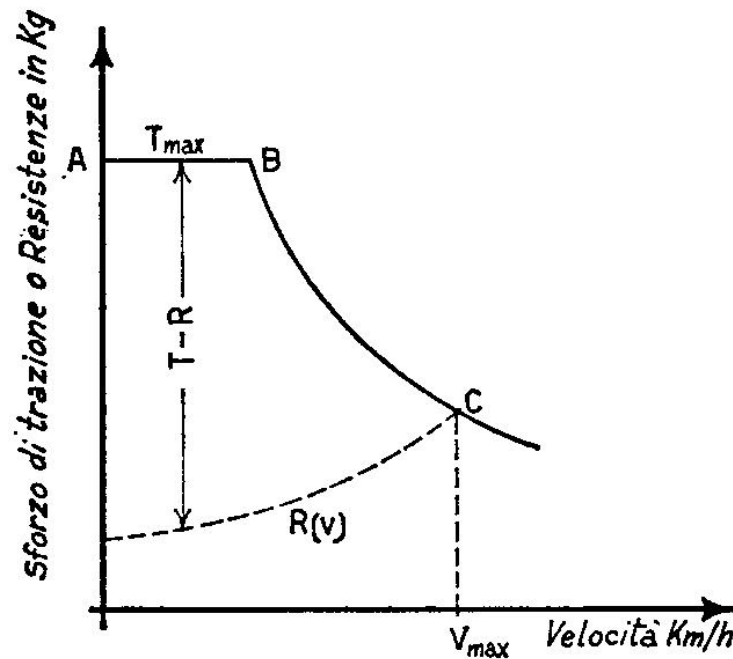
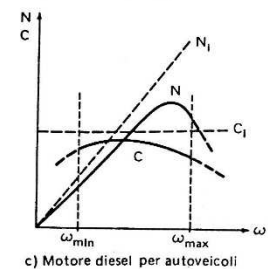
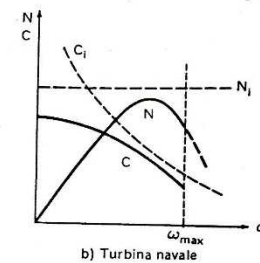
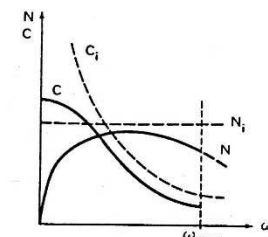
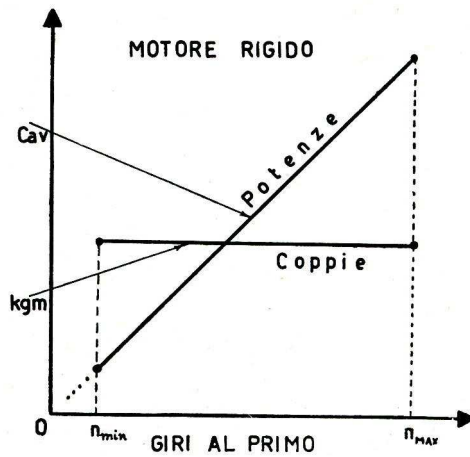
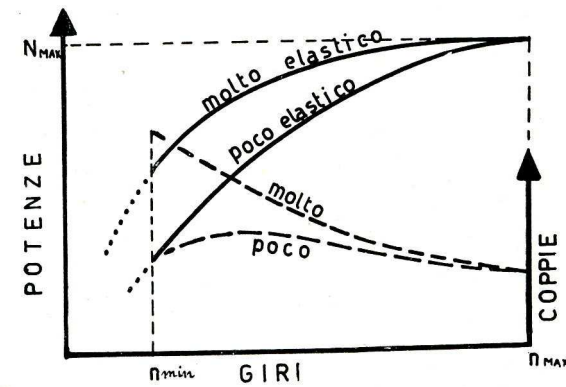
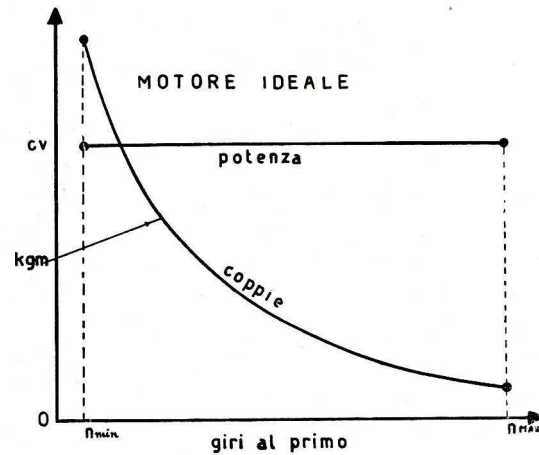


FIG. II.17 - Caratteristica di trazione (trattore a potenza costante).

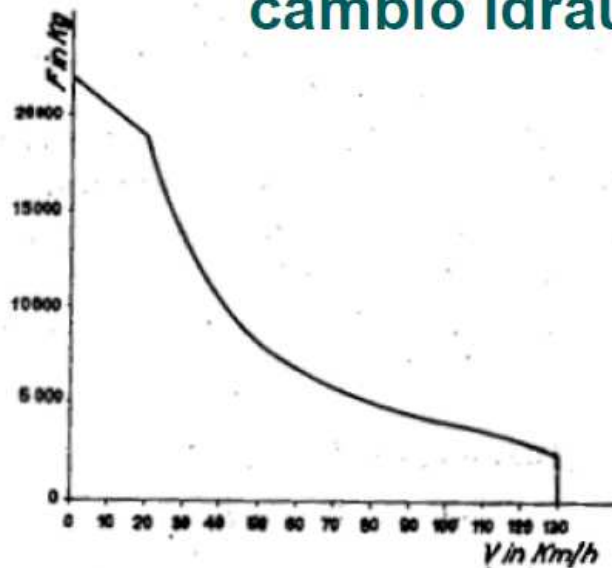
Trazione Ferroviaria (2)



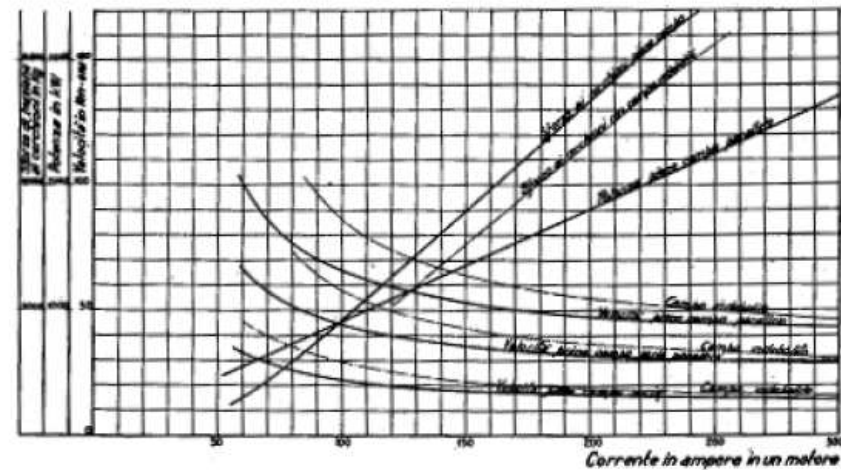
--- Curve ideali
— Curve reali

Trazione Ferroviaria (3)

- Le curve caratteristiche per le migliori condizioni di funzionamento ferroviario sono delle iperboli equilateri, ottenibili con i motori elettrici a c.c. o con i Diesel con interposto cambio idraulico.



10. Caratteristica meccanica della locomotiva Diesel - elettrica D 443



Sforzo di trazione (1)

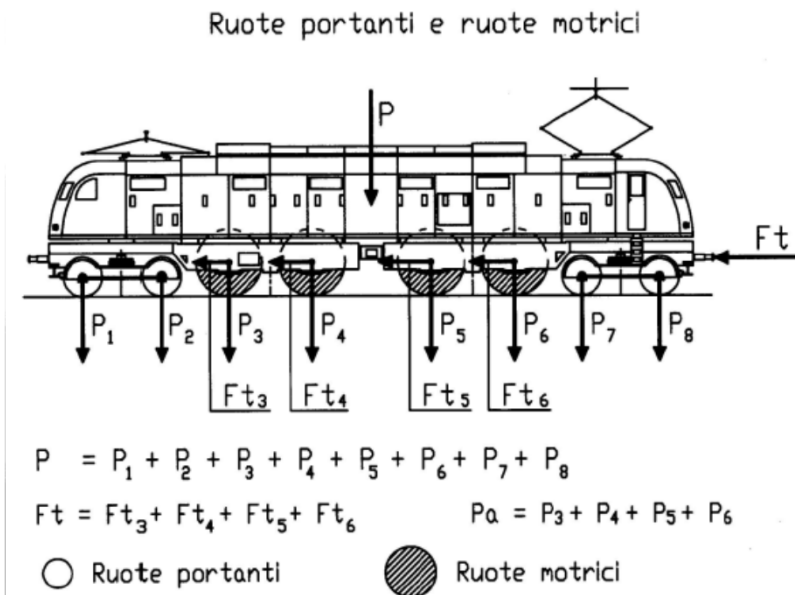
E' la forza che bisogna imprimere al veicolo per avere moto.

Per ottenere il moto si deve avere al massimo

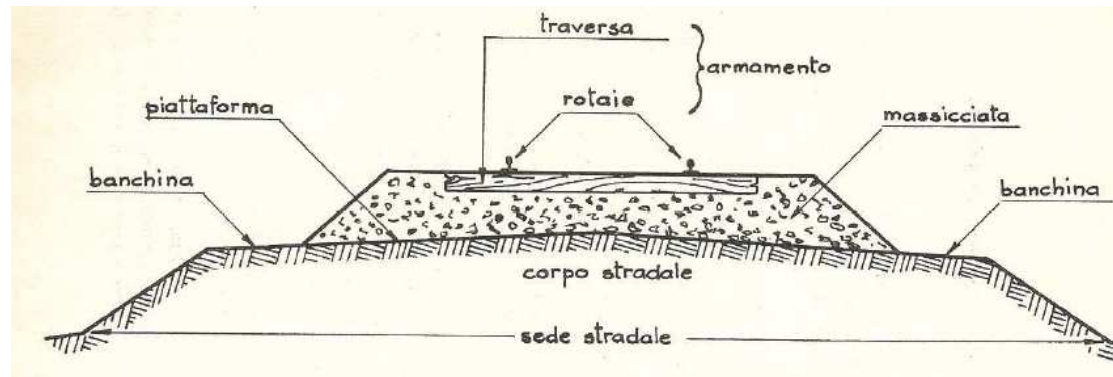
$$\bar{T} \leq f_{ad} P_{aderente}$$

Tale sforzo deve anche essere tale da vincere le resistenze al moto:

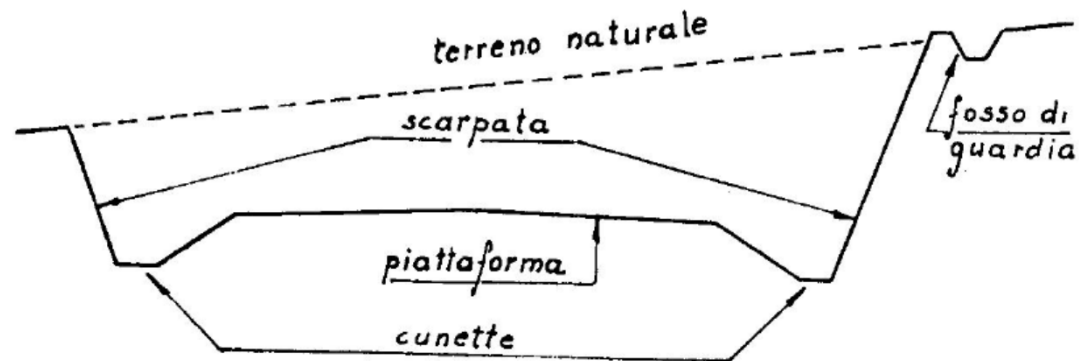
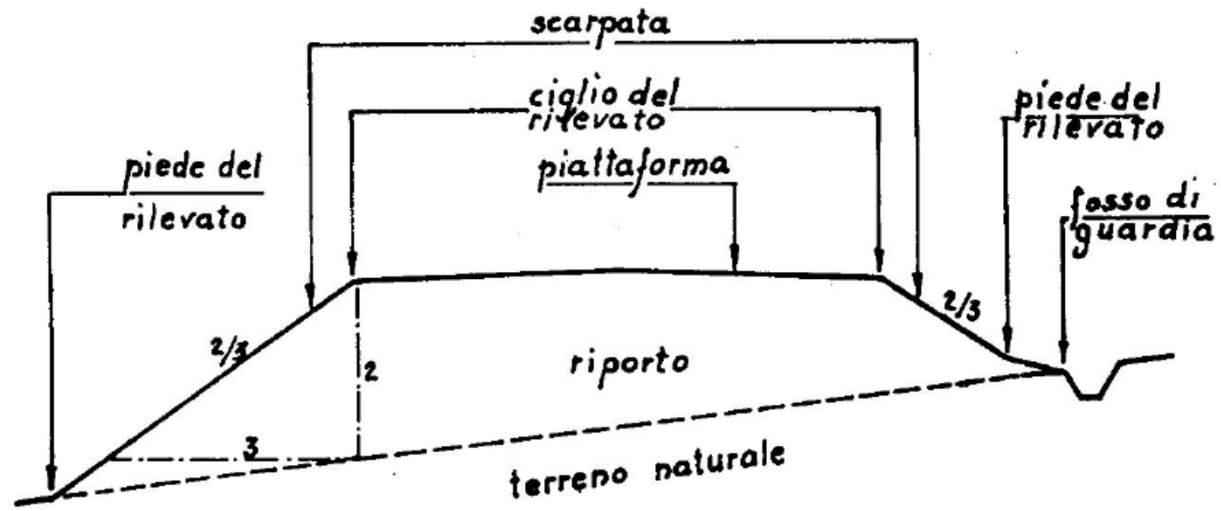
$$T = R_1 + R_2 + R_3 + + \frac{P}{g} a \leq T_{\max}$$



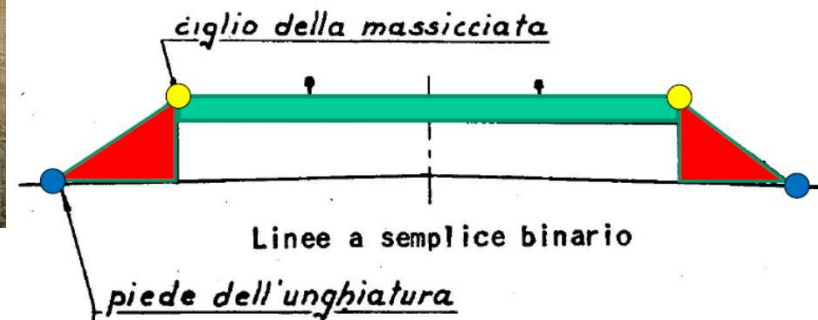
Sede ferroviaria (1)



Sede ferroviaria (2)



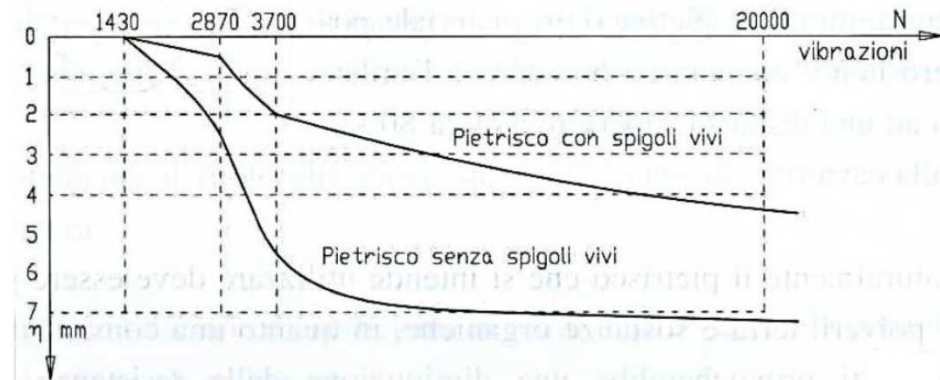
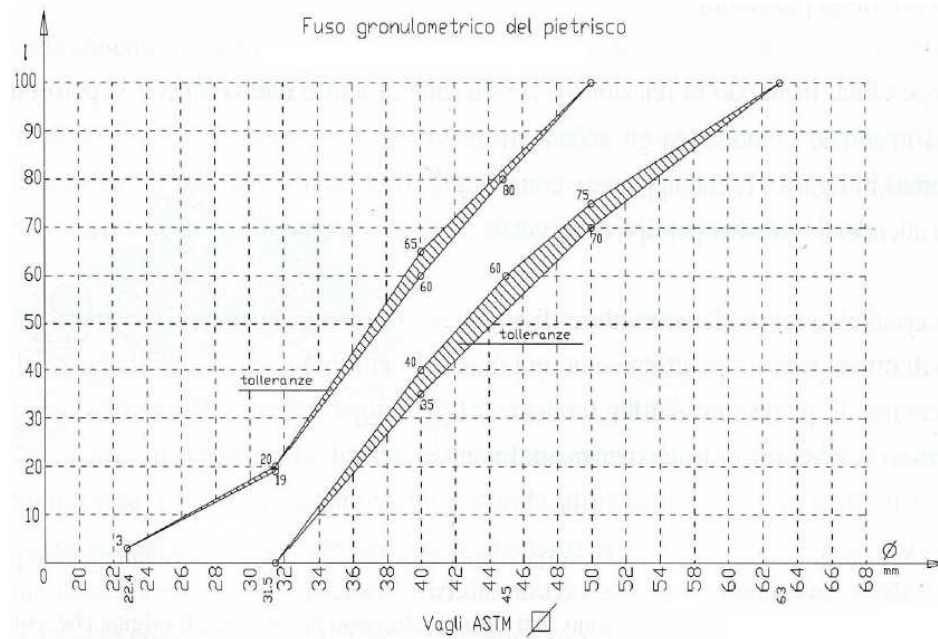
Massicciata ferroviaria (1)



La sezione di una massicciata ha forma trapezoidale ed è costituita dalle seguenti parti:

- cassonetto (parte in cui sono annegate le traverse)
- unghiatura (parte a sezione triangolare della massicciata)
- ciglio della massicciata (spigoli superiori)
- piede dell'unghiatura (spigoli tra unghiatura e banchina pedonale)

Massicciata ferroviaria (2)



Sezioni Tipo Massiciata ferroviaria (1)

CATEGORIA
DI LINEA

LINEE TIPO A

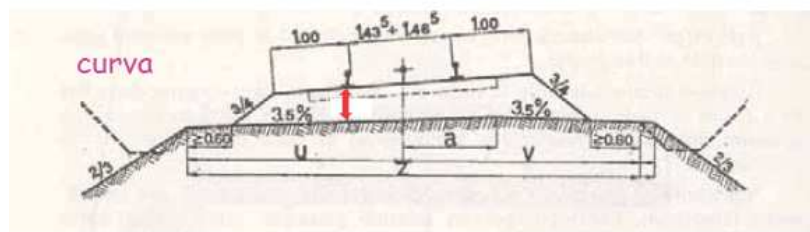
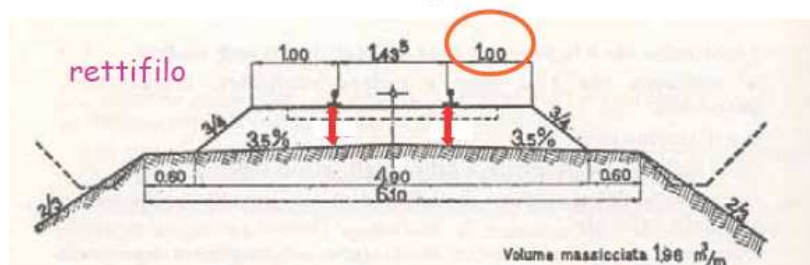
50 cm

LINEE TIPO B

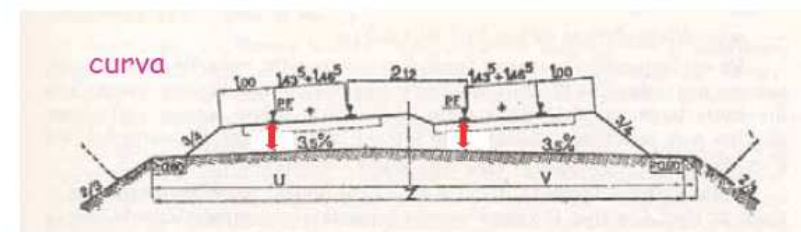
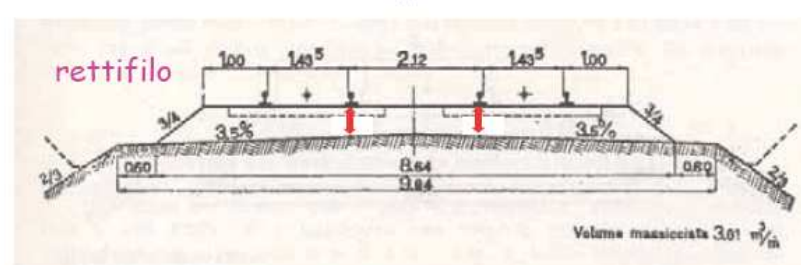
35 cm

SPESSORE MINIMO
DELLA MASSICIATA

Linee a semplice binario

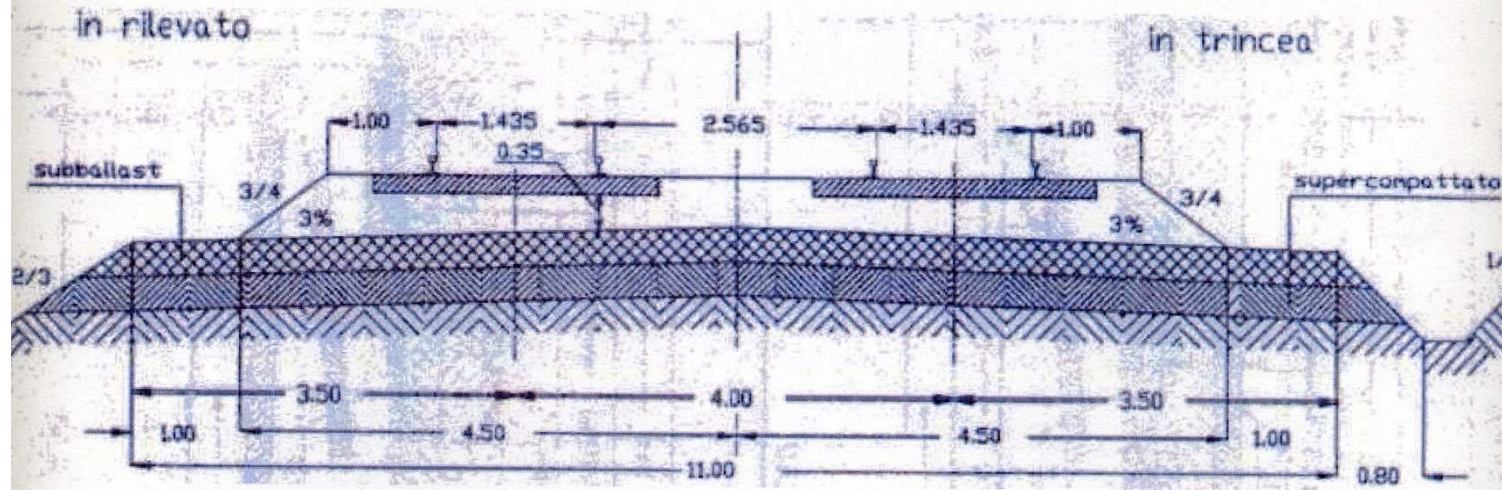


Linee a doppio binario



Sezioni Tipo Massicciata ferroviaria (2)

Sezione per linee di nuova costruzione e per raddoppi

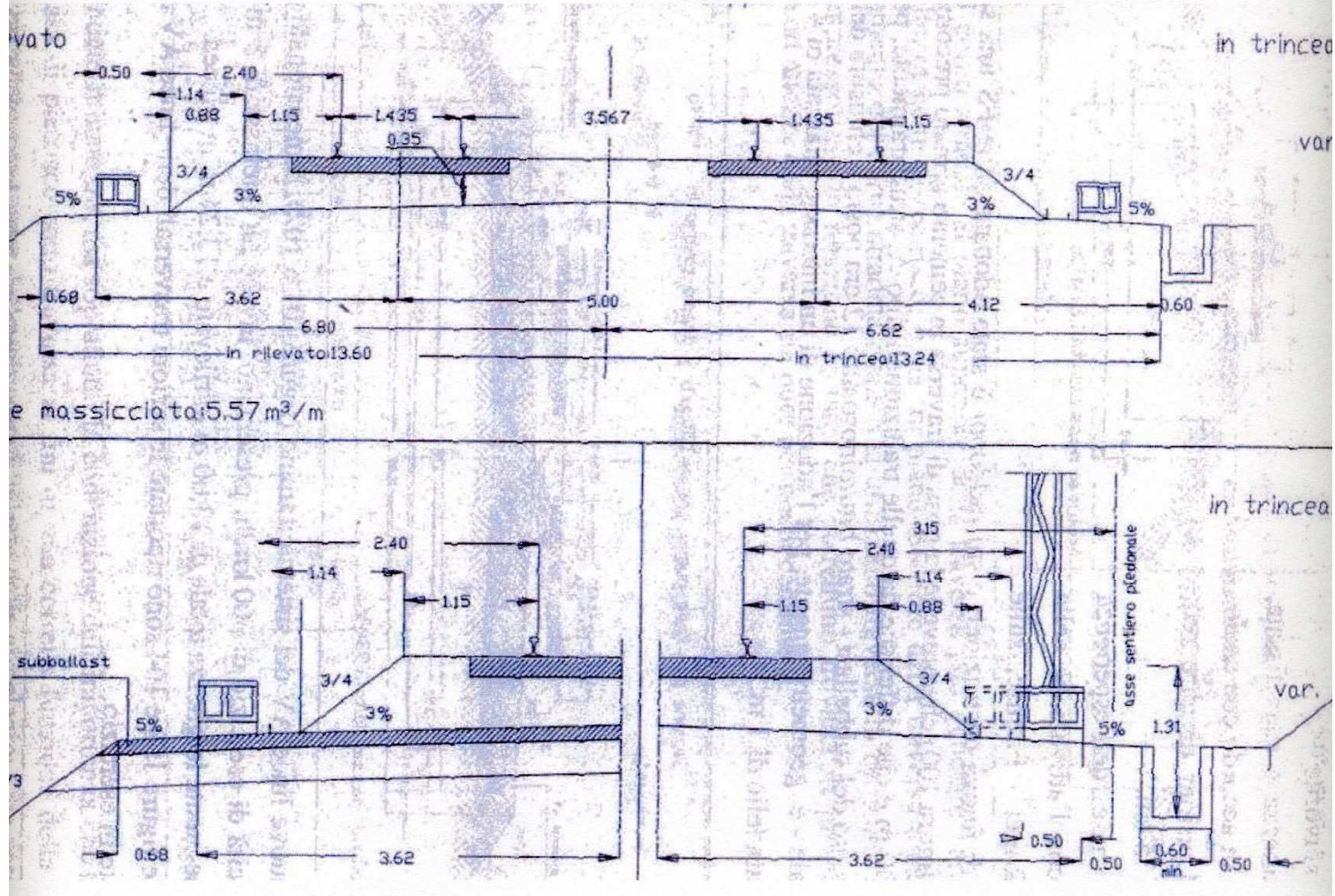


Tipi di subballast

	Misto Cementato	Conglomerato bituminoso
Granulometria	0 - 40 mm	0 - 20 mm
Contenuto legante	3%	4,4%
Resistenza a trazione	10,4 bar	23 bar
Modulo elastico E	3.000 bar	40.000 bar a 30°C 90.000 bar a 20°C
Spessore	20 cm	12 cm

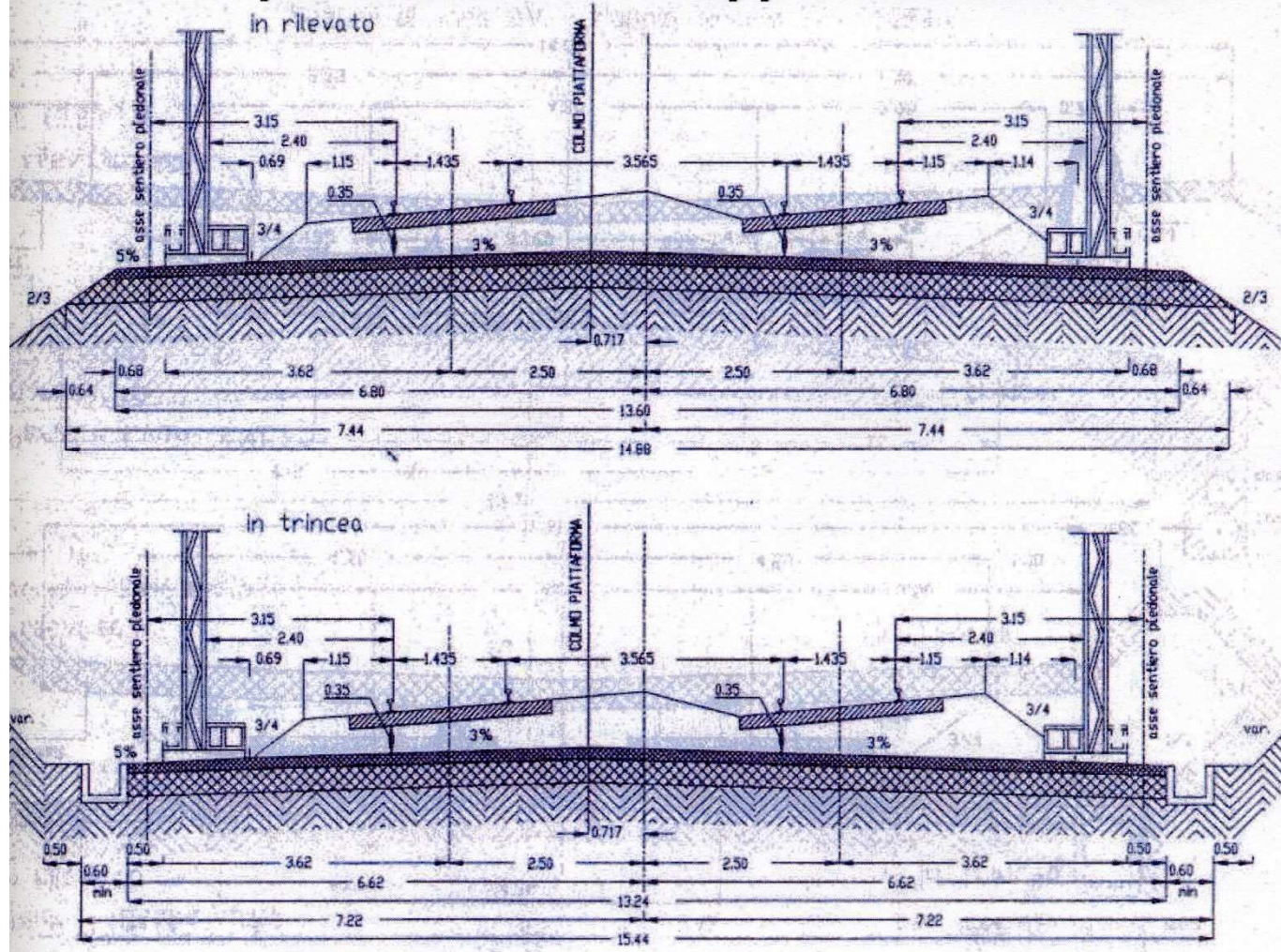
Sezioni Tipo Massiciata ferroviaria (3)

Sezione per linee AV/AC doppio binario in rettilineo



Sezioni Tipo Massicciata ferroviaria (4)

Sezione per linee AV/AC doppio binario in curva



Sezione per linee AV a doppio binario in rettilo (Giapponese e Francese)

Giapponese

in rilevato

in trincea

subballast

2/3

3/4

3.5%

1.00

1.435

0.50

2.567

1.435

1.00

3.5%

3/4

1/1

3.50

4.00

3.50

1.00

4.50

11.00

0.80

Francese

in rilevato

in trincea

subballast

3/5

4%

0.98

1.435

0.35

2.765

1.435

1.70

3/5

4%

2/3

min. 0.20

4.90

4.20

2.95

0.70

0.60

0.50

1.95

5.05

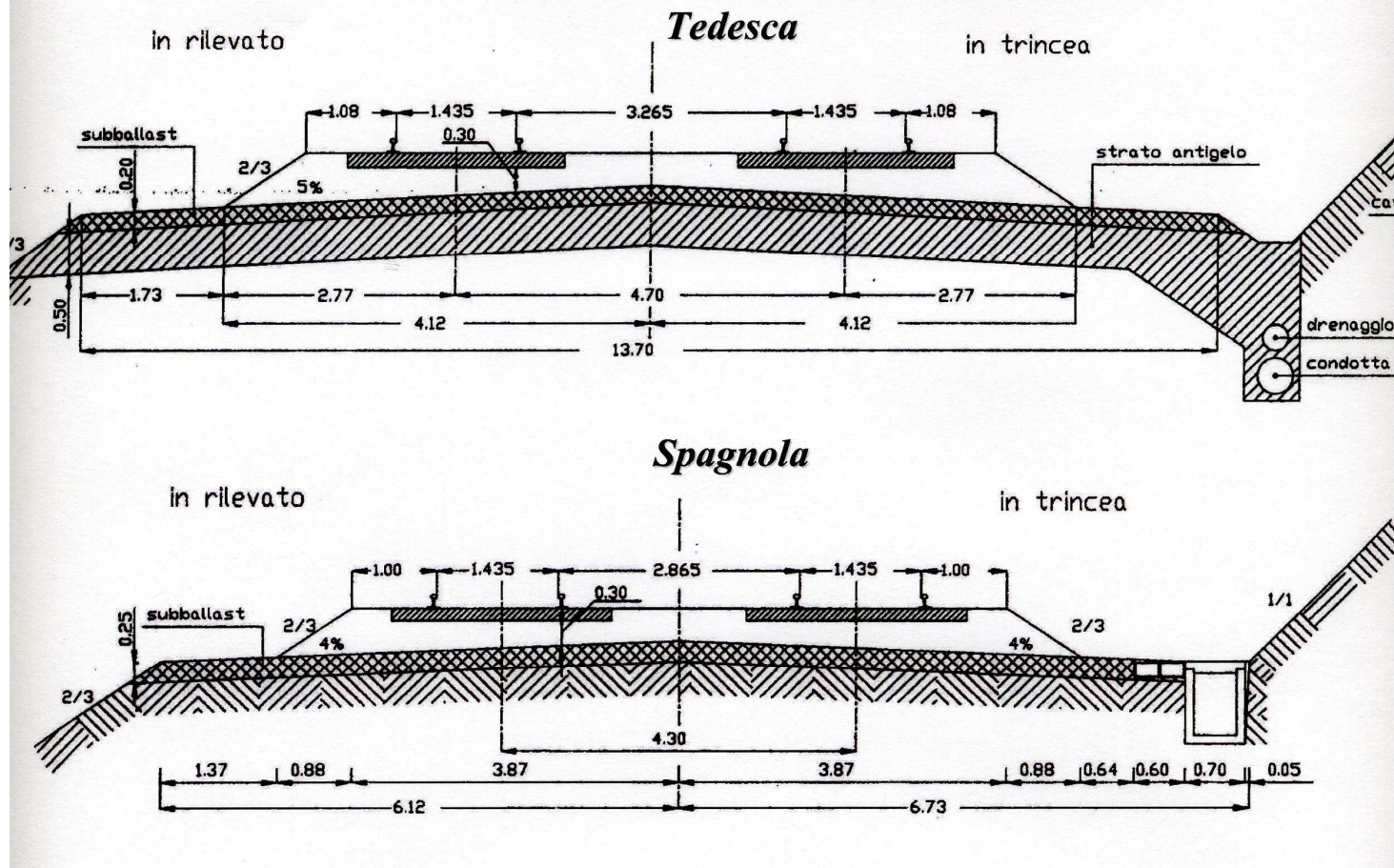
7.00

14.00

96

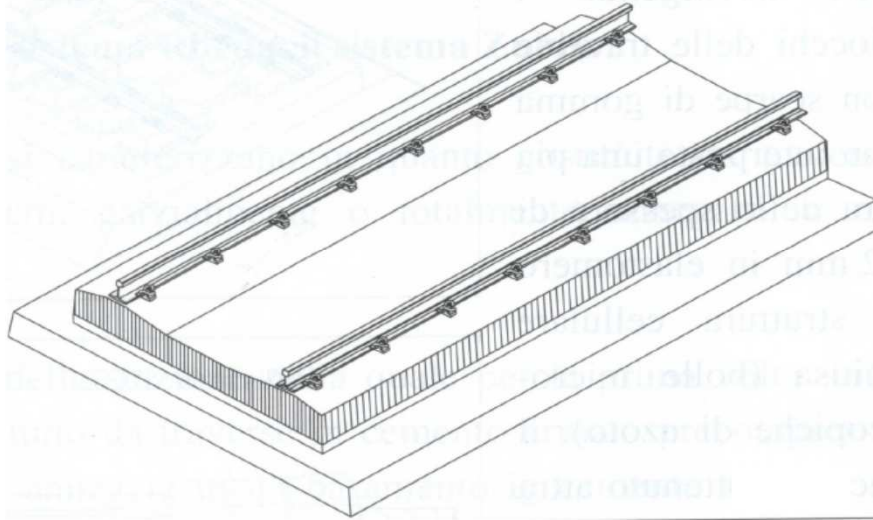
Sezioni Tipo Massiciata ferroviaria (6)

Sezione per linee AV a doppio binario in rettilineo (Tedesca e Spagnola)

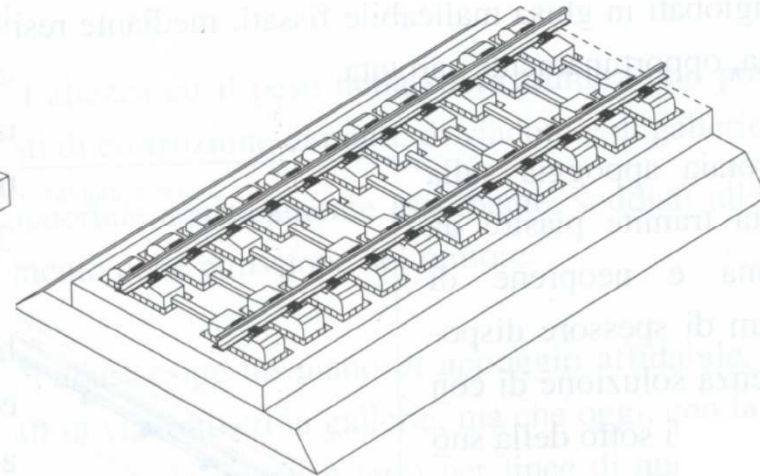


Binario senza Massicciata (1)

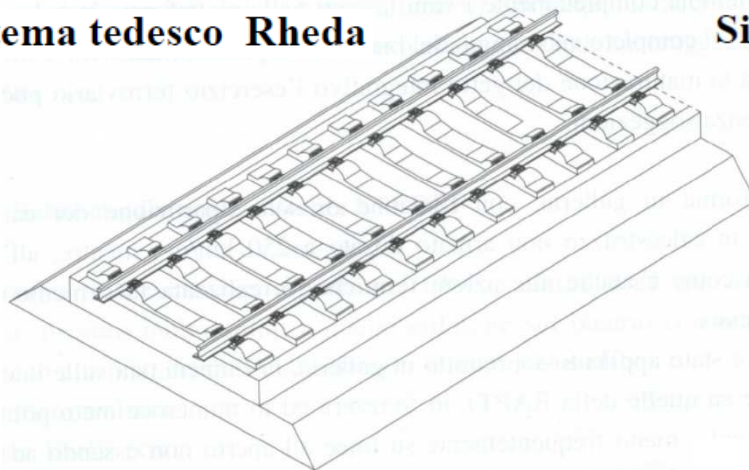
Sistema inglese PACT - Assonometria



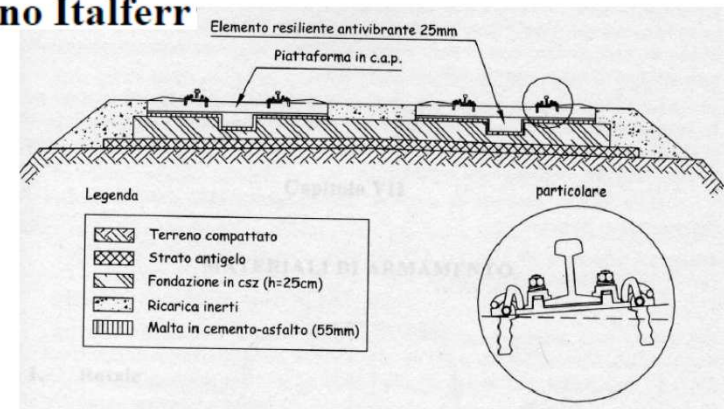
Sistema francese STEDEF



Sistema tedesco Rheda



Sistema italiano Italferr

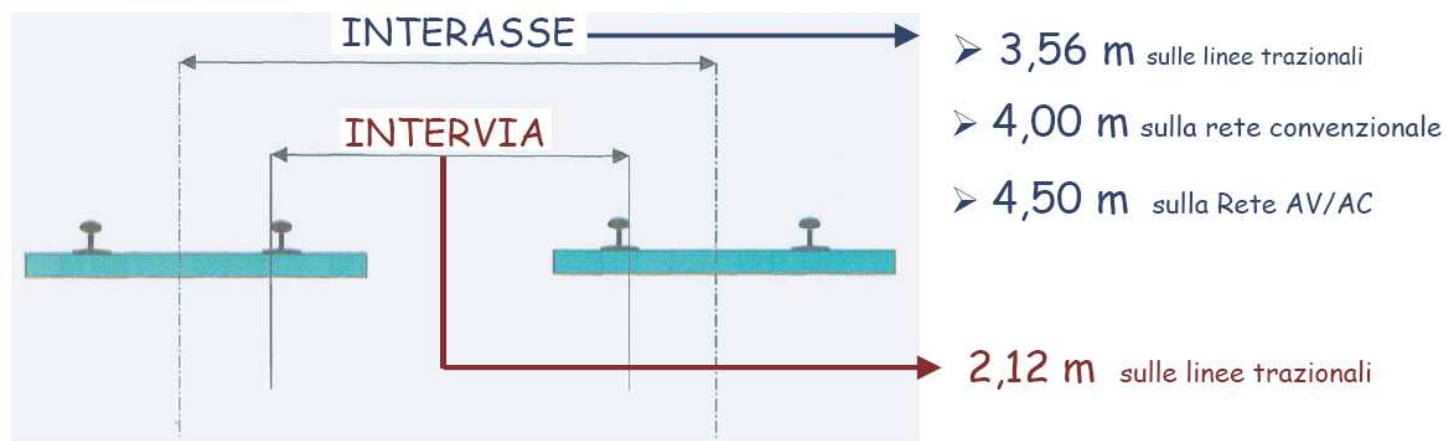


Interasse e intervía

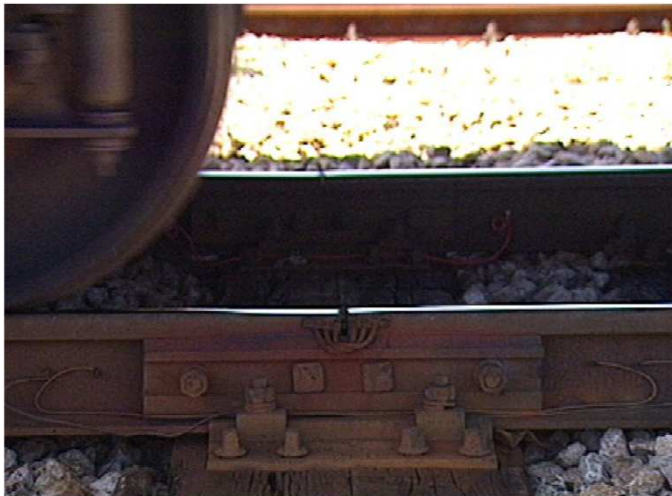
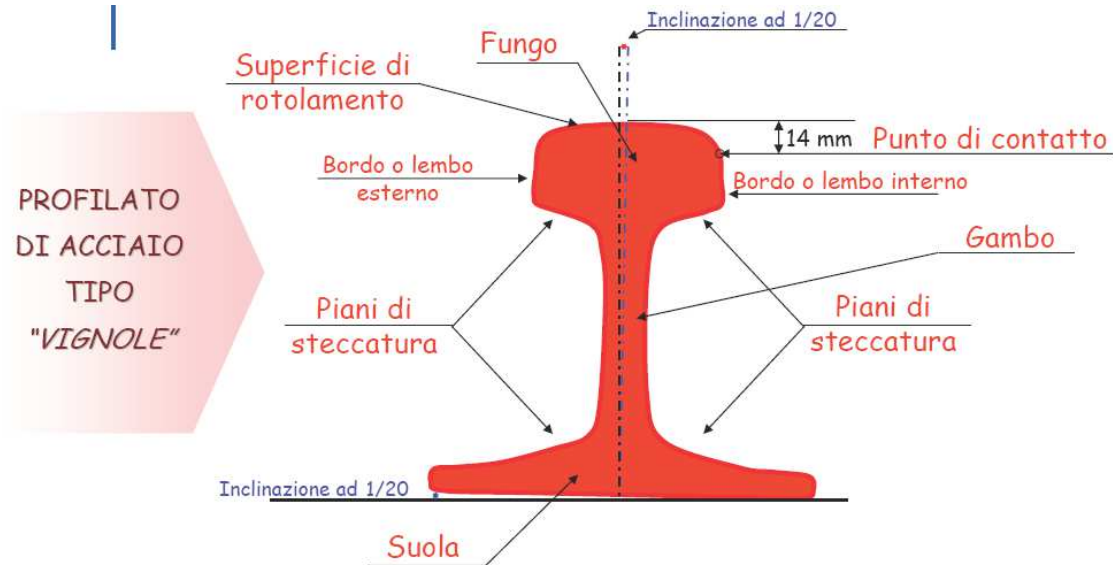
Nelle linee a doppio binario

INTERASSE: distanza, misurata normalmente all'asse del binario, fra gli assi dei due binari adiacenti

INTERVIA: distanza, misurata normalmente all'asse del binario, fra i bordi interni delle due rotaie interne



Rotaie (1)



direttamente le ruote ferroviarie

quale poggiano

SUOLA = parte inferiore, tramite la quale la rotaia poggia sulle traverse

GAMBO = parte centrale, posta tra fungo e suola, sede delle forature per la giunzione di due rotaie consecutive

SUPERFICIE DI ROTOLAMENTO = parte superiore del fungo

PIANI DI STECCATURA = piani di raccordo tra fungo e gambo e tra gambo e suola; sono detti così perché tra di essi sono sistemate le "stecche" o "ganascie" in prossimità delle estremità delle rotaie ed in corrispondenza delle giunzioni tra 2 rotaie consecutive

Rotaie (2)

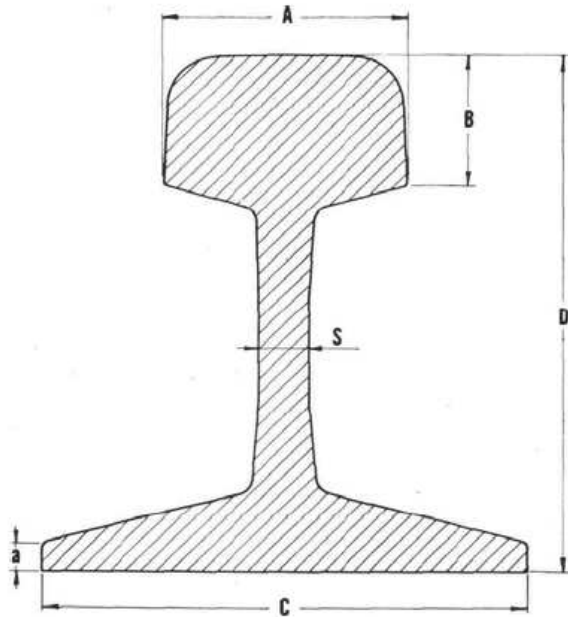


fig. 7 – Dimensioni fondamentali della rotaia

Tipo	kg/ml	A mm	B mm	C mm	D mm	a mm	S mm
RA 36S	36,00	60,0	29,00	100	130	9,00	14,0
FS 46 ³	46,30	65,0	36,87	135	145	8,12	14,0
49	49,00	70,0	38,80	125	148	10,50	14,0
FS 506	50,60	65,0	38,87	135	149	10,12	16,0
50 UNI	49,86	70,0	38,80	135	148	10,00	14,0
60 UNI	60,36	74,3	37,50	150	172	11,50	16,5

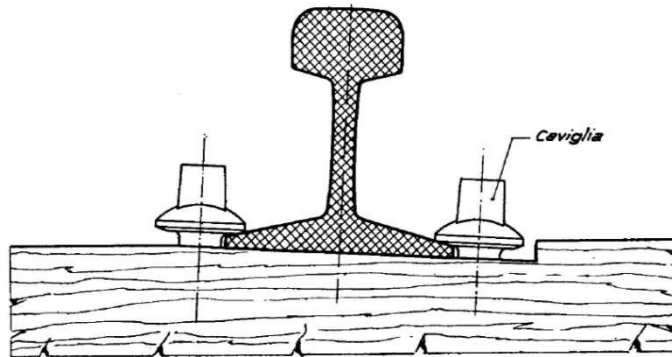
Classi dell'acciaio da rotaia

Tipo	C%	Mn%	Si%	Cr%	P%	S%	Carico Rottura N/mm ²	Tensione Esercizio N/mm ²
700	min 0,40 max 0,60	0,8 1,25	0,05 0,35	-	0,05	0,05	680 830	230
900A	min 0,60 max 0,80	0,8 1,3	0,10 0,50	-	0,04	0,04	880 1.030	280
900B	min 0,55 max 0,75	1,3 1,7	0,10 0,50	-	0,04	0,04	880 1.030	280
1.100	min 0,60 max 0,82	0,8 1,3	0,30 0,90	0,8 1,3	0,03	0,03	1.110	330

Attacchi (1)

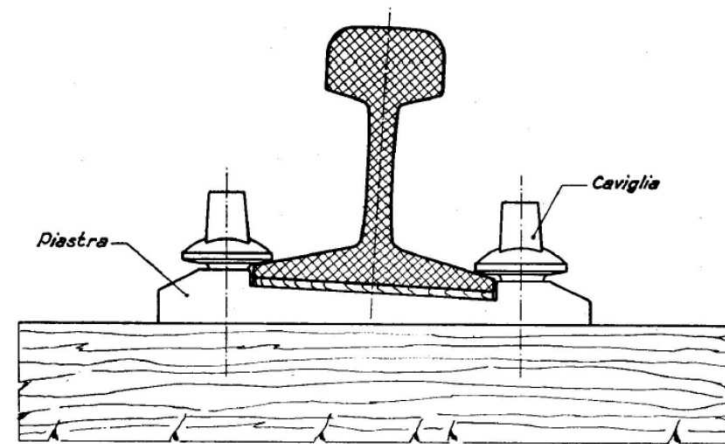
L'attacco diretto

Posa diretta con attacco diretto

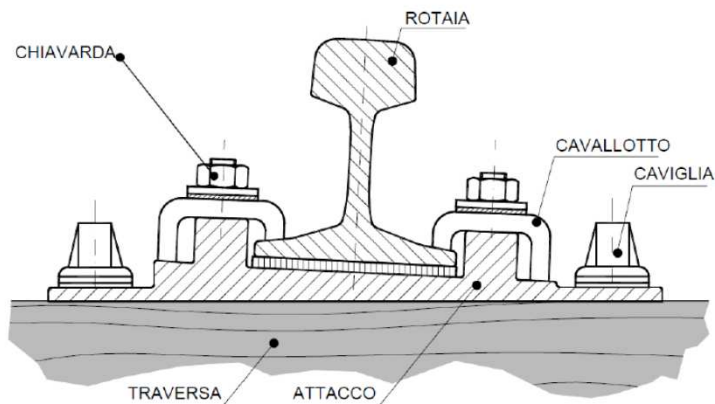


L'attacco diretto

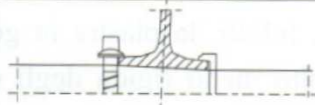
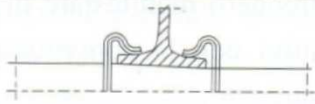
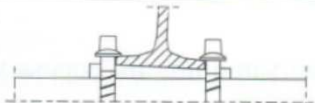
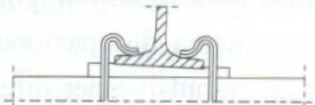
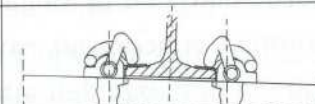
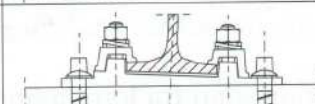
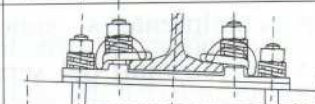
Posa indiretta con attacco diretto



L'attacco indiretto

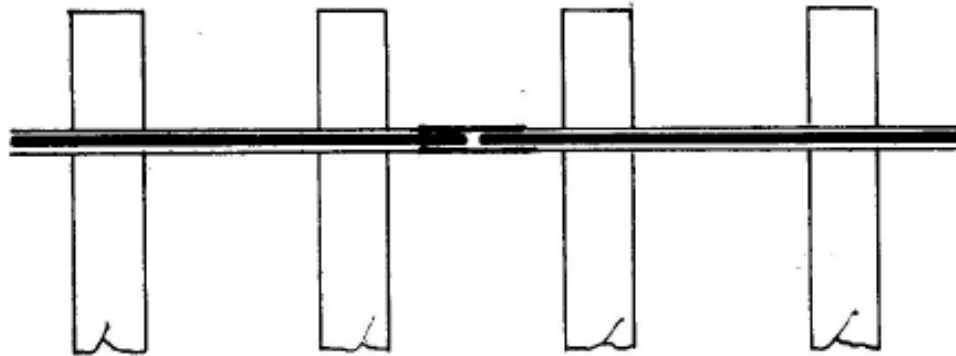


Attacchi (2)

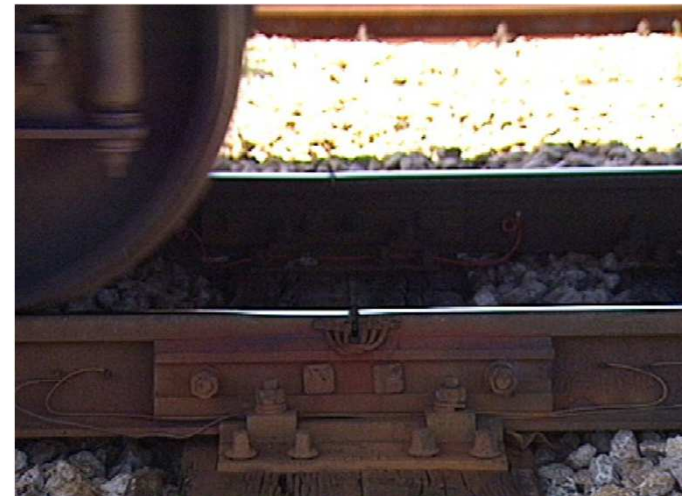
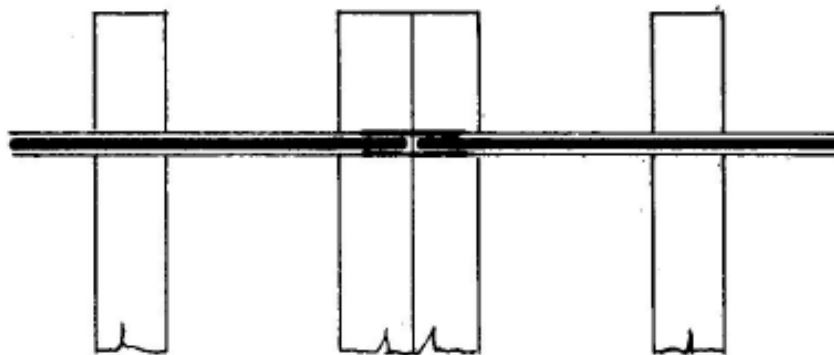
Panorama degli attacchi				
Colleg. rotaia/trav.	Posa	Deformabilita'	Traversa	Esempio
Diretto	Diretta	Rigido	Legno	
		Elastico	Legno	
	Indiretta	Rigido	Legno	
		Elastico	Legno	
Indiretto	Diretta	Rigido	-----	
		Elastico	c.a.p.	
	Indiretta	Rigido	Legno / c.a.p.	
		Elastico	c.a.p.	

Giunzioni (1)

Giunto sospeso o appoggiato

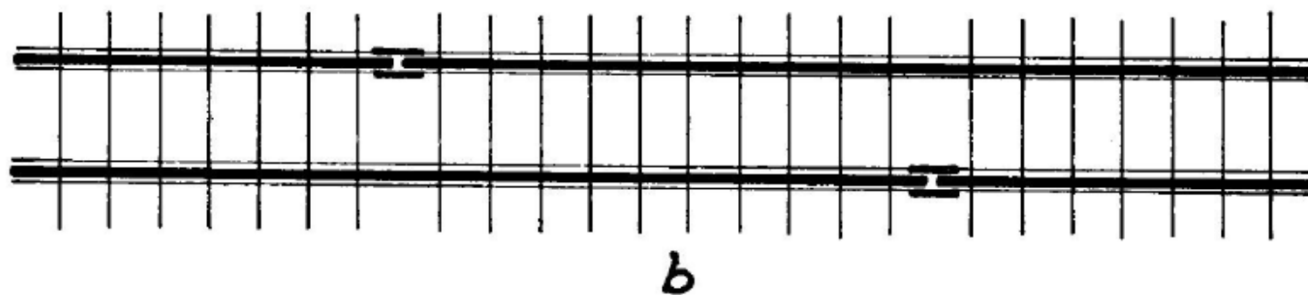
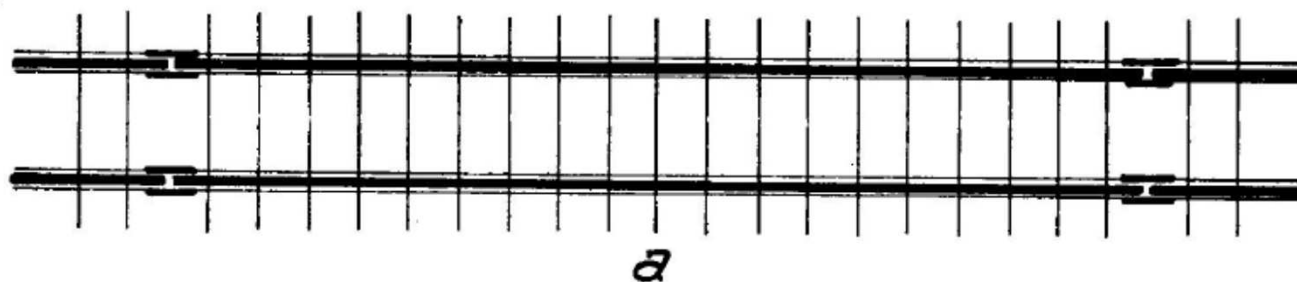


a



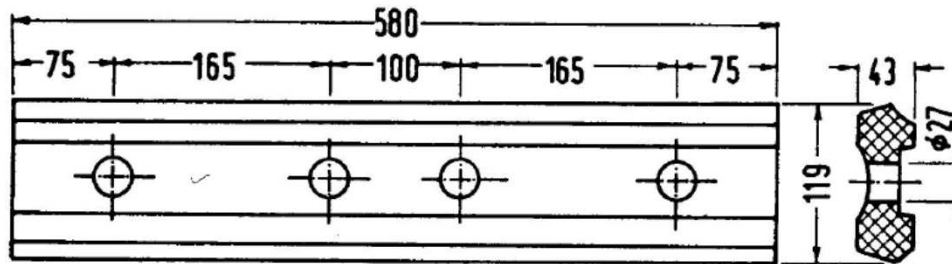
Giunzioni (2)

Giunzioni affacciate e sfalsate

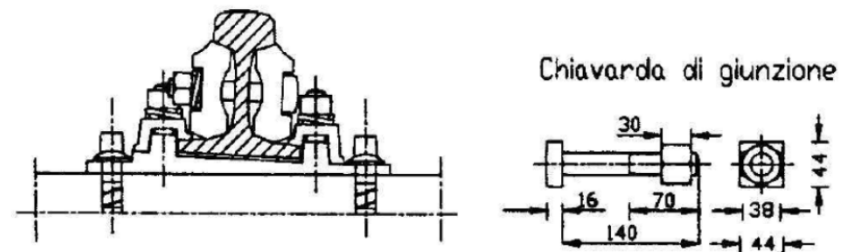


Giunzioni (3)

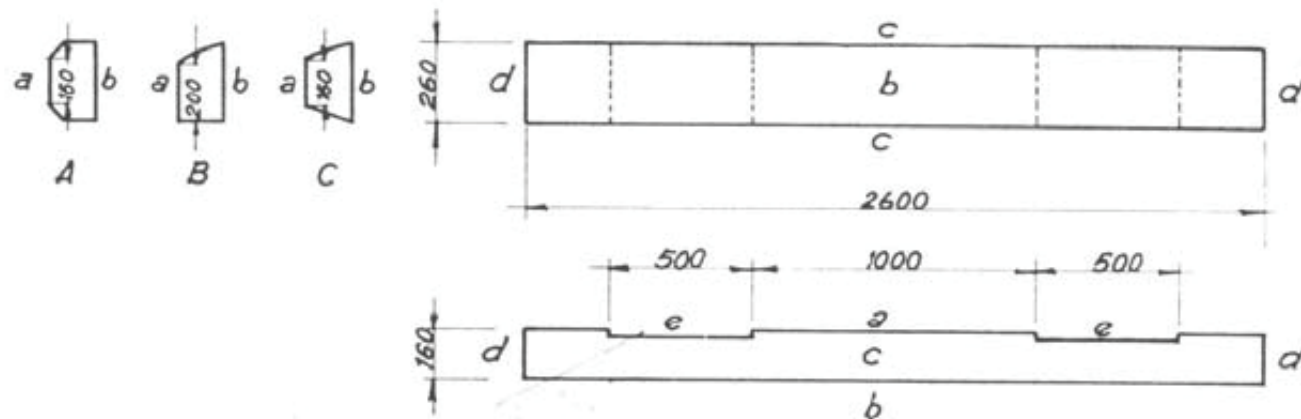
Ganascia per giunzioni tra rotaie



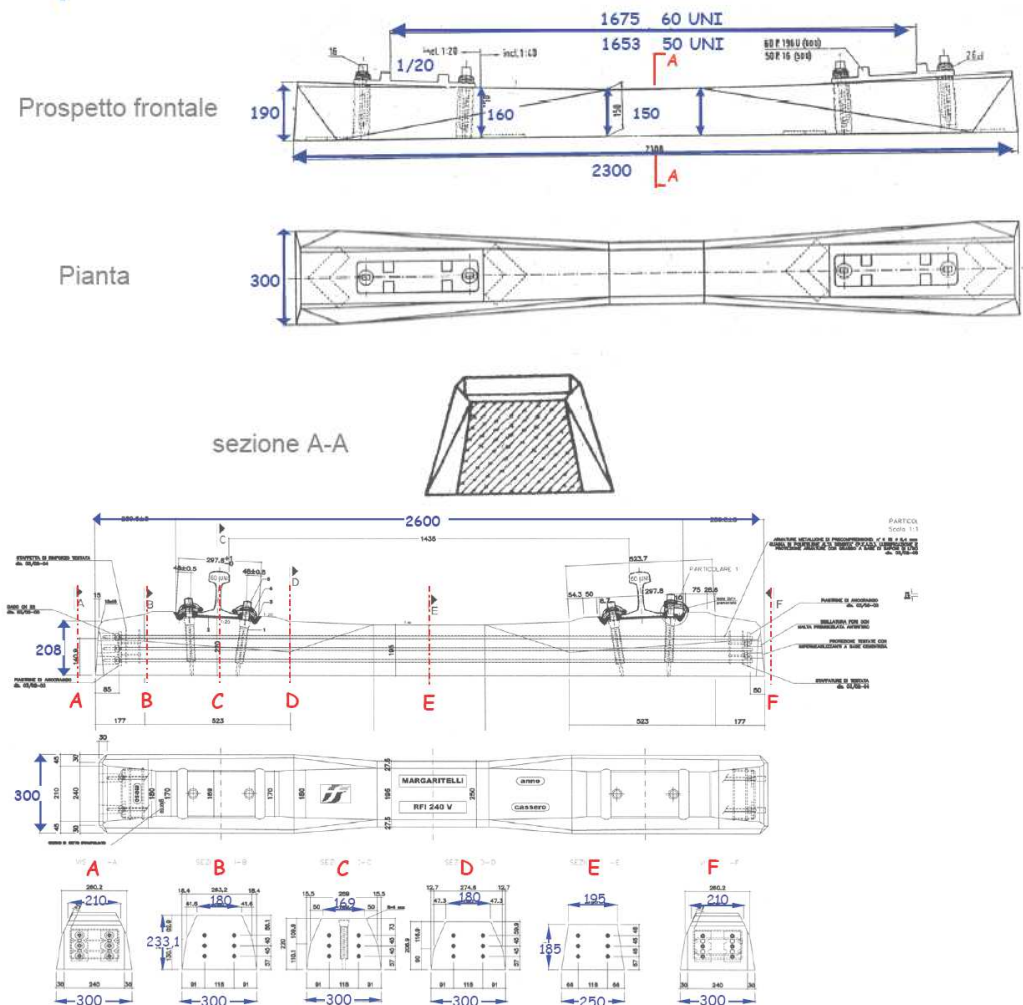
Le rotaie hanno lunghezza di 12,00 metri in funzione della dilatazione massima ammissibile (per una escursione di temperatura pari a 70° si ha una dilatazione di 10 mm; le FS indicano in 14 mm la dilatazione massima ammissibile).



Traverse Ferroviarie (1)



Traverse Ferroviarie (2)



Traverse Ferroviarie (3)

