



Università degli Studi di Trieste

Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Laurea Magistrale: Ingegneria Civile

Corso : Infrastrutture Ferroviarie e Aeroportuali (494MI)



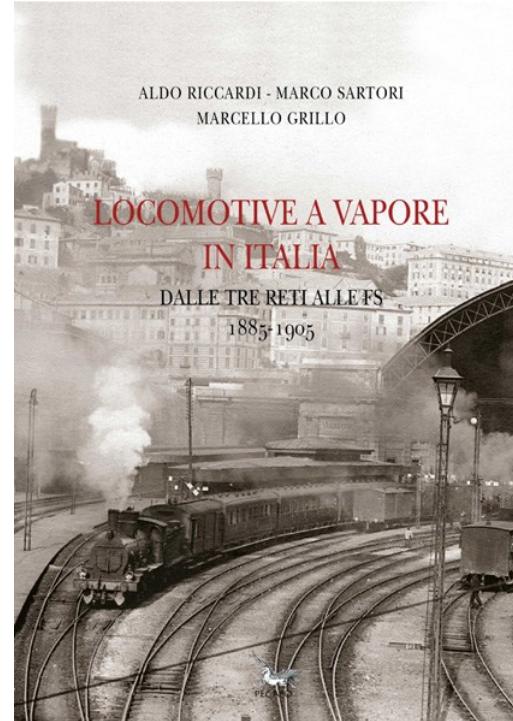
## Lezione 02: Il Trasporto Ferroviario

**Roberto Roberti**

Tel.: 040 558 3588

E-mail: [roberto.roberti@dia.units.it](mailto:roberto.roberti@dia.units.it)

Anno accademico 2025/2026



# Obiettivi e Sommario

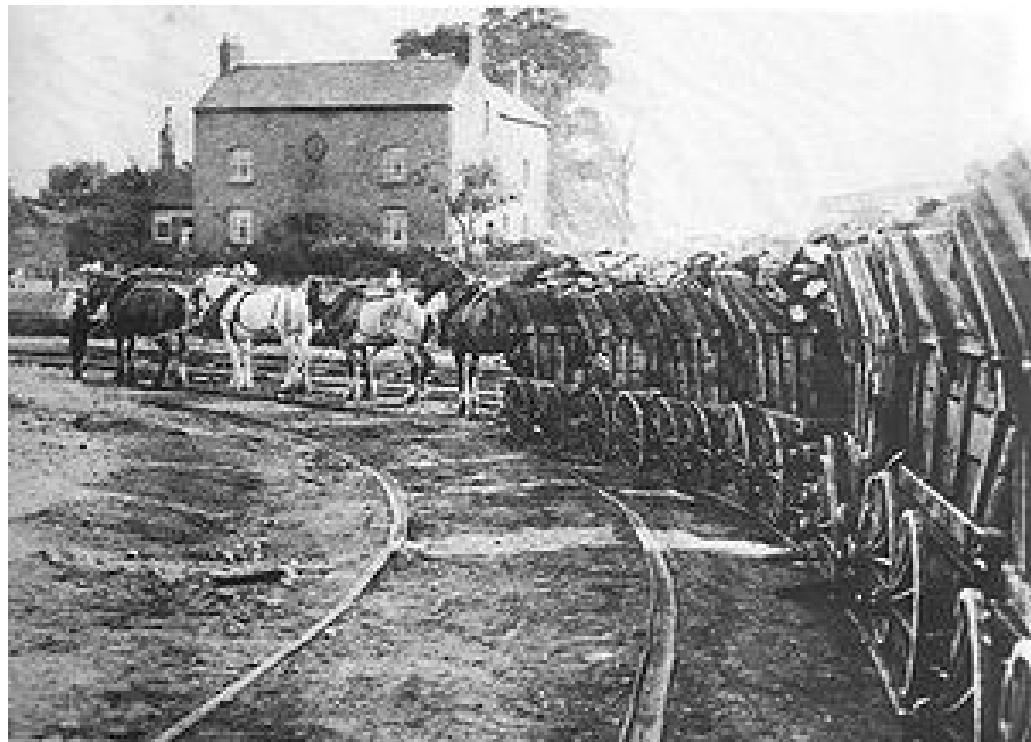
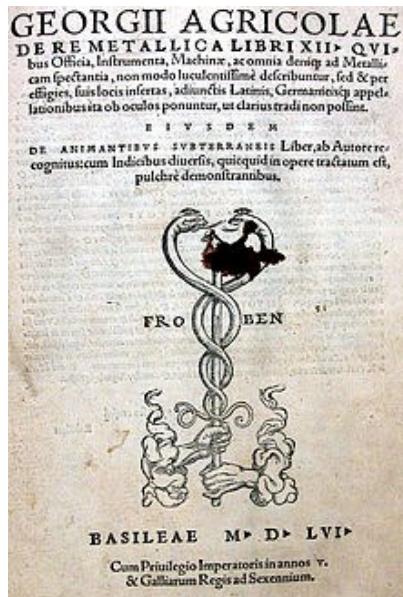
## Obiettivi Lezione 02:

- Definire e analizzare le caratteristiche del trasporto ferroviario.

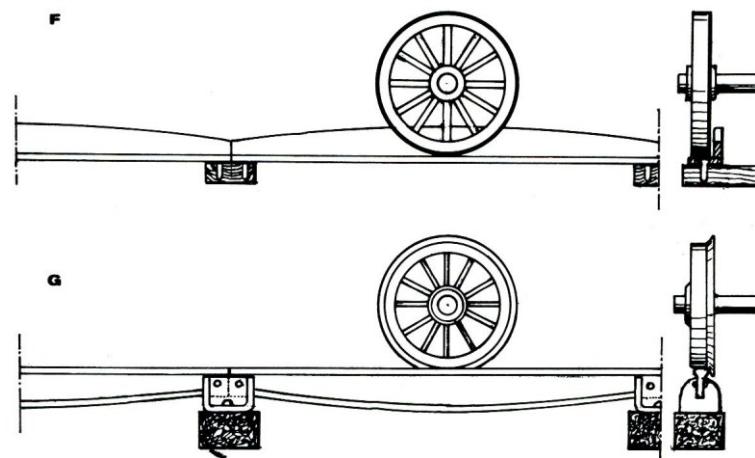
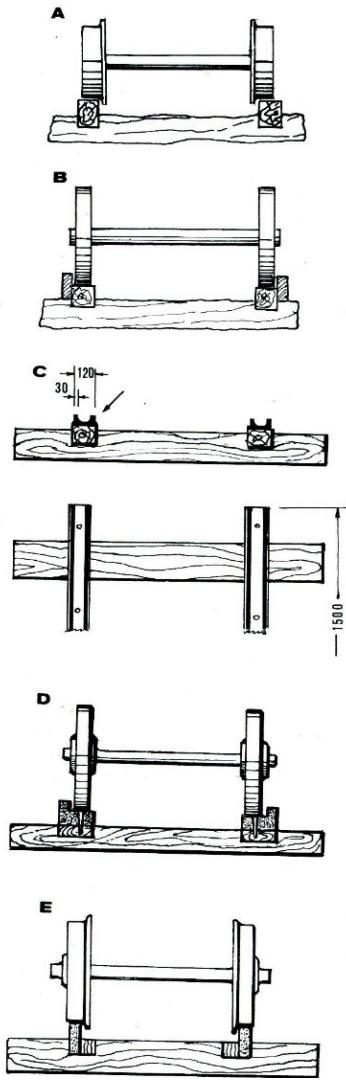
## Sommario Lezione 02:

- Cenni storici sui veicoli e sulle infrastrutture ferroviarie;
- Statistiche sulle infrastrutture di trasporto ferroviarie;
- Quadro normativo;
- Classificazioni delle infrastrutture ferroviari.

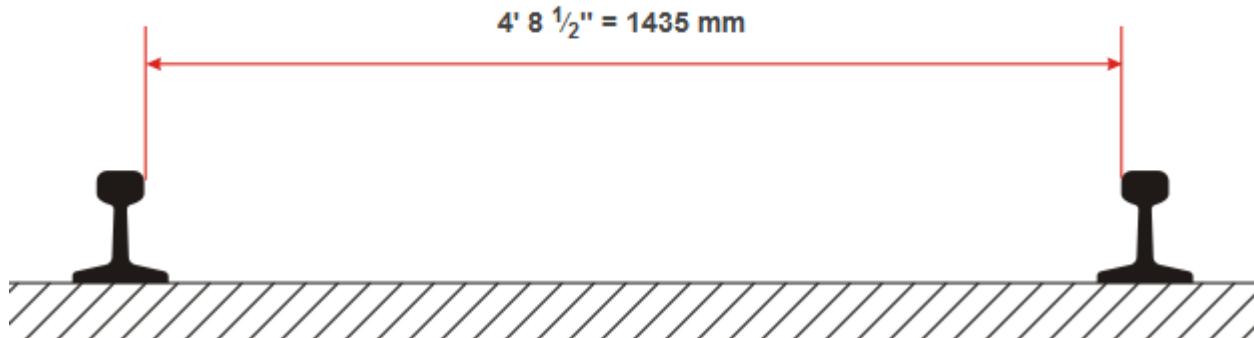
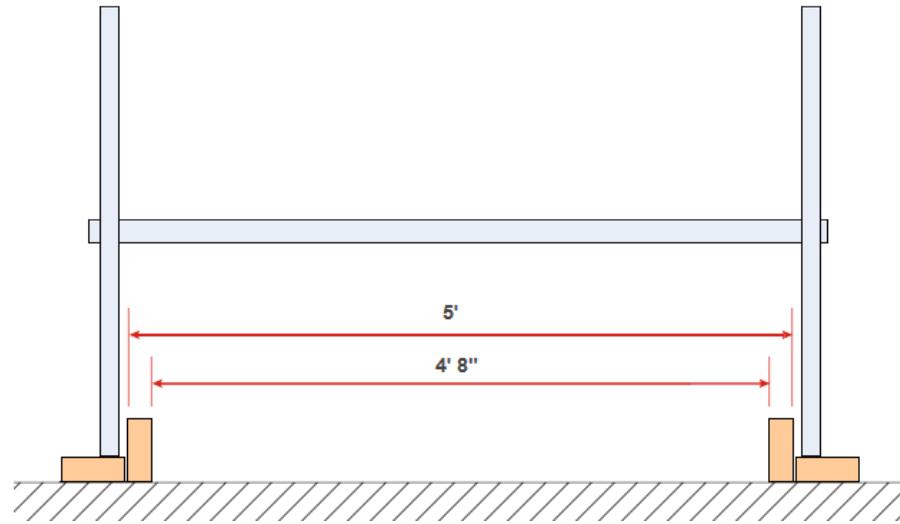
# Le origini della ferrovia (1)



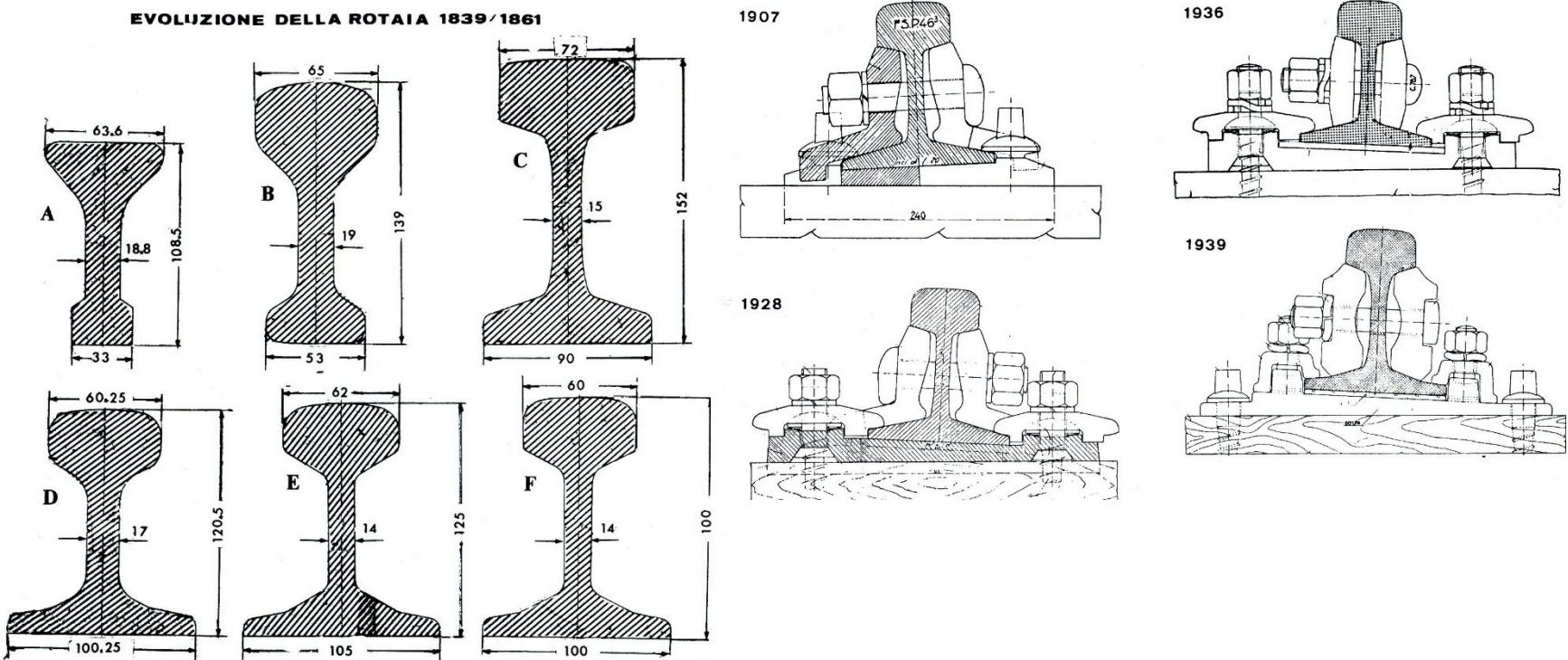
# Le origini della ferrovia (2)



# Le origini della ferrovia (3)



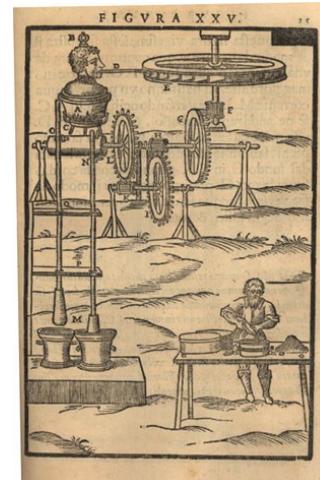
# Le origini della ferrovia (4)



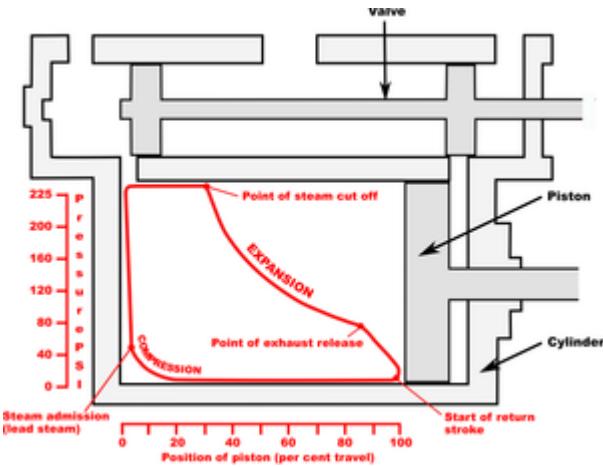
# La Locomozione meccanica a vapore



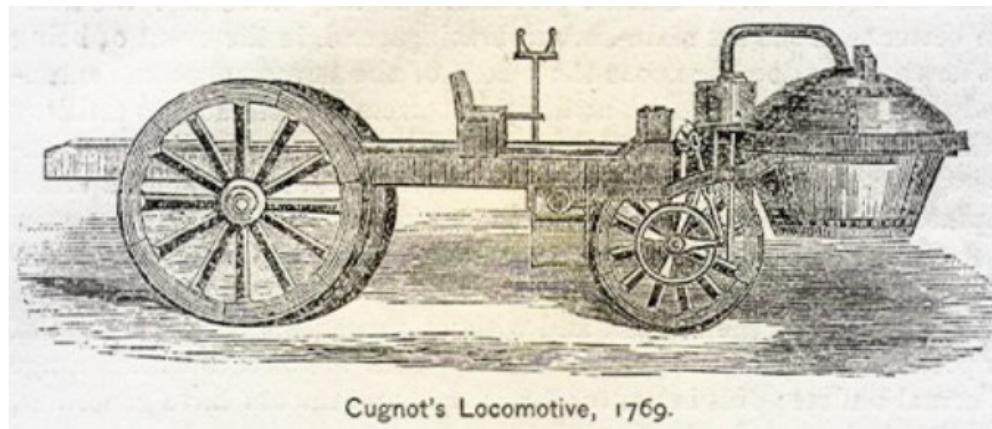
Eolipila



Turbina a vapore

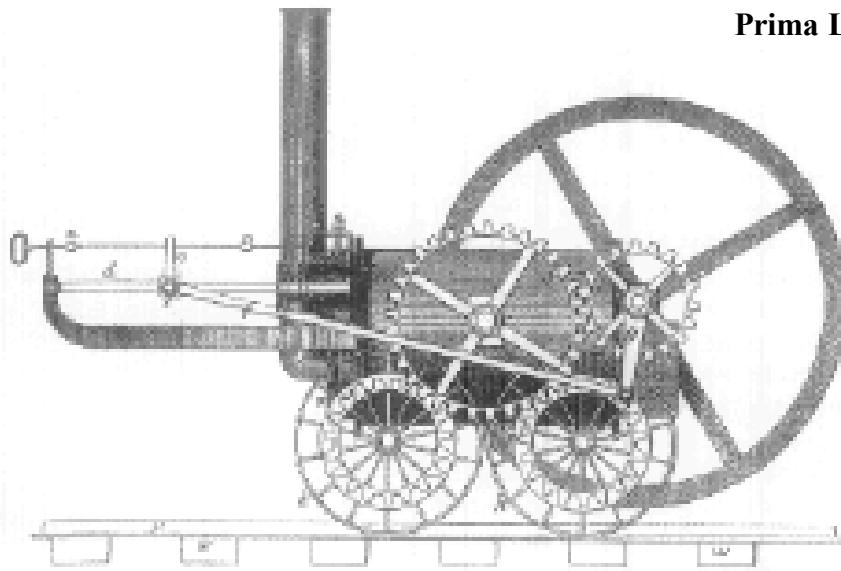


Schema Motore a vapore

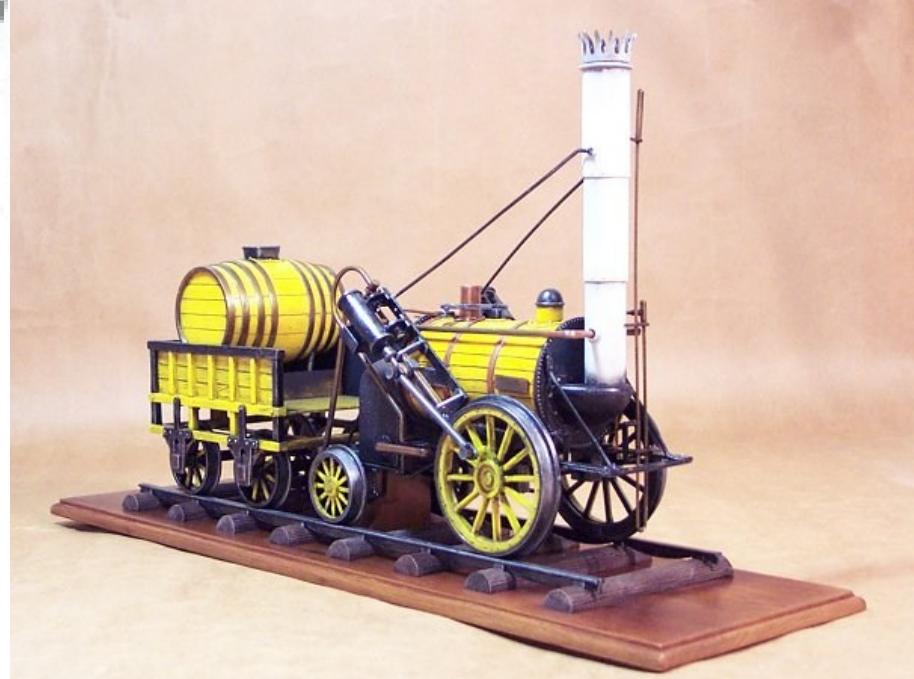


# La locomotive ferroviarie a vapore (1)

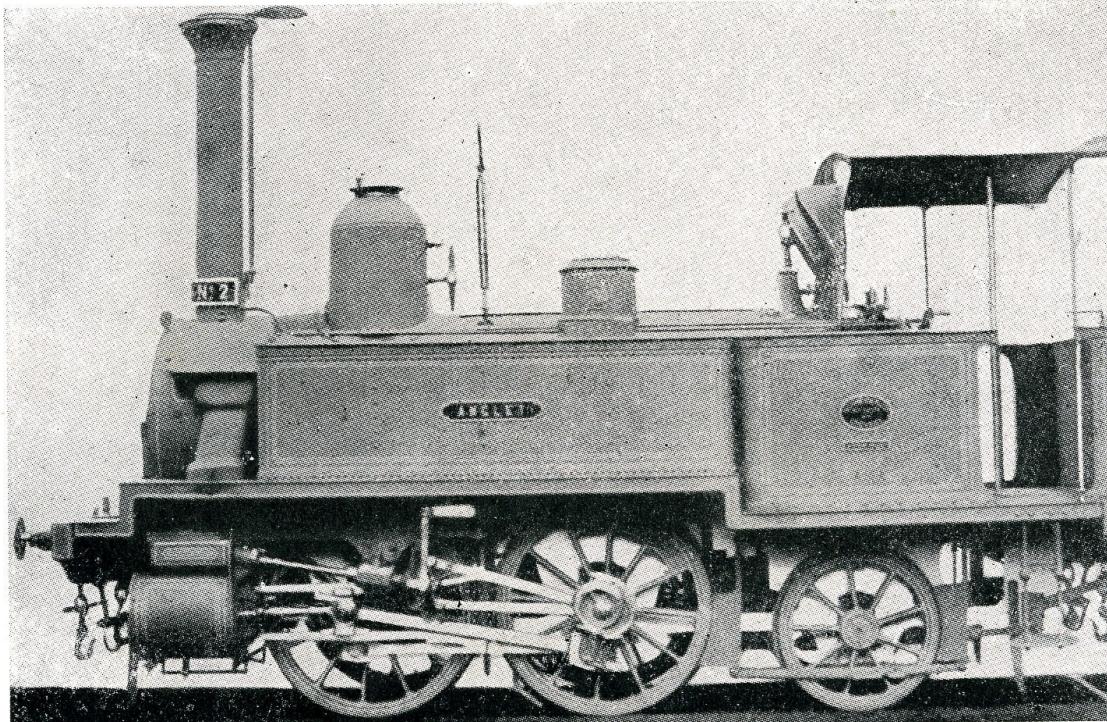
Prima Locomotiva, Richard Trevithick, 1804



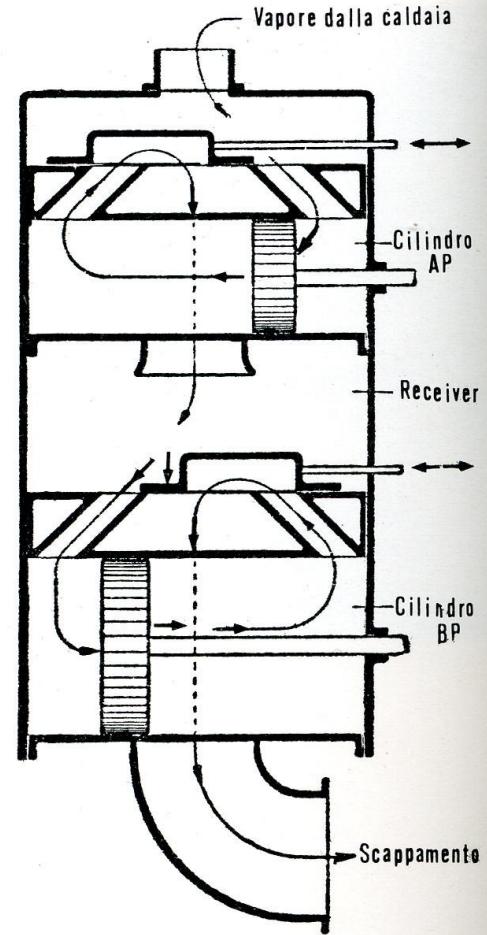
The rocket, Stephenson, 1829



# La locomotive ferroviarie a vapore (2)



Locomotiva "compound", 1876



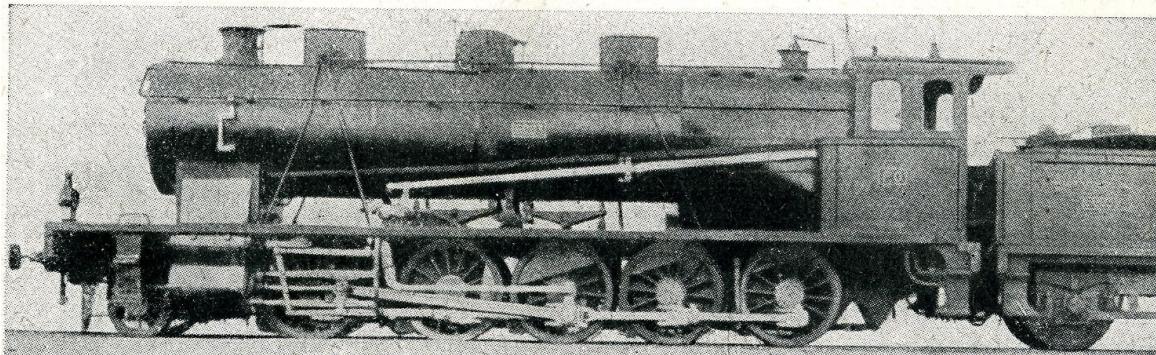
— Schema del percorso del vapore in una macchina a duplice espansione con due cilindri.

# 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 costruzione	Gruppo		Rodiggio	Peso ader. t	Velocità max km/ora	Potenza Cv	Pressione caldaia kg/cmq	Semplice o doppia espansione	Tipo distribuzione	Superficie griglia mq	Diametro ruote m	Numero giri ruote/1'	Note
	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
1898	3061	RM	656	2-3-0	45,-	80	680	13	»	Walschaert	2,40	1,675	258
1900	3101	RM	660	2-3-0	43,5	90	770	14	»	Walschaert	2,75	1,830	265
1900	500	RA	670	2-3-0	44,4	110	870	14	»	Walschaert	3,-	1,920	307
1902	4501	RM	750	2-4-0	58,2	60	1050	14	»	Walschaert	3,50	1,400	232
1904	380	RA	600	1-3-0	39,9	80	660	14	»	Walschaert	2,30	1,510	287
													Distr. cilindr. per AP
													Distr. a cassetto
													Distr. cilindr. AP
													4 cil. - 2 distr. cil.
													Distr. cilindr. AP
													Distr. cilindr. carrello italiano

# La locomotive ferroviarie a vapore (4)

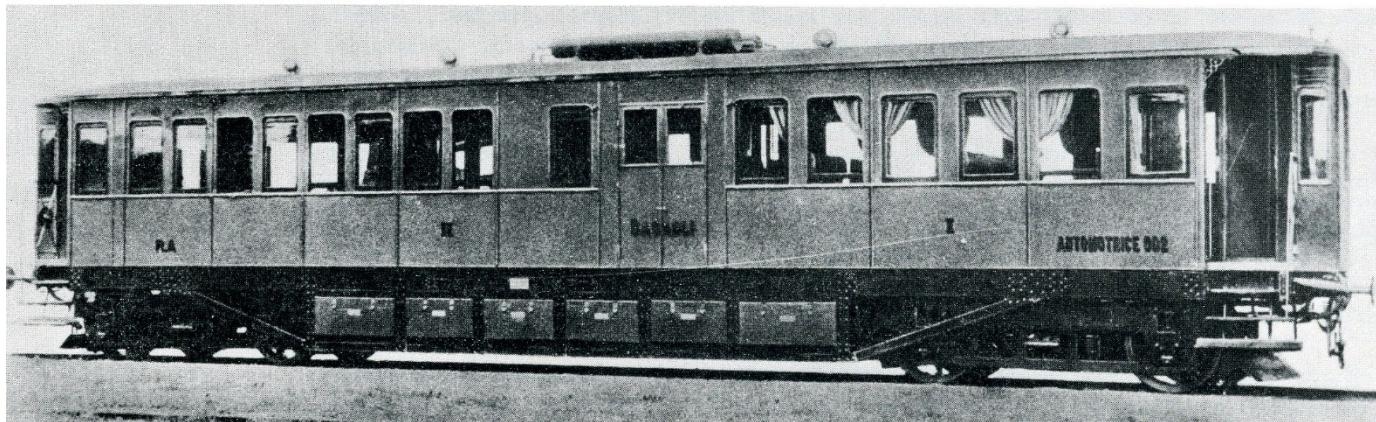


Locomotiva a vapore surriscaldato, 1908

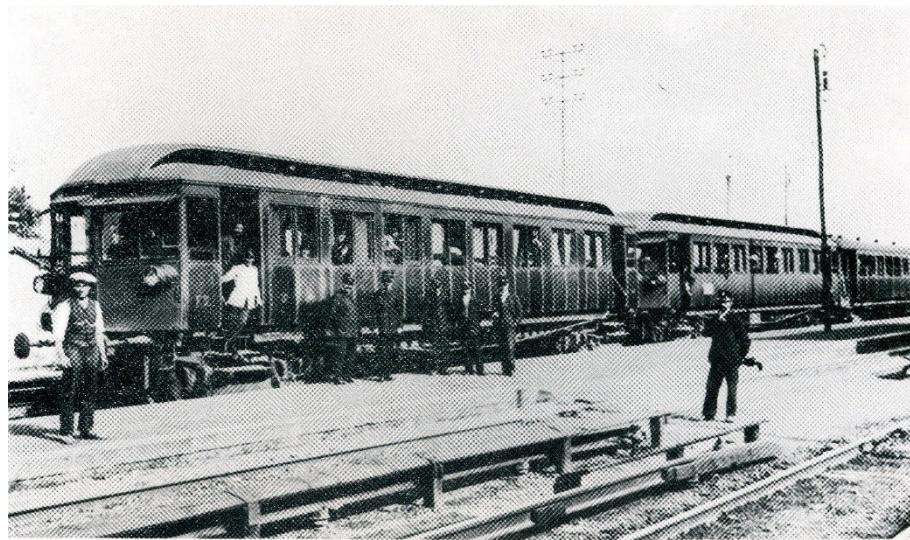
TIPI PIÙ RAPPRESENTATIVI DI LOCOMOTIVE A VAPORE TRA QUELLI PROGETTATI DALL'UFFICIO STUDI F.S.  
(1905-1929)

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/1'	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 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.	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	2	4	4	2	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

( 7) Avuto dalla R.M. nel gennaio 1918 con riscatto del tronco Varese-Porto Ceresio. Venduto per demolizione nel 1943

( 2) Trasformate in carrozze ordinarie dopo il 1903

( 8) Non risulta presente nel PARCO NEL 1922

( 3) Non risulta presente nel Parco al 31.12.1922

( 9) Presenti nel Parco nel 1956 undici unità. La 321.012 presente presso il Museo Scienza e Tecnica di Milano

( 4) Trasformate in carrozze ordinarie nel 1942

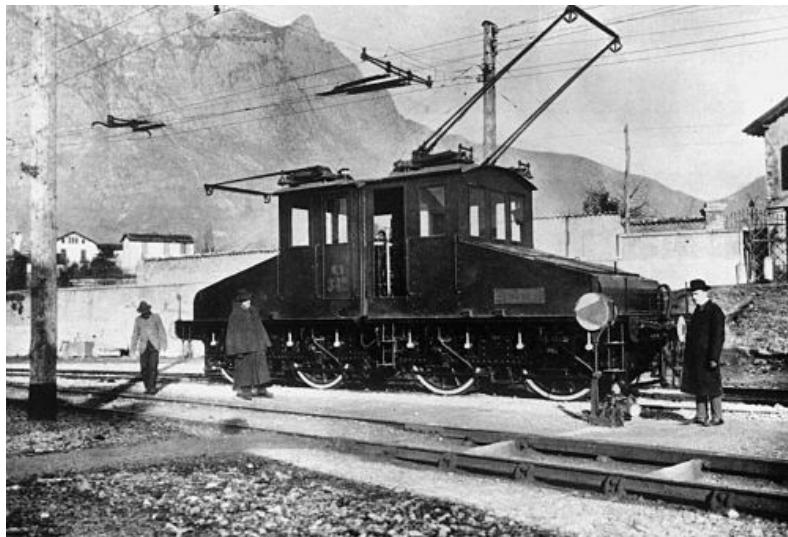
(10) Venduta alle Ferrovie Cumane nel 1937, munita di pantografo, in servizio sino al 1962

( 5) Trasformate in bagagliaio-posta poi demolite

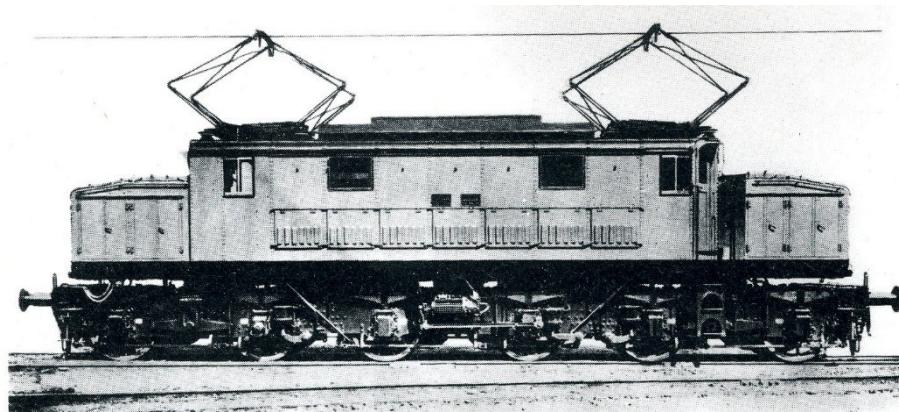
(11) Trasformate per 3000 V c.c. nel 1954 mediante metadinamo e passate al gr. E.621. Presenti nel Parco nel 1956

( 6) Trasformate per c.c. 3000 V nel 1950 e passate al gr. E.623

# 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 comples. 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

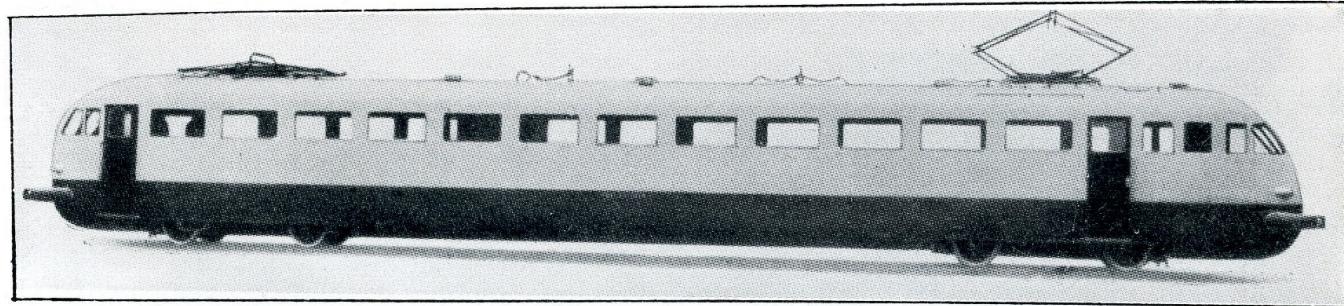
PROSPETTO RIASSUNTIVO LOCOMOTORI A CORRENTE CONTINUA 3000 V

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.

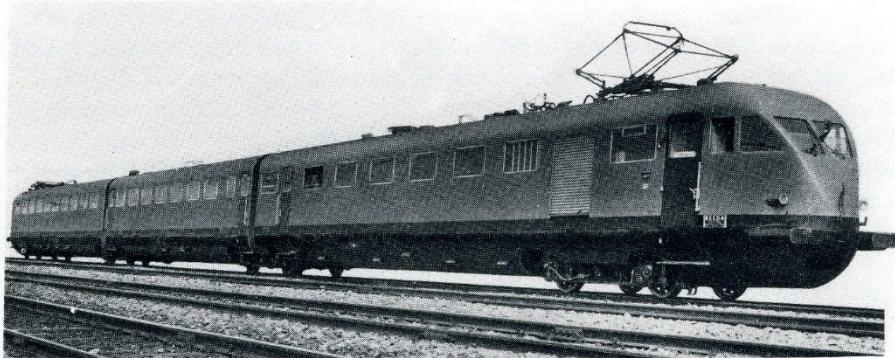
ALe 880				ALe 400	ALe 883	ALe 480	ALe 630	ALe 184
1 1938	1939	1950	1939	1939	1939	1939	1940	1940
2 035 a 100	001 a 034	117-118	001 a 010	001 a 040	001 a 004	001 a 004	001	001
3 66	34	(2)	10	40	4	1	1	
4 50	25	2	(3)	29	(4)	(5)	(6)	
5 4	4	4	4	4	4	4	4	8
6 370	370	370	370	760	370	370	740	
7 130	130	115	130	110	130	130	130	115
8 39	37	39	39	56	37	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 TS 11, sdoppiato ALe 880.117/118 nel 1959.

ALe 840			ALe 660	ALe 540			ALe 601	ALe 803	ALe 801
1 1950	1958	1955	1955	1957	1958	1959	1961	1971	1976
2 001 a 068	069 a 073	001 a 015	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	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	

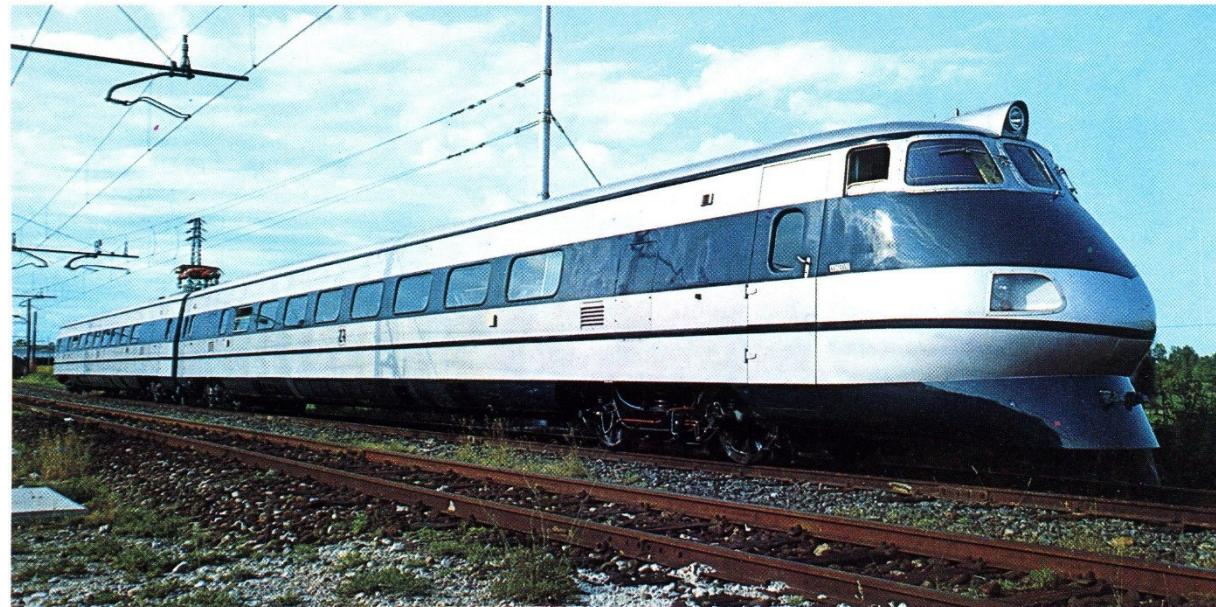
(7) Complessivamente 69; (8) a fine 1971; (9) a metà 1977.

# 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)

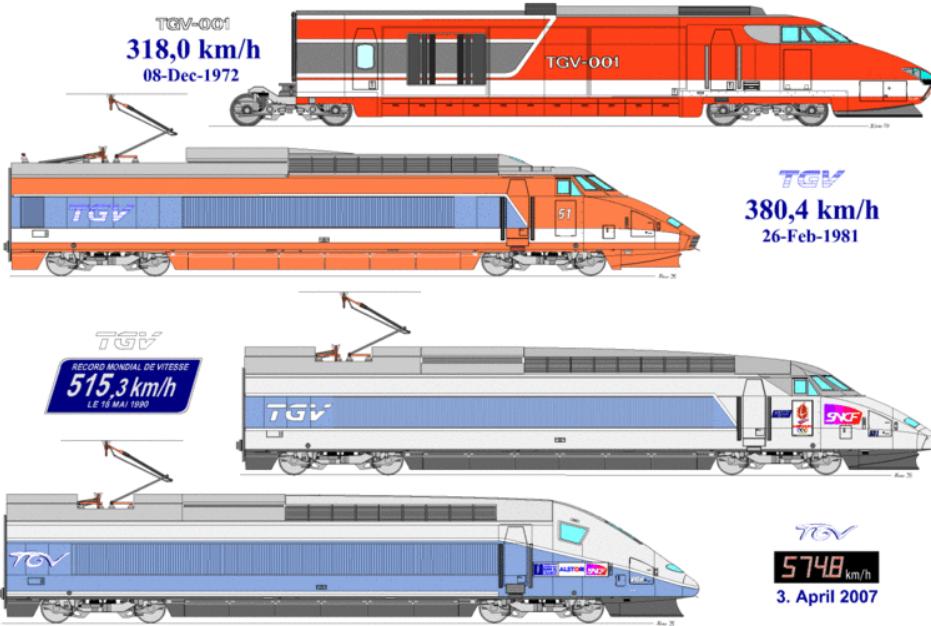


ETR 500 (1990)

ETR 600 (2008)



# Le locomotive ferroviarie elettriche (8)



TGV francese

Maglev MLX01 Giapponese 581 km/h (2003)



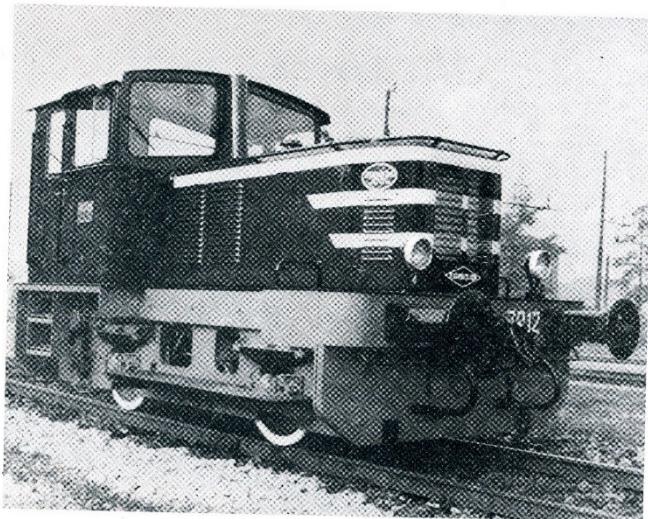
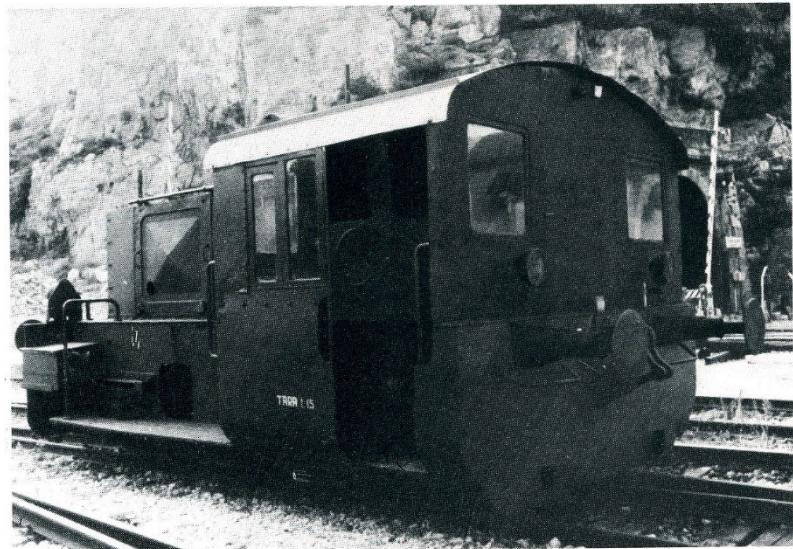
# Le locomotive ferroviarie diesel (1)



# Le locomotive ferroviarie diesel (2)

## AUTOMOTORI DIESEL

Gruppo	Numerazione	Unità costruite	Rodiggio	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	Elettr.- Mecc.	
213	919 - 920	2	B	Ranzi	1957-58	100-130		Idraulica	{ 21 ?
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	Idrostatica	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 - 115€	156	B	OM Badoni	?	?	?	?	?



# Le locomotive ferroviarie diesel (3)

LOCOMOTIVE DIESEL DA MANOVRA

GRUPPO	COSTRUTTORE	ANNI DI COSTRUZ.	RODIGGIO	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 4t.	Idr. Voith con bielle	
225	Jenbach Stanga	1957 - 61	B	28	30 - 60	250	Jenbach 2t.	id. con cardani	62
235	idem	1960	C	39	40 - 65	400	idem	id. id.	
235	Badoni	1957 - 58	C	38	32 - 65	380	Carraro 4t	Idr. contralbero bielle	47
235	idem	1960 - 61	C	38	32 - 65	425	OM 4t	id.	
235	OM	1960 - 61	C	39	42 - 66	425	OM 4t	id.	
234	OM	1957	C	36	42 - 62	425	OM 4t	id.	
234	Breda	1958 - 59	C	36	42 - 62	400	Breda 4t	id..	37
236	Deutz	1940	C	?	?	360	?	id. (ex Wermacht)	1
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 4t	id.	16
Ne120	Whitcomb	1939 - 40	Bo' Bo'	?	70	570	Whitcomb	id.	33
Ne700	Eng.Electric	1939 - 40	C	?	30	360	?	?	4
245	OM	1964 - 68	C	46	32 - 64	500	OM	Idraulica ingranaggi	
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.	225



# 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.)

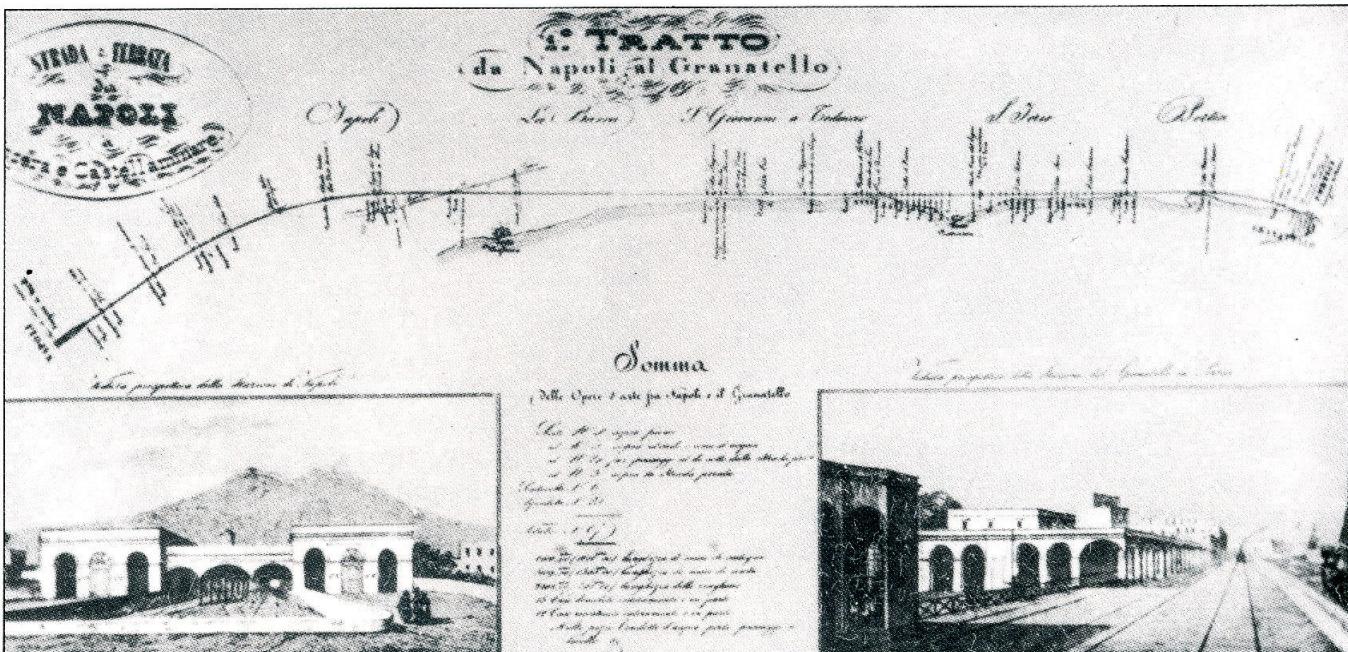


GRUPPO E NUMERAZIONE	DITTA COSTRUT- TRICE	ANNO DI COSTR.	UNITÀ COSTR. N.	POTENZA CV	VELOCITÀ MASSIMA Km/ora	PESO t	NOTE
D.341.1001 ÷ 1004	FIAT		4				DE
1005 ÷ 1007	TIBB		3				
1008 ÷ 1009	REGGIANE	1957	2	1320	100	66	
1010 ÷ 1012	OM		3				
1013 ÷ 1016	SOFER		4				
1017 ÷ 1036	FIAT		20				
1037 ÷ 1056	OM	1959	20	1400	110	67-70	
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		1	850	120	64	DI
▲ ★ 3001	OM	1957	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	1900	130	71,2	DE
2001 ÷ 2020	BREDA	1964	20	1900	130	71,2	
D.345.1001 ÷ 1070	SOFER	1970	70				DE
1071 ÷ 1110	SAVIGLIANO	1973	40	1350	130	60	
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.<sup>o</sup> Convoglio.

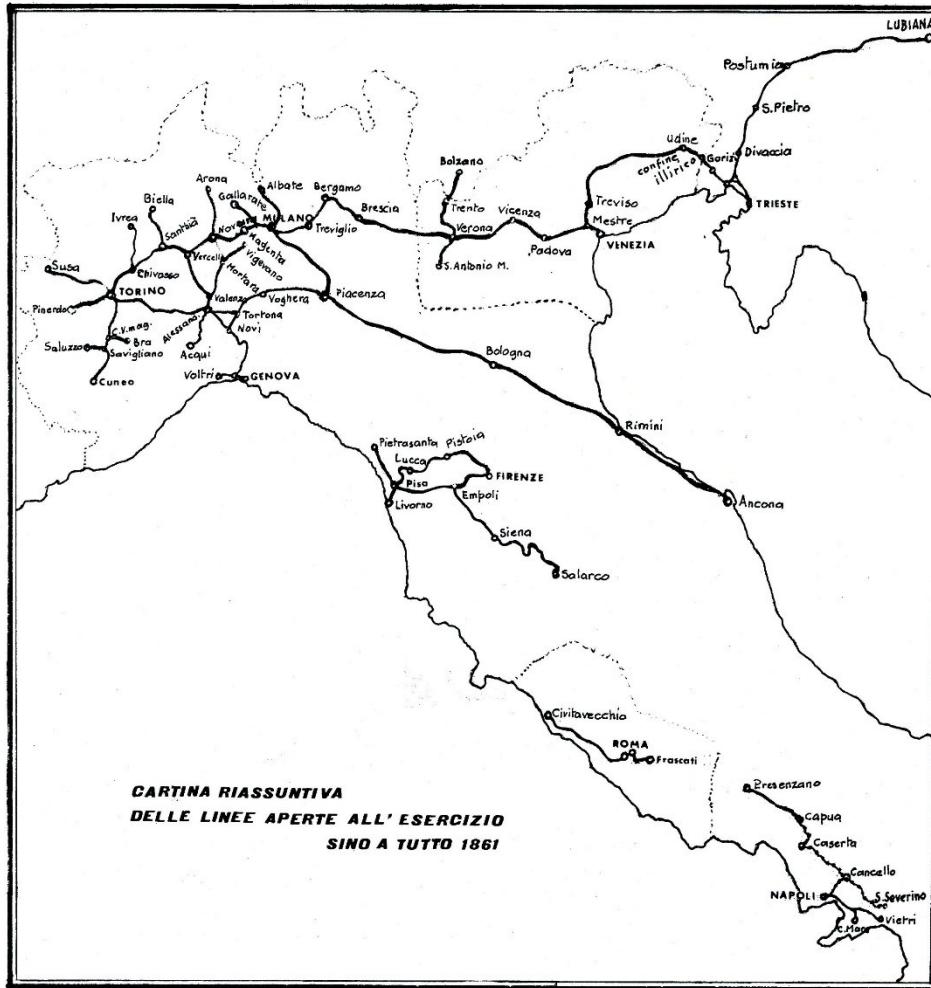
588	Soldati d' infan- teria 4. <sup>a</sup>	Marinai 3. <sup>a</sup>	Uffiziali 2. <sup>a</sup>	Invitati 1. <sup>a</sup>	Invitati 1. <sup>b</sup>	Uffiziali 2. <sup>b</sup>	Marinai 5. <sup>a</sup>	Soldati d'arti- glieria 4. <sup>a</sup>	Musica 4. <sup>a</sup>	Tender.	Locomo- tiva...
<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>50</b>			

## Composizione del Condoglio Reale.

55a	Marinai 4. <sup>a</sup>	Invitati 5. <sup>a</sup>	Invitati 2. <sup>a</sup>	La Corte 1. <sup>a</sup>	Il Re 1. <sup>a</sup>	La Corte 2. <sup>a</sup>	Invitati 3. <sup>a</sup>	Invitati 4. <sup>a</sup>	Musica 4. <sup>a</sup>	Tender.	Locomo- tiva.
	30	30	30	24	24	24	50	30	30		

# Le ferrovie in Italia: origini (3)

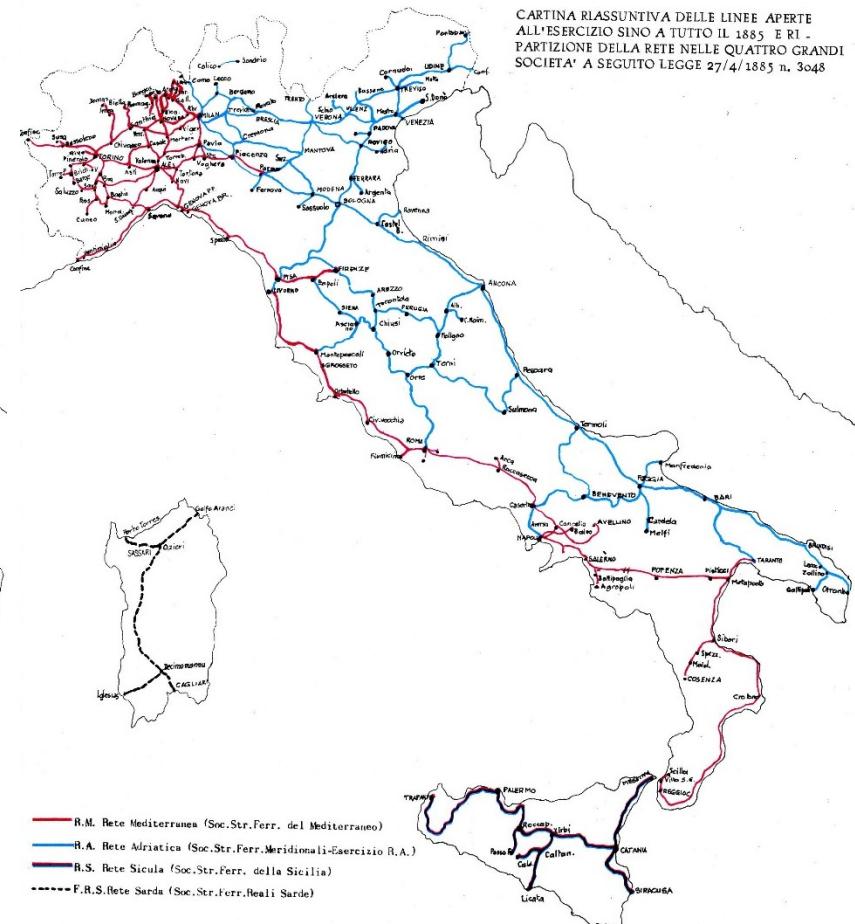
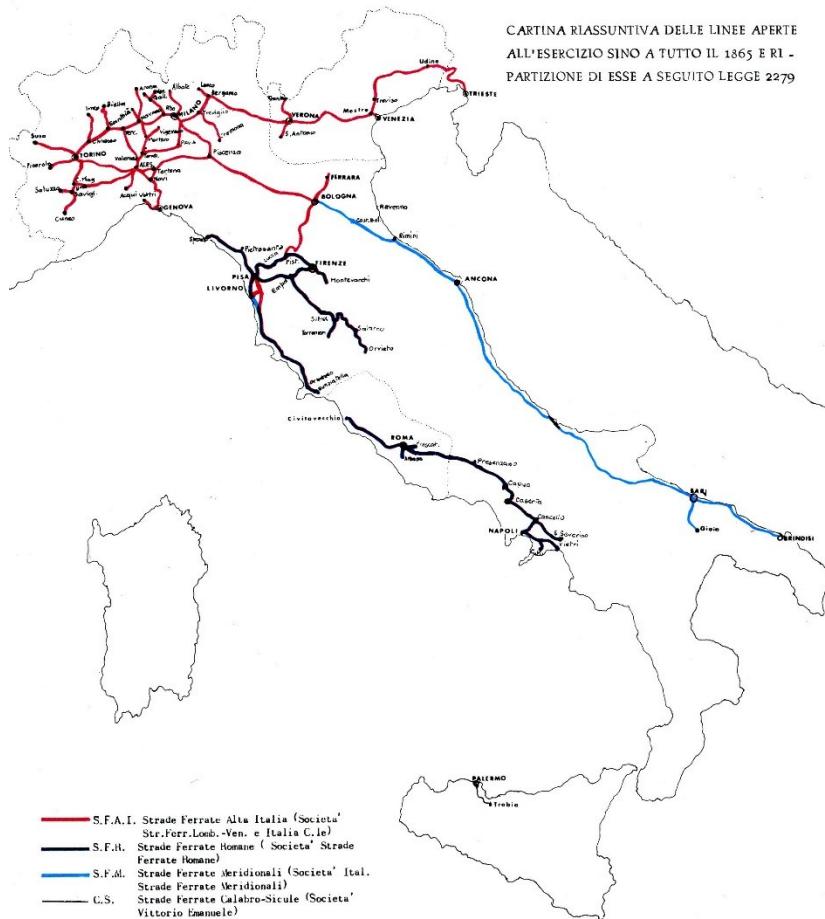
SVILUPPO DELLE FERROVIE IN ITALIA  
DAL 1839 AL 1861



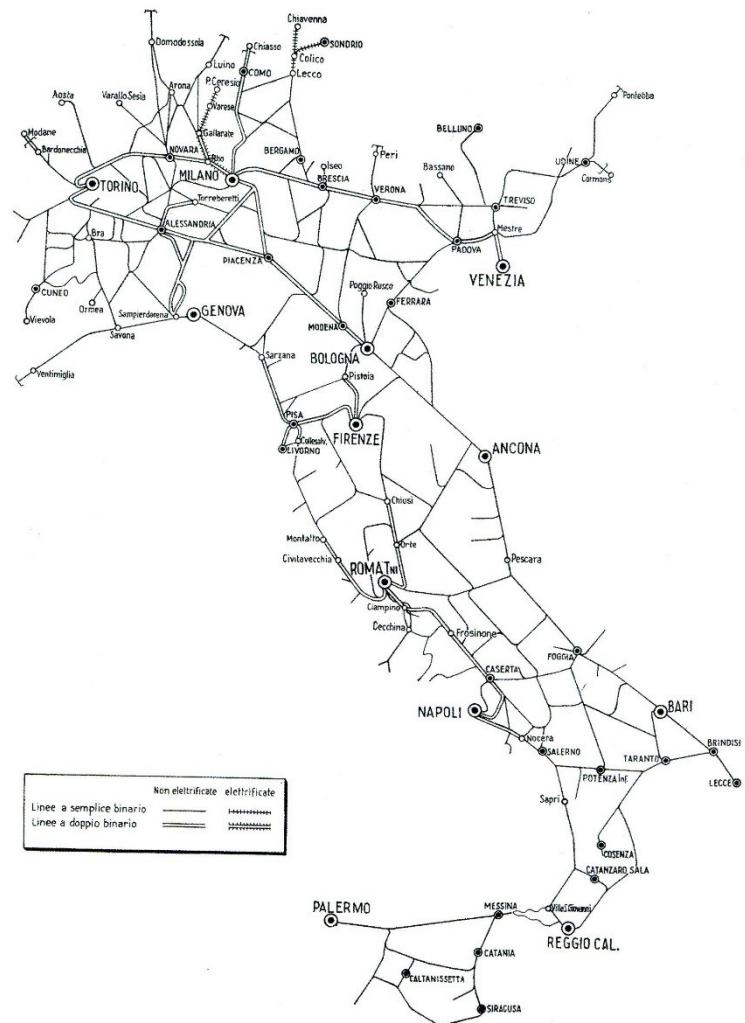
Anni	Stati Sardi Km.	Lombardo-Veneto Km.	Stato Pontificio Km.	Toscana Km.	Due Sicilie Km.	Totale Km.
1839	—	—	—	—	8	8
1840	—	13	—	—	—	13
1841	—	—	—	—	—	—
1842	—	33	—	—	—	33
1843	—	—	—	—	33	33
1844	—	—	—	19	31	50
1845	—	—	—	20	—	20
1846	—	66	—	19	12	97
1847	—	—	—	26	—	26
1848	8	—	—	72	—	80
1849	49	80	—	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.

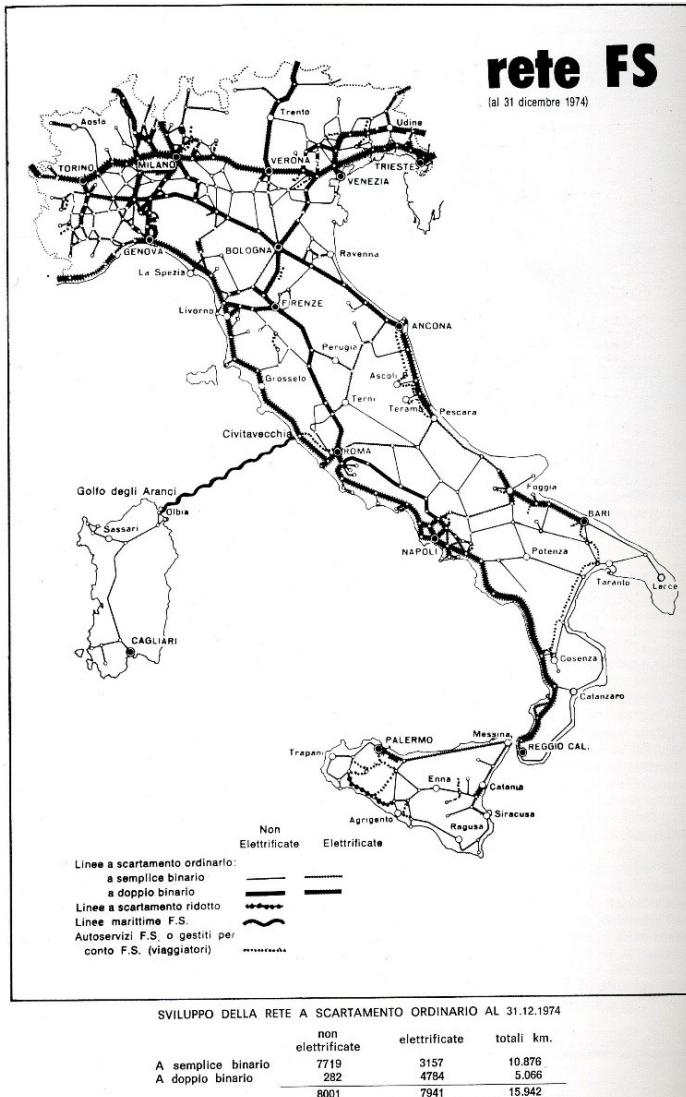
# Le ferrovie in Italia: origini (4)



# Le ferrovie in Italia: origini (5)



# Le ferrovie in Italia: origini (6)



		1905/1906	31/12/2006
<b>Fattori di produzione</b>			
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 dieseli)
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
<b>Offerta</b>			
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
<b>Domanda soddisfatta</b>			
Viaggiatori · km	$10^6$	4.178	46.143
Tonn. · km	$10^6$	4.893	22.408
U T (Unità di Traffico)	$10^6$	9.071	68.551
Viaggiatori trasportati	$10^3$	85.100	516.768
Tonn. Trasportate	$10^3$	23.404	75.856
<b>Indicatori Produttività</b>			
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
<b>Valore Produzione</b>		$338,9 \times 10^6 \text{ £}$	$10079,5 \times 10^6 \text{ €}$

# **La gestione della rete ferroviaria (1)**

**La gestione negli anni è stata:**

**Dal 1839 al 1865 fu privata a ditte italiane ed estere;**

**Dal 1866 al 1876 fu affidata a 4 compagnie private italiane**

**Dal 1876 al 1885 fu parzialmente dello Stato**

**Dal 1886 al 1895 divenne privata affidata a 3 compagnie**

**Dal 1905 fu completamente affidata allo Stato**

**Dal 1945 Azienda Autonoma Ferrovie dello Stato**

**Dal 1986 Ente ferrovie dello stato (Ente pubblico economico)**

**Dal 1992 Ferrovie dello Stato SPA**

**Dal 21.6.2011 Ferrovie dello Stato Italiane spa (Holding)**

# La gestione della rete ferroviaria (2)

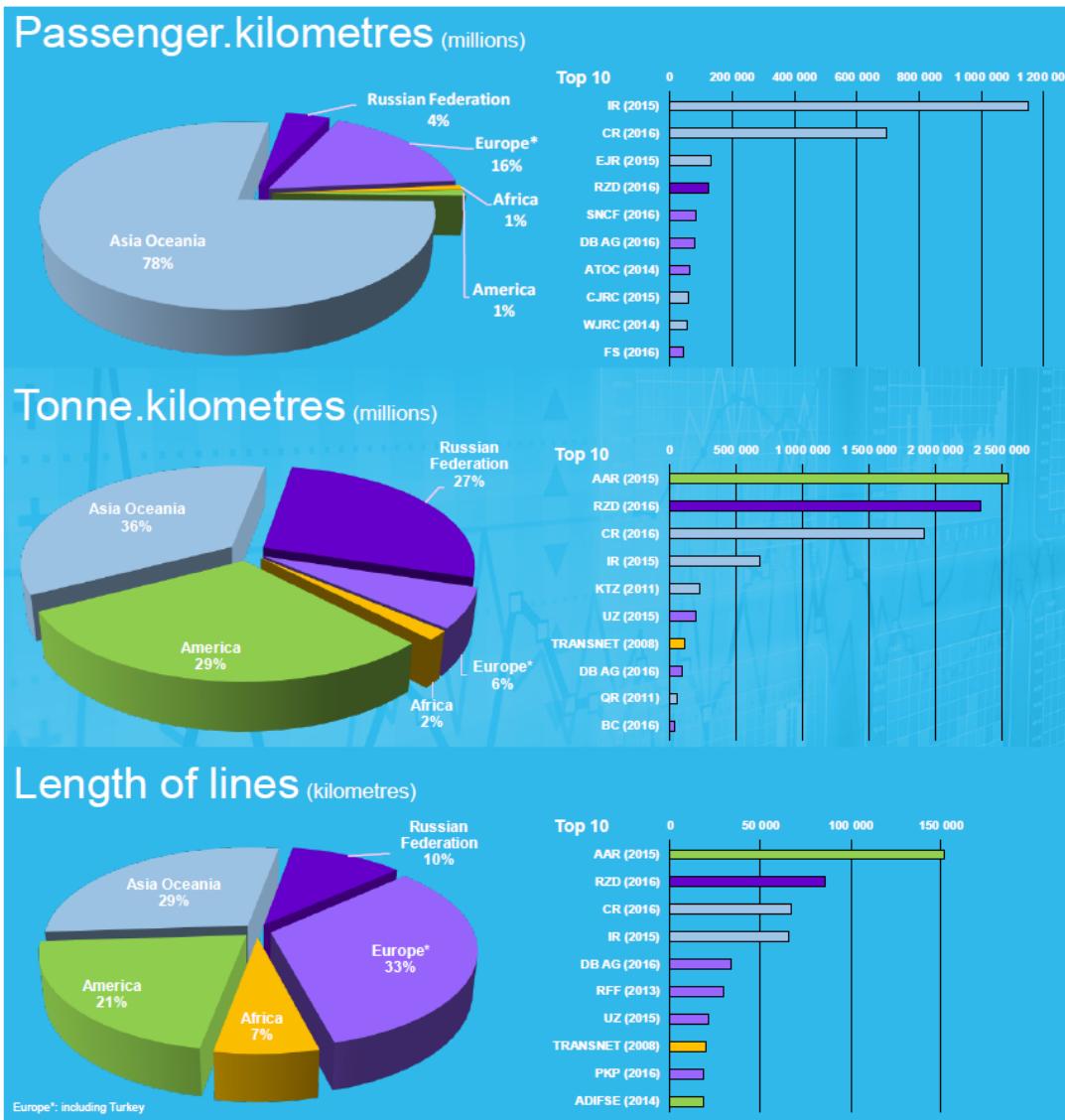
Ferrovie dello Stato Italiane spa (Holding)

Trenitalia (società gestione commerciale)

RFI rete ferroviaria italiana (società di gestione infrastruttura)



# Confronti internazionali (1)



# Confronti internazionali (2)

PAESI	SUPERFICIE (1000 kmq)	ABITANTI (1996-milioni)	RETE FERROVIARIA (1996)	DENSITÀ FERROVIARIA (su superficie)	Km di ferrovia per milione di abitanti
ITALIA	301,2	57,30	16.014	53,17	279,48
GRAN BRETAGNA	244,0	58,39	a) 16.564	67,89	283,68
GERMANIA	357,0	81,34	40.826	114,36	501,92
SPAGNA	504,8	39,21	12.284	24,33	313,29
FRANCIA	547,0	58,02	31.851	58,23	548,97
SVIZZERA	41,3	7,11	2.989	72,37	420,39
BELGIO	30,5	10,17	3.380	110,82	332,35

a) dato 1994

# Caratteristiche trasporto ferroviario (1)

- Resistenza specifica al moto per 1 tonn. di peso trasportata è pari a:
- 2,5 Kg/t per le ferrovie
- 10 –30 Kg/t per i veicoli stradali

$$K = \frac{R_{strada}}{R_{ferrovia}} \cong 10$$

Efficienza energetica  $f = (Q_p * D) / E$

<i>Mezzo di trasporto</i>	<i>Utilizzo dell'energia (f)</i>
Automobile, aeroplano	1
Autobus	3,5
Treno passeggeri	5
Autotreno	7
Treno merci	12
Nave portacontainer	20

## Caratteristiche trasporto ferroviario (2)

Anni		Ferrovie dello Stato	Ferrovie in concessione	Autobus	Autovetture private	Navigazione di cabotaggio	Navigazione aerea	Totale
1970	v. a.	32 457	2 406	22 748	130 174	872	1 439	190 096
	% sul totale	17,07	1,26	11,97	68,48	0,46	0,76	100
1975	v. a.	36 332	2 834	32 558	175 385	1 039	2 189	250 339
	% sul totale	14,51	1,13	13,01	70,06	0,42	0,87	100
1980	v. a.	39 587	3 026	46 366	202 530	1 519	2 867	295 895
	% sul totale	13,38	1,02	15,67	68,45	0,51	0,97	100

Fonte: Conto Nazionale dei Trasporti - Ministero dei Trasporti - Direzione Generale P.O.C.

$$\text{densità di traffico} = \frac{\text{viagg.} * \text{Km}}{\text{Km}_{\text{linea}}}$$

Densità di traffico = numero medio annuo di viaggiatori

\* Km /Km di linea statistica

# Caratteristiche trasporto ferroviario (3)

Futuri treni merci	Velocità massima (km/h)	Carico massimo di aggancio (t)	Lunghezza massima inclusa locomotiva (m)
Treni merci speciali	≥160	1200	450
			
Traffico combinato senza accompagnamento	120	2000–4000	750–1500
			
Trasporto automezzi	120	2000–4000	750–1500
			
Trasporto carichi su gomma	100–120	2000–3200	750
			

# Incidentalità ferroviaria Italia (1)

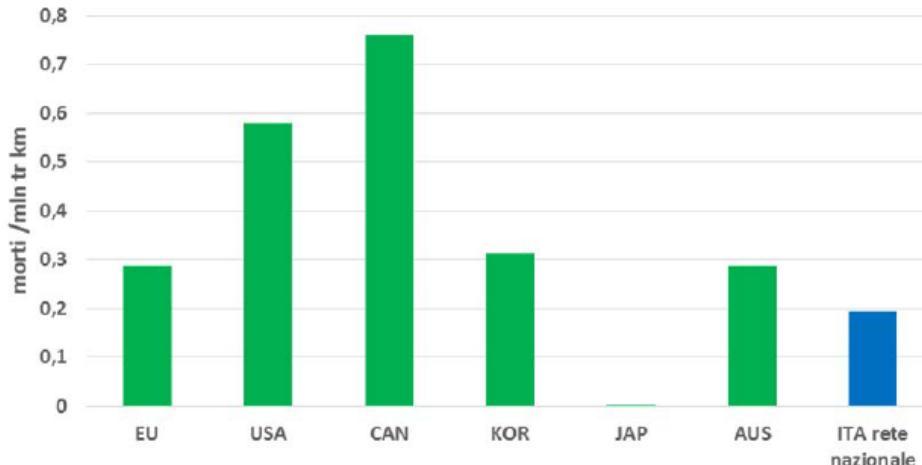
MORTI NEL PERIODO 2010-2015 PER MODALITA' DI TRASPORTO \*

ANNO	STRADALE	MARITTIMO	AEREO	FERROVIARIO	TOTALE
2010	4114	12	13	84	4223
2011	3860	227	21	69	4177
2012	3753	39	7	79	3878
2013	3385	359	8	73	3825
2014	3381	38	20	56	3495
2015	3419	9	13	60	3501
totale	21912	684	82	421	23099

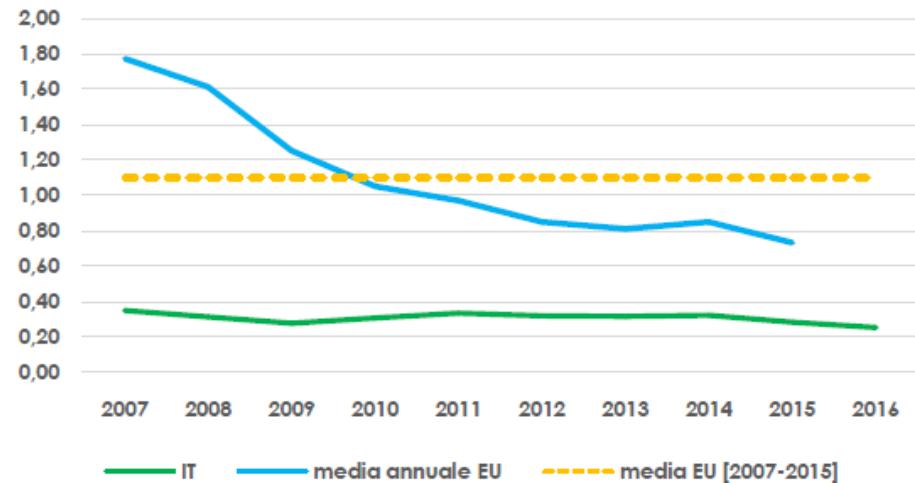
\* Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti anni 2014 e 2015, integrati con quanto riportato nella banca dati ISTAT.

# Incidentalità ferroviaria Italia (2)

mortalità in ferrovia 2010-2014



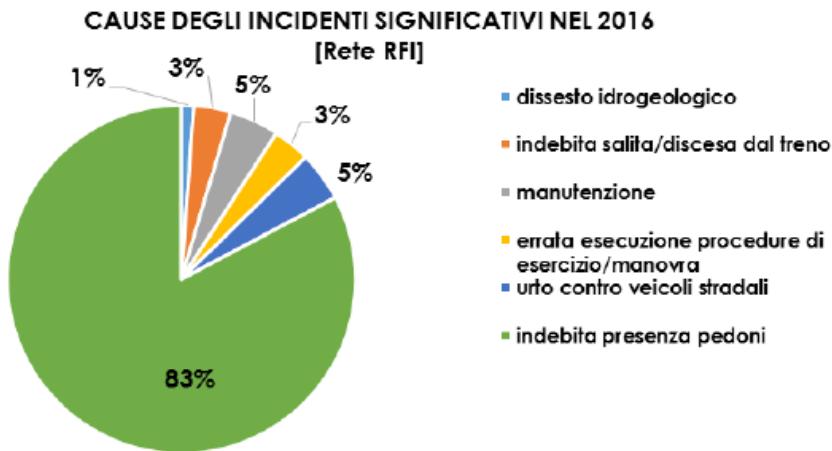
INCIDENTI SIGNIFICATIVI/Mln tr-km



# Incidentalità ferroviaria Italia (3)

INCIDENTI	MORTI E FERITI GRAVI IN INCIDENTI SIGNIFICATIVI [rete RFI]											
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Collisioni ai treni	58	2	2	1	1	1	0	0	2	1	0	0
Deragliamenti di treni	22	0	0	0	43	0	0	1	2	0	0	0
Incidenti ai PL (compresi quelli che coinvolgono i pedoni)	23	31	18	8	5	15	18	22	17	16	16	9
Incidenti alle persone, provocati dal materiale rotabile in movimento (eccetto i suicidi)	92	80	83	83	73	82	80	83	73	76	67	74
Incendi di materiale rotabile	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altri	6	4	1	0	4	2	0	1	0	1	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>202</b>	<b>117</b>	<b>104</b>	<b>92</b>	<b>126</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>107</b>	<b>94</b>	<b>94</b>	<b>83</b>	<b>83</b>

\* Dato non consolidato



# **Normativa ferroviaria (1)**

## **Ordine prioritario di applicazione**

- Disposizioni legislative vigenti
- Normative aventi effetto di Legge
- Eurocodici adottati in ambito nazionale
- Manuali di progettazione approvati da RFI
- Disposizioni emanate da RFI (o da FS precedentemente)
- Disposizioni tecniche contenute nelle voci di tariffa
- Capitolato tecnico di appalto per opere realizzate dalle FS
- Disposizioni emanate da altri organismi
- Raccomandazioni europee anche se non ancora recepite
- Tutte le norme di buona tecnica

# **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

RFI 25/07/2006 - Documentazione tecnica: RFI TCAR IT AR 01 001 A - Norme tecniche per la progettazione dei tracciati ferroviari

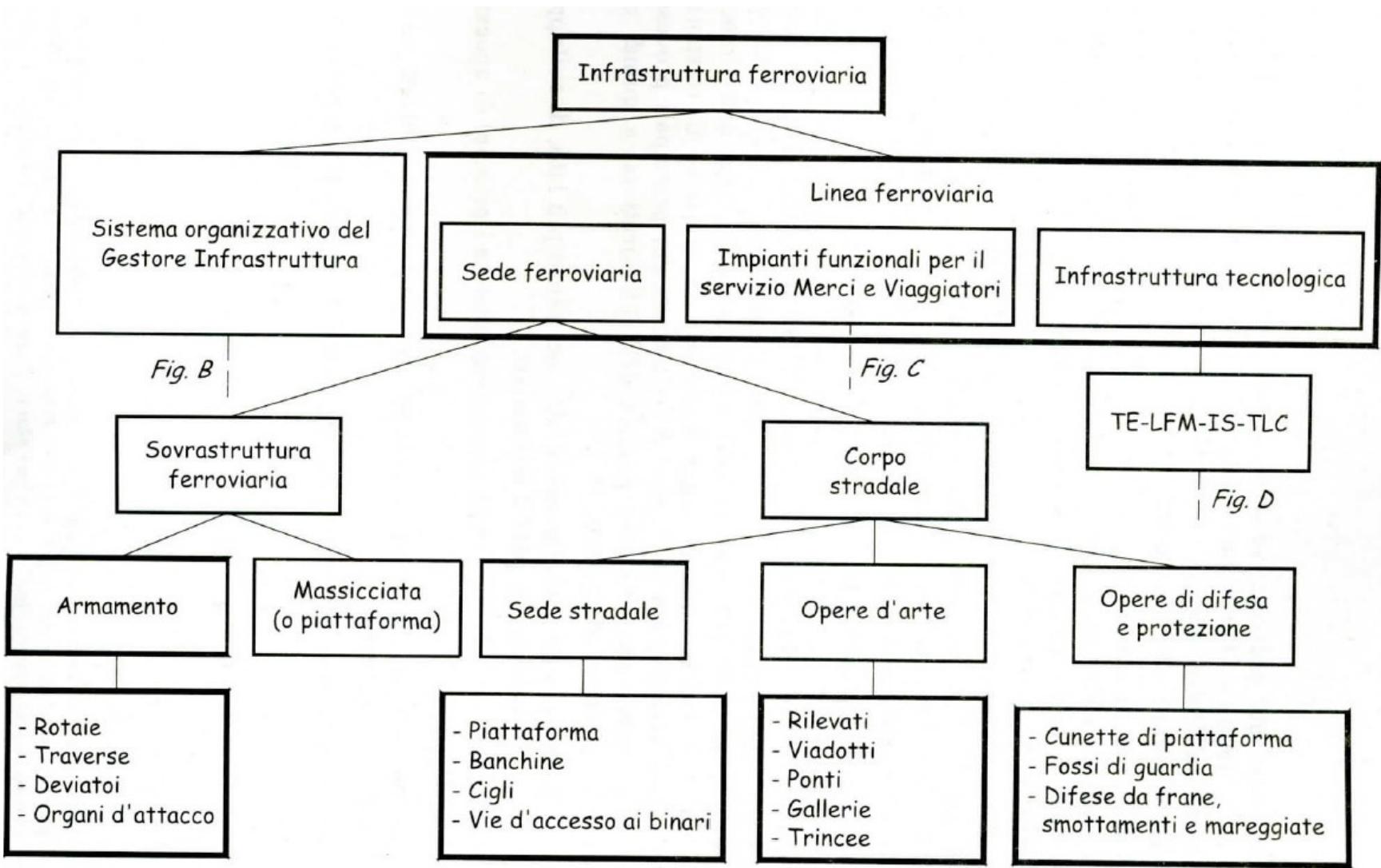
Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) del sistema ferroviario comunitario, Regolamento (UE) N. 1299/2014. Gazzetta Ufficiale Europea L 356

Norme UNI EN 13803 (2017)

Comitato europeo di normalizzazione (CEN) EN 13803-1 STANDARD EUROPEI Opere ferroviarie - Parametri di progettazione dei tracciati ferroviari

UIC (Unione internazionale delle ferrovie) Codice 703 - caratteristiche geometriche delle linee ad alta velocità;

# Infrastruttura ferroviaria



# 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/AC	709 km
GSM-R, per la telecomunicazione mobile	11.445 km

[▲ Torna sì](#)

## 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 <sup>2</sup>
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 Commerciale Rete in esercizio



## Sistemi di Trazione



# Classificazione ferrovie (3)



# Classificazione ferrovie (4)

## Regimi di Circolazione



## Sistemi di Esercizio



# Classificazione ferrovie (5)



# Approfondimenti e Riflessioni



Sed fugit, interea fugit irreparabile tempus  
**(Virgilio, Georgiche, III, 284), Ma fugge  
intanto, fugge irreparabilmente il tempo.**

