FIGURA E FUNZIONI DELL'INGEGNERE DEL TRAFFICO E DEI TRASPORTI IN ITALIA

CELEBRAZIONE DEI 60 ANNI DALLA FONDAZIONE DI AIIT
Padova 27 settembre 2017

TRASPORTO PUBBLICO A GUIDA VINCOLATA IN AMBITO URBANO E METROPOLITANO

Giovanni Mantovani
Libero Professionista

Non proibire il mezzo privato, promuovere il mezzo pubblico collettivo.

Non va fatta una crociata contro l'auto, occorre ridurne l'uso rendendolo più razionale, facendo sì che ciascuno adotti il mix di auto, di trasporto pubblico e di mobilità «dolce» che è giusto per lui e per la comunità.

Il trasporto pubblico deve essere capace di acquisire utenti per la sua attrattività, non perché la gente sia obbligata ad utilizzarlo. Deve quindi essere accessibile, regolare, veloce, diffuso, non troppo affollato, confortevole, …, in una parola di qualità. Ne derivano considerevoli costi di investimento e costi di gestione.

Il costo della qualità deve essere sostenuto:

- ✓ con il sussidio pubblico generale (anche in tempi difficili non si possono sottrarre risorse ad una funzione essenziale per la vivibilità delle città!),
- ✓ con il risparmio da efficientamento dei servizi,
- ✓ con l'adeguamento delle tariffe (chi ha disponibilità economiche non si dispiacerà di pagare ragionevolmente prestazioni competitive con quelle del mezzo privato; chi non le ha dovrà godere di provvedimenti sociali).

Ma a coniugare la qualità e la sostenibilità del costo deve concorrere anche la scelta ottima dei sistemi di trasporto.

VARIE TIPOLOGIE DI SISTEMI DI TRASPORTO PUBBLICO LOCALE
LA SCELTA NON È INDIFFERENTE

SISTEMI A GUIDA LIBERA

- Autobus (standard, articolato, mini, “bussino”, …)

SISTEMI A GUIDA VINCOLATA

- Filobus (standard, articolato)
- Tram (tradizionale, metrotram, tram-treno)
- Metropolitana (diversi tipi)
- Ferrovia (servizi locali)
- Monorotaia (vari livelli di applicazioni)
- People mover (un termine dai molti significati)
- Sistemi a fune (una vasta gamma di soluzioni)

SISTEMI ETTOMETRICI

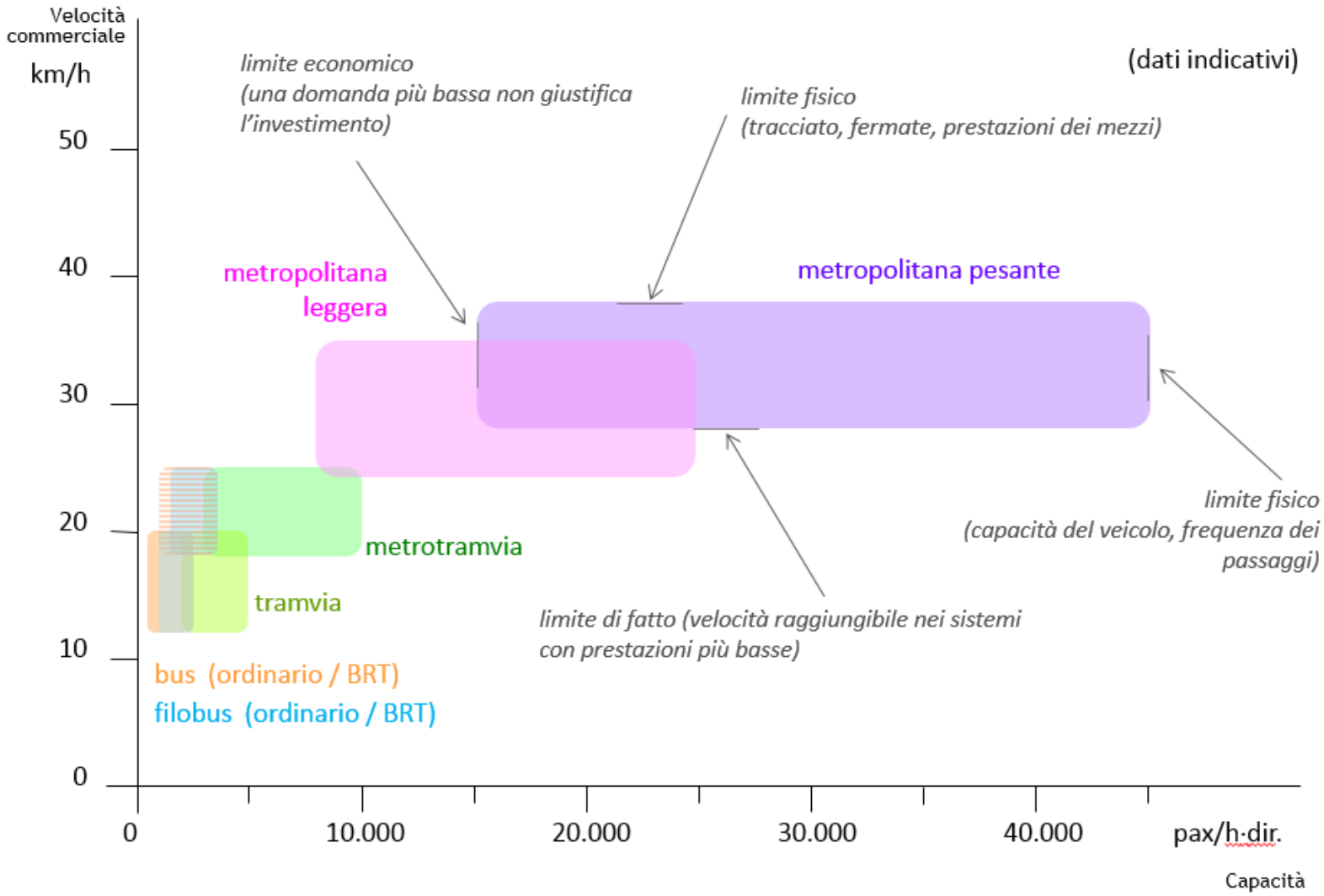
- Marciapiedi e scale mobili

Per ciascun sistema:

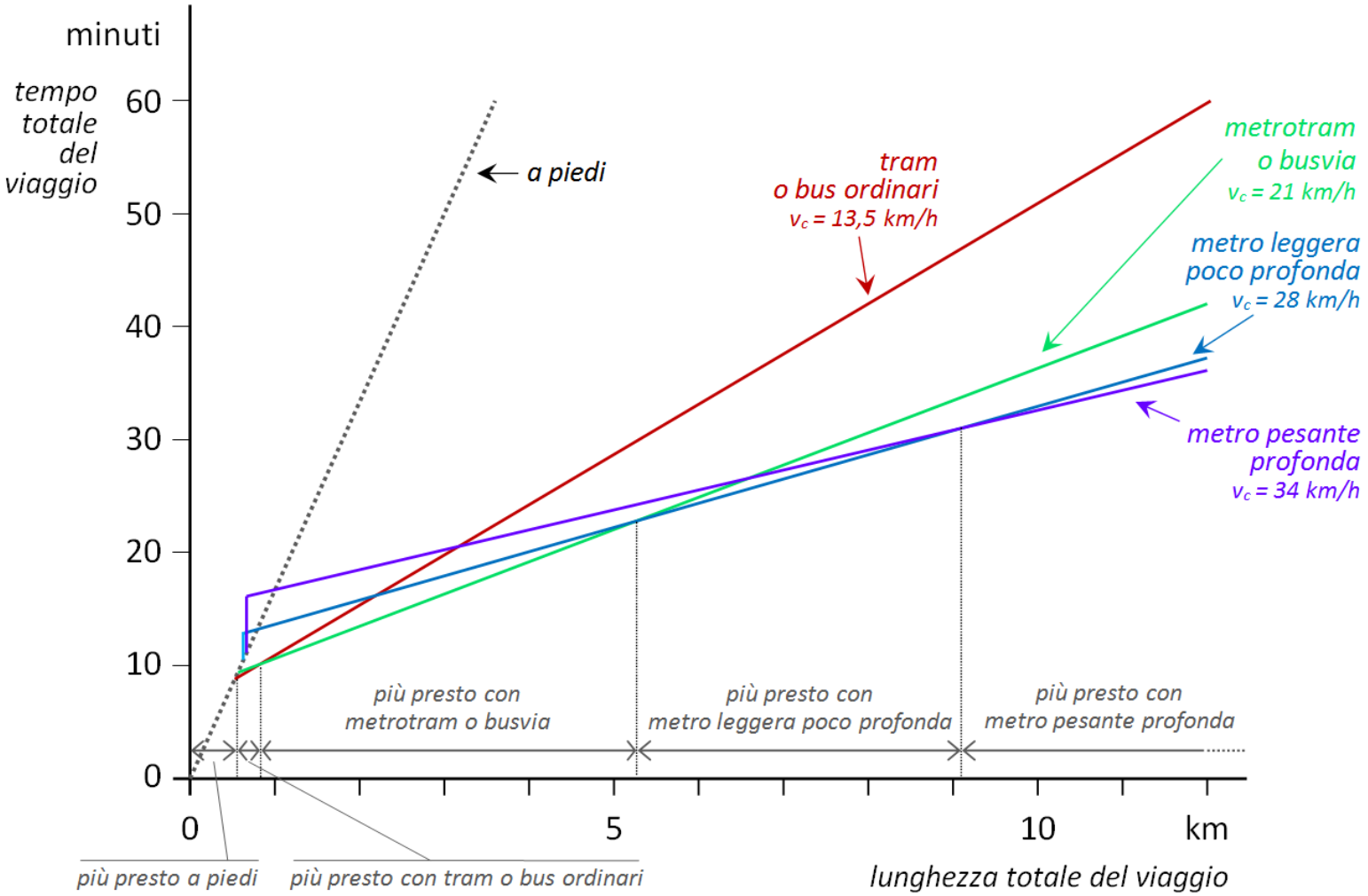
➢ Quali opportunità, quali vantaggi?

➢ Quali problemi, quali svantaggi?

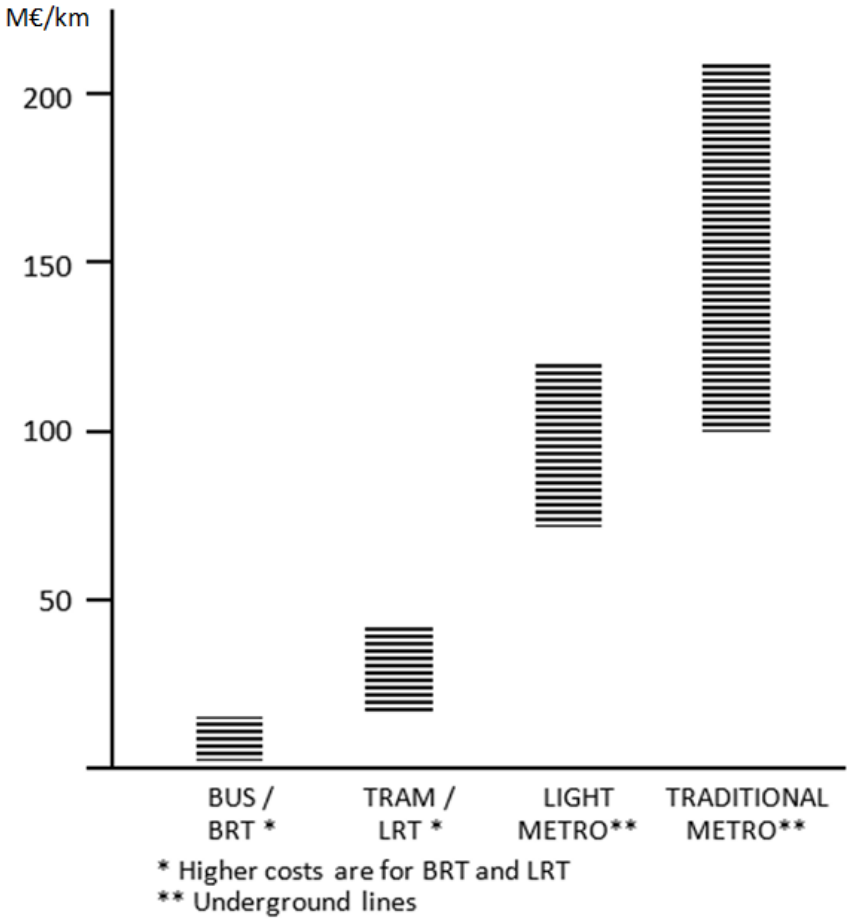
CAMPI CAPACITÀ / VELOCITÀ PER ALCUNI SISTEMI A GUIDA VINCOLATA



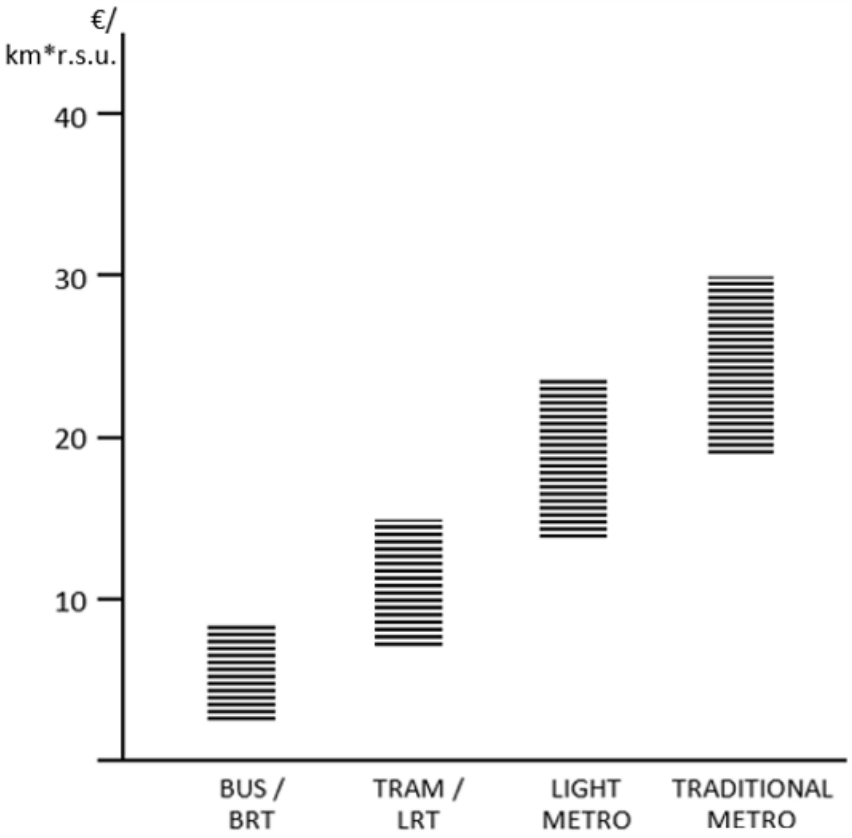
TEMPI DI SPOSTAMENTO DA PORTA A PORTA CON DIVERSI SISTEMI DI TRASPORTO LOCALE



INDICAZIONI DI COSTI DI REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO PER DIVERSI SISTEMI DI TRASPORTO LOCALE



CONSTRUCTION COSTS (Capex)



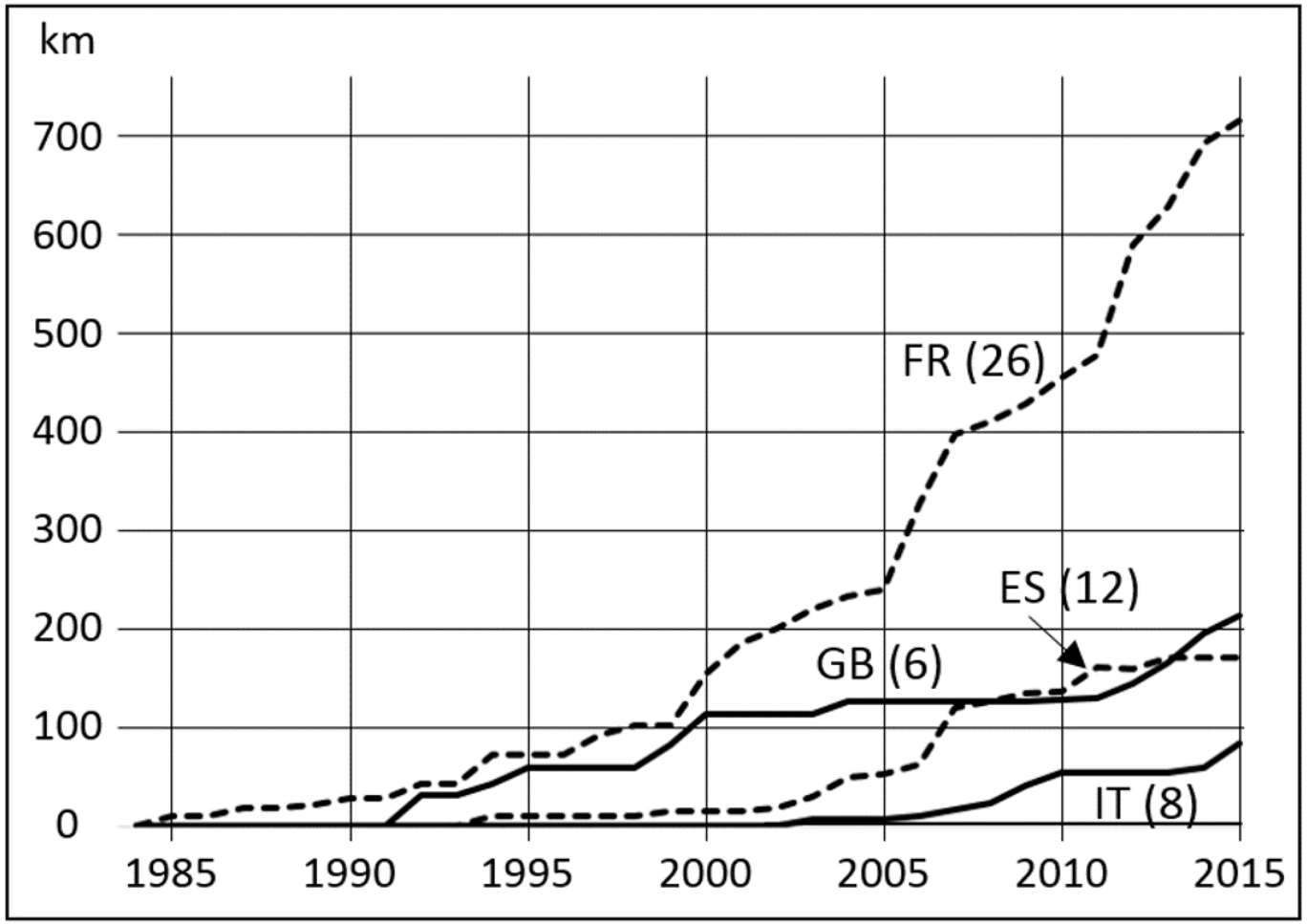
OPERATING COSTS (Opex)

SVILUPPO DEI PRINCIPALI SISTEMI DI TRASPORTO A GUIDA VINCOLATA IN ALCUNI PAESI EUROPEI

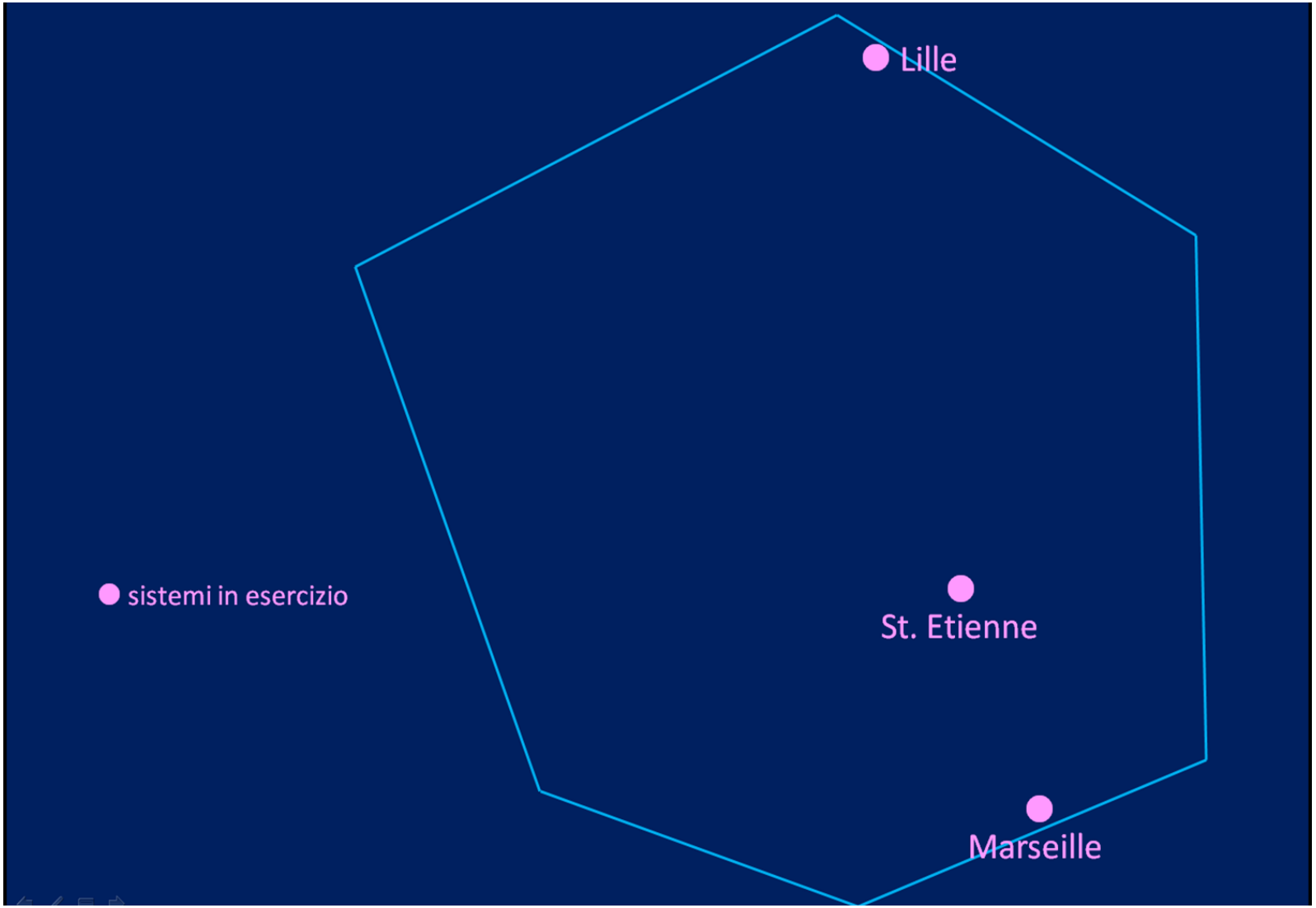
Paese	Sviluppo linee (km)		
	Tramvie	Metropolitane	Ferrovie pendolari
Germania	1.992	646	2.038
Regno Unito	238	673	1.695
Spagna	261	601	1432
Francia	735	359	698
Italia	336	236	672
Italia rispetto a media EU	47,1 %	46,9 %	51,4 %

Fonte: Legambiente – Pendolaria 2016

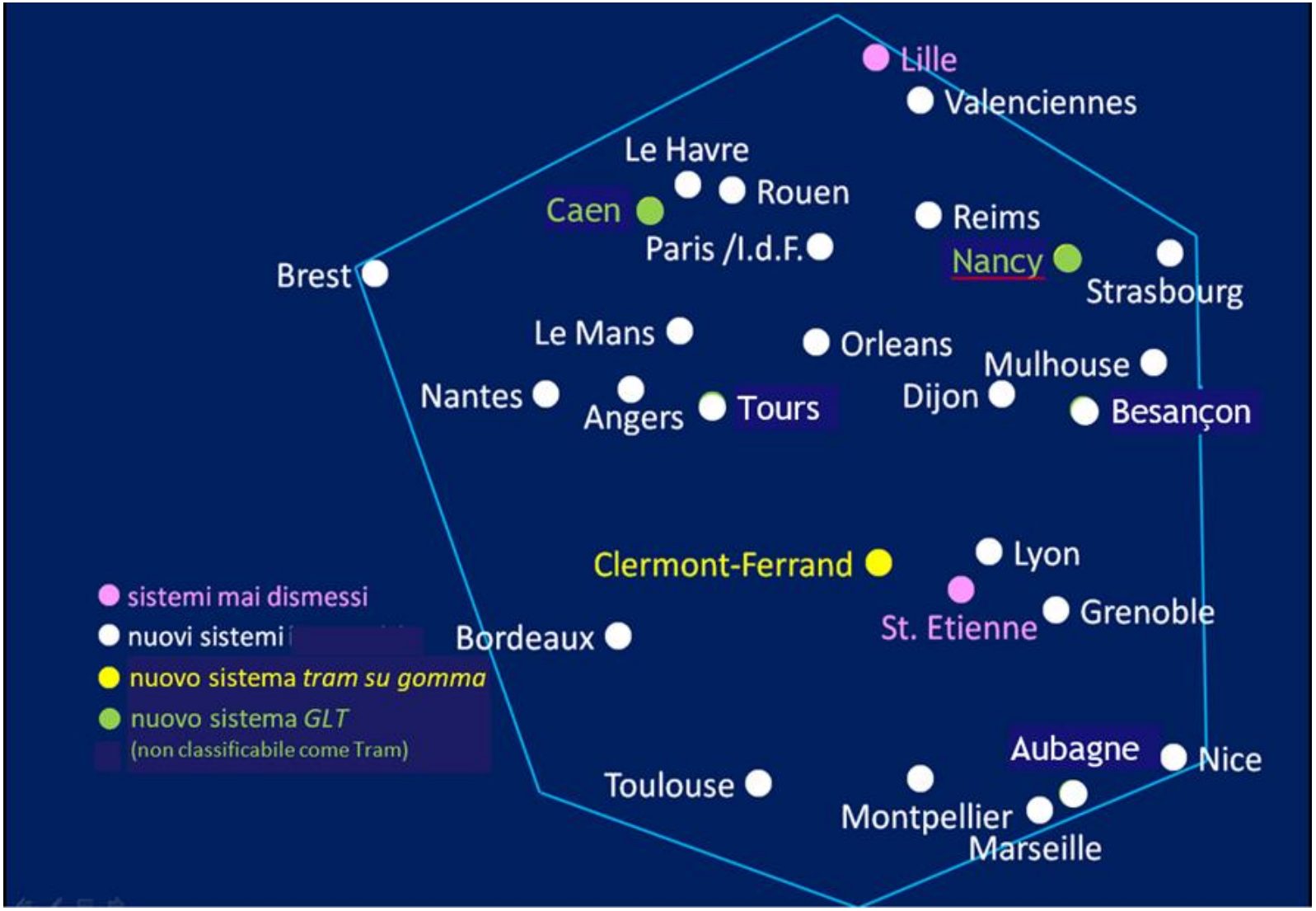
SVILUPPO DI NUOVI SISTEMI TRAMVIARI IN ALCUNI PAESI EUROPEI TRA IL 1985 E IL 2015



FRANCIA
LE CITTÀ CON RETI TRANVIARIE DAL 1967 AL 1984



FRANCIA
LE CITTÀ CON RETI TRANVIARIE NEL 2017



ITALIA
LE CITTÀ CON RETI TRANVIARIE DAL 1974 AL 2002

ITALIA
LE CITTÀ CON RETI TRANVIARIE NEL 2017

TRAM
DECLINO E RINASCITA

Tra il 1900 e il 1930 le tranvie sono state dappertutto il sistema di trasporto pubblico dominante

Roma ca. 1950

Motivi del declino (1930 – 1960)

- Sviluppo delle metropolitane
- Evoluzione tecnica di autobus e filobus
- Obsolescenza di veicoli e impianti
- Spazio per la motorizzazione privata
- *Lobbying* della gomma e del petrolio

Motivi della rinascita (1970 – 1990)

- Effetti negativi del forte aumento del traffico privato e conseguente consapevolezza della necessità di un rilancio del trasporto pubblico.
- Sviluppo di nuove tecniche per i veicoli e per gli impianti tramviari.
- Nuovi criteri di inserimento urbano delle linee.
- Vantaggiosità di sistemi intermedi (sia per prestazioni, sia per oneri di realizzazione) rispetto alle metropolitane e ad autobus/filobus.

Roma 2010

TRAM
MOLTO DIVERSI DA QUELLI DEL PASSATO

I tram non sono più quelli dei tempi andati, non sono più piccoli veicoli sferraglianti in tante strade della città.

Evoluzione del veicolo

- Convogli lunghi, elevata capienza
- Pavimento basso
- Equipaggiamenti di trazione elettronici
- Ottimo comfort

Evoluzione del sistema

- Metrotramvia (rete primaria, con alta capacità, alta regolarità, buona velocità)

Capienze (indicative, a 4 pass./m^2)

- Tram articolato da 21 m: 140
- Tram articolato da 32 m: 200
- Tram articolato da 56 m *: 370

* In servizio, p. es., a Budapest; convogli anche più lunghi circolano altrove.

Capacità massima indicativa

- 10.000 pass./h*direz.

  con veicoli da 50 m ed intervalli di 2 min

Velocità commerciale

- Tipica nel traffico urbano: 12 – 18 km/h
- Metrotramvia: fino a 30 km/h

Firenze – Fiesole 1890

Firenze 1957

Firenze 2010

TRAM
CARATTERISTICHE DEI VEICOLI MODERNI

- ✓ Elevata capienza
- ✓ Costruzione modulare
- ✓ Pavimento ribassato
- ✓ Azionamenti di trazione elettronici, motori trifase
  Regolazione ottima della marcia, risparmio energetico, ottimizzazione di ingombri e manutenzione.
- ✓ Possibilità di alimentazione senza linea aerea di contatto
- ✓ Interno ben arredato, accogliente, luminoso
- ✓ Marcia confortevole e silenziosa
- ✓ Sistema centrale di controllo e diagnostica
- ✓ Varie funzioni complementari
  Trasmissione fonia e dati; funzioni di bordo per localizzazione, monitoraggio, priorità semaforica, formazione itinerari; dispositivo vigilante; controlli di sicurezza; climatizzazione cabina e comparto passeggeri; diffusione di informazioni dinamiche visuali e sonore ai passeggeri; tvcc.

TRAM
CARATTERISTICHE DELLE RETI MODERNE

- ✓ Ruolo primario del t.p.l., ben integrato con altri modi
  Rete fondamentale nelle città medie o piccole, rete complementare delle metropolitane nelle grandi città. Capillarità del servizio ottenuta mediante adduzione/distribuzione con mezzi su gomma o alternativi.
- ✓ Flessibilità operativa: tratte veloci, tratte lente, quasi-metro, quasi-treno
  In una stessa linea possono coesistere tratte con caratteristiche diverse, adeguate al tipo di tessuto urbano attraversato. E, in modo ˝tram-treno˝, una linea può comprendere tratte ferroviarie, anche in promiscuità.
- ✓ Sede per lo più esclusiva
  Necessaria ai fini della regolarità. Ottenuta anche mediante opere infrastrutturali di limitata entità.
- ✓ Tecniche di armamento innovative
  Qualità della geometria. Riduzione dei tempi di costruzione. Soppressione delle vibrazioni. Manutenzione agevole.
- ✓ Efficace priorità semaforica
  Sistemi a previsione di arrivo, che assicurano al tram elevata probabilità di via libera e riducono la penalizzazione dei flussi di traffico ordinario in conflitto.
- ✓ Controllo centralizzato
  Monitoraggio in tempo reale della regolarità della circolazione, delle condizioni dei veicoli, dello stato degli impianti. Telecomando degli impianti. Elaborazione e attuazione di interventi correttivi della circolazione.
- ✓ Cura nell'inserimento nell'ambiente, riqualificazione urbana
  Tutela paesaggistica e monumentale. Interventi sull'intera sezione stradale. Rinnovo dell'arredo urbano.

TRAM
VERSATILITÀ DELL'INSERIMENTO URBANO – L'ESEMPIO DI STRASBURGO

Nel centro storico, senza problemi tra i pedoni

In sede riservata laterale, ai margini del centro

Una fermata nel breve tratto sotterraneo

In sede segregata, in periferia

TRAM-TRENO
TRAM CHE VIAGGIANO ANCHE SUI BINARI FERROVIARI

Obiettivi

Quello fondamentale è l'eliminazione delle rotture di carico: offrire un solo mezzo di trasporto dall'area metropolitana (od oltre) a più zone del capoluogo (si evita di scendere dal treno alla stazione e andare a prendere il mezzo urbano).

Ma anche:

- miglioramento dell'accessibilità (più fermate e fermate più vicine alla domanda di trasporto, anche grazie a nuove brevi deviazioni dal tracciato ferroviario),
- economie nella realizzazione di nuovi servizi (maggior uso di infrastrutture esistenti),
- economie di gestione (modalità di esercizio semplificate),
- prestazioni adeguate al genere di servizio richiesto.

I veicoli

Devono essere atti a circolare sulle normali linee tranviarie e sulle ferrovie. Sono quindi veicoli di derivazione tranviaria con tutte le modifiche e integrazioni necessarie.

Diverse categorie

Delle Linee-guida redatte in Italia hanno classificato i sistemi tram-treno secondo il modo di circolazione sulle linee ferroviarie:

- promiscuità con i treni («TT3»): è il modo che pone i maggiori problemi di compatibilità,
- separazione per fasce orarie («TT2»): riduce i problemi di compatibilità,
- sospensione della circolazione dei treni («TT1»): residui problemi di compatibilità, per mantenere le tratte ferroviarie atte alla circolazione dei treni.

Kassel, tram-treno nella stazione ferroviaria

TRAM-TRENO IN SENSO STRETTO
PROMISCUITÀ SULLE TRATTE FERROVIARIE (TT3)

- I veicoli tram-treno viaggiano su linee ferroviarie inserendosi tra i treni e viaggiano sulla rete tramviaria urbana inserendosi tra i tram ordinari.
- Sulla tratta ferroviaria devono evidentemente essere disponibili tracce di circolazione.
- L'archetipo e il maggiore sistema esistente è quello di Karlsruhe, in Germania.

  14 linee, con una lunghezza cumulata di oltre 550 km; 8 di esse usano tratte della rete DB.
  Il successo è stato tale da provocare congestione tranviaria su un asse principale della viabilità centrale (già pedonalizzato). Il problema viene risolto realizzando lungo quell'asse una galleria tranviaria.
- Le problematiche di compatibilità (aspetti geometrici, tensioni di trazione, sicurezza attiva e passiva, regolamenti di esercizio, ecc.) hanno per questa categoria la massima incidenza. Si trovano comunque le soluzioni, talvolta complesse.
- Vi sono anche sistemi in cui un veicolo di tipo tram-treno circola solo su tratte ferroviarie (magari in attesa di estensioni su reti tramviarie). In questi casi appare forse più appropriato il termine "veicolo ferroviario leggero".

Berghausen, tram-treno della linea S5 del sistema di Karlsruhe

Karlsruhe, tram-treno della linea S11 in Marktplatz (tratta il cui tracciato è in corso di trasferimento in galleria)

TRAM-TRENO MENO IMPEGNATIVO
SENZA CONTEMPORANEITÀ DI CIRCOLAZIONE (TT2 – TT1)

- Nella categoria TT 2 i veicoli tram-treno viaggiano sulla tratta ferroviaria soltanto in fasce orarie in cui è esclusa la circolazione dei treni. L'uso della tratta è quindi dato alternatamente ai treni e ai tram-treno (per esempio: tram-treno di giorno e treni merci di notte). Sono applicati adeguati dispositivi di sicurezza.
  È esempio di questa categoria la prima realizzazione di tram-treno in Italia, sulla tratta Monserrato - Settimo San Pietro della ferrovia regionale per Isili, in Sardegna.
- Nella categoria TT 1 i veicoli tram-treno viaggiano su tratte ferroviarie permanentemente interdette ai treni, ma mantenute atte alla circolazione ferroviaria in vista di eventuali future necessità di ripristino. Il transito tra la tratta assegnata al tram-treno e il resto della rete ferroviaria viene impedito fisicamente.
- Ha trovato utilissime applicazioni anche la trasformazione di tratte ferroviarie dismesse in tramvie, che però non rientra nei sistemi tram-treno. Ne sono ottimi esempi la rete di Manchester e la linea metrotranviaria T2 di Parigi.

Settimo San Pietro (CA), capolinea del servizio di tram-treno

Issy Val de Seine, tranvia sul tracciato di una ferrovia cessata

METROPOLITANA
1° CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE: SECONDO LE MISURE DEI CONVOGLI

Caratteristica fondamentale delle metropolitane
- Via di corsa segregata

Evoluzione dei veicoli
- Modularità costruttiva, ambiente unico e confortevole, equipaggiamenti di trazione elettronici

Evoluzione dei sistemi
- Segnalamento innovativo
- Marcia automatica

"PESANTI"

Convogli con elevate lunghezze (tipicamente 100 m e più) e larghezze non molto inferiori a quelle tipiche ferroviarie.

Capienza indicativa: 800 pass. (a 4 passeggeri/m^2)

Capacità: fino a 40.000 pass./h*direzione

Velocità commerciale: fino a 40 km/h

"LEGGERE"

I convogli sono più corti (50-60 m) e più stretti (2,20-2,65 m); la perdita di capienza è compensata (entro certi limiti) con più elevate frequenze delle corse.
Vantaggio principale: costi di realizzazione inferiori.

Capienza indicativa: 400 pass. (a 4 passeggeri/m^2)

Capacità: fino a 20.000 pass./h*direzione

Velocità commerciale: fino a 40 km/h

"PESANTE". Monaco, linea U3

"LEGGERA". Brescia

METROPOLITANA
2° CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE: SECONDO IL TIPO DI VIA

Caratteristica fondamentale delle metropolitane
- Via di corsa segregata

Evoluzione dei veicoli
- Modularità costruttiva, ambiente unico e confortevole, equipaggiamenti di trazione elettronici

Evoluzione dei sistemi
- Segnalamento innovativo
- Marcia automatica

SU FERRO

Via di corsa e ruote sono quelle ferroviarie classiche; le ruote assicurano congiuntamente le funzioni di sostentamento, trazione e guida (è la soluzione tradizionale e maggiormente diffusa).

SU GOMMA

La via di corsa è una coppia di piste orizzontali sulle quali rotolano ruote con pneumatici; la guida è affidata ad altre ruote in contatto con profili verticali ai lati, oppure ad una speciale rotaia centrale.
Vantaggio: maggiore aderenza.
Svantaggi: maggiore complessità di rodiggio e via, maggiore consumo di energia.

SU FERRO. Roma, linea B, Termini

SU GOMMA. Parigi, linea 1, Nation

METROPOLITANA
3° CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE: SECONDO IL MODO DI GUIDA

Caratteristica fondamentale delle metropolitane
- Via di corsa segregata

Evoluzione dei veicoli
- Modularità costruttiva, ambiente unico e confortevole, equipaggiamenti di trazione elettronici

Evoluzione dei sistemi
- Segnalamento innovativo
- Marcia automatica

CON CONDUCENTE

La marcia del treno è regolata dal macchinista, soggetto al rispetto del regolamento di esercizio e del segnalamento (soluzione tradizionale).

AUTOMATICA

La marcia del treno è regolata da un sistema centralizzato computerizzato.
Vantaggi: regolarità e flessibilità di esercizio, ottimizzazione energetica.
Può eventualmente essere mantenuto un agente a bordo.
A fini di sicurezza si usano porte di banchina.

In fin dei conti che combinazione preferire (in assenza di obiettivi di capacità molto elevati)?

- Leggera / Su ferro / Automatica

CONDUCENTE. Roma, linea A, ponte sul Tevere

AUTOMATICA. Parigi, linea 14, Châtelet

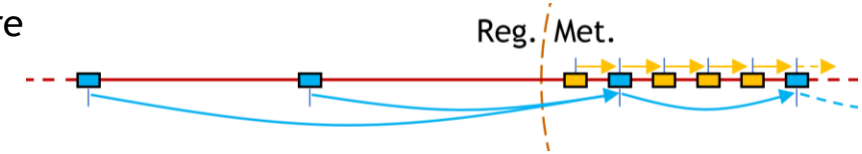
FERROVIA
CARATTERISTICHE PECULIARI PER I SERVIZI DI AREA METROPOLITANA

Le tratte vicinali della rete ferroviaria sono un patrimonio molto importante per la mobilità di area metropolitana, utilizzabile con adeguamenti più o meno ampi.

Le caratteristiche del trasporto richieste nell'area metropolitana (ancor più nell'area urbana) sono però diverse da quelle dell'area regionale (e, ovviamente, radicalmente diverse da quelle della lunga percorrenza).

I viaggiatori regionali desiderano un viaggio rapido e comodo, accettano frequenze del servizio non elevate, non sono interessati a molte fermate in area urbana (in particolare a quelle caratterizzate sostanzialmente come origini).

I viaggiatori di area metropolitana sono in genere più numerosi, desiderano un viaggio rapido e frequenze abbastanza alte, non hanno per esigenza prioritaria la comodità, richiedono molte fermate in area urbana.



caratteristica	regionale	area metropolitana
interdistanza fermate	grande (> 5 km)	piccola (1 … 5 km)
durata viaggio	lunga (30' … 90')	breve (5' … 20')
sistemazione passeggeri	a sedere	prevalentemente in piedi
cadenzamento tipico	30' … 120'	5' … 15'
incarrozzamento	abbastanza rapido	rapidissimo
prestazione importante	velocità	accelerazione

FERROVIA
CARATTERISTICHE PECULIARI PER I SERVIZI DI AREA METROPOLITANA

I servizi ferroviari di area metropolitana possono dunque dare un efficace contributo alla mobilità locale. Hanno in genere elevata capacità e sono caratterizzati, rispetto alle metropolitane, da maggiori distanze tra le stazioni e da minori frequenze.

Gli esempi principali di sistemi concepiti a tal fine sono le S-Bahn dell'Europa centrale e il RER di Parigi.

L'uso di infrastrutture esistenti, pur con adeguamenti più o meno ampi, offre spesso una sostenibilità economica non ottenibile mediante realizzazioni ex-novo (che possono anche essere impedite dalla mancanza di spazi).

I servizi ferroviari di area metropolitana richiedono però:

- Materiale rotabile specifico (molte porte, relativamente pochi posti a sedere, facilità di circolazione nelle carrozze, elevato valore dell'accelerazione)
- Linee attrezzate per consentire ridotti distanziamenti tra i treni e, quando non siano disponibili binari riservati, la promiscuità di servizi diversi.
- Fermate aggiuntive a quelle degli altri servizi
- Scambi di qualità con gli altri modi di trasporto

Monaco, Ostbahnhof, elettrotreno ET423 su linea S-Bahn S2

Monaco, elettrotreno ET823

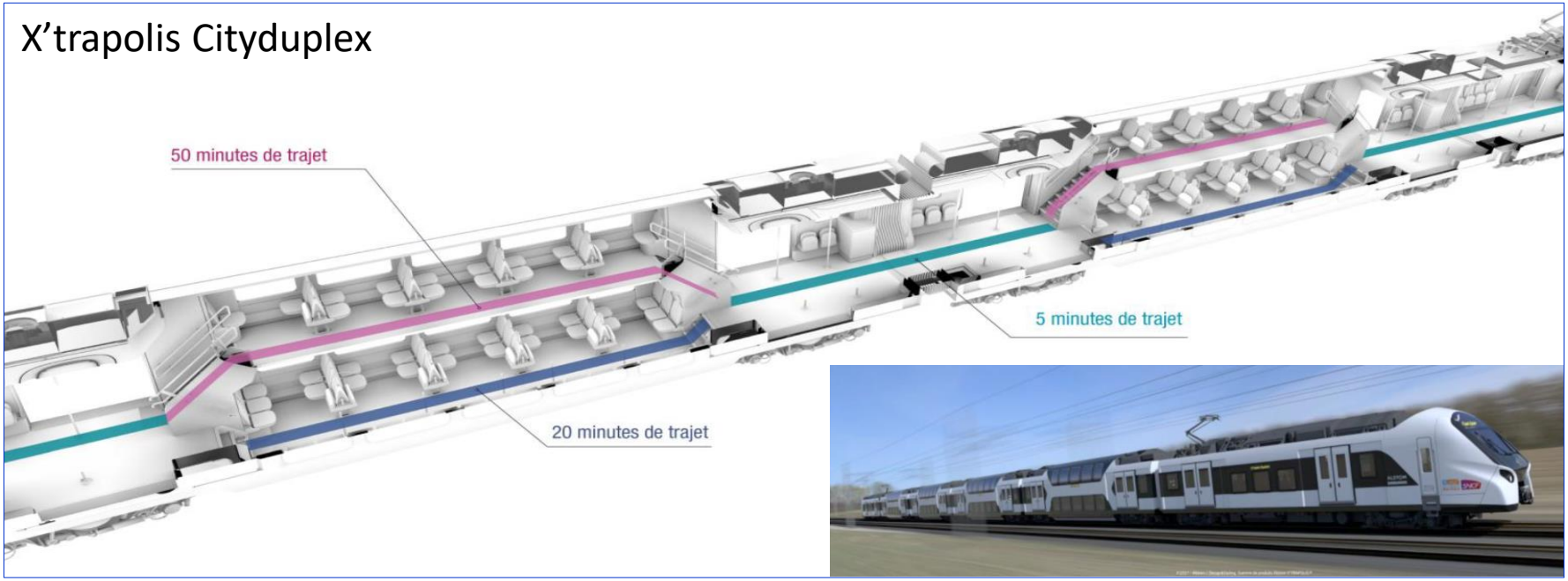
FERROVIA
OSTACOLI ALLA REALIZZAZIONE DI UN VALIDO SERVIZIO METROPOLITANO

causa	effetto
– Carenze dell'infrastruttura (tipo di tracciato, binario semplice, limiti di carico, banchine corte, segnalamento antiquato, ecc.) – Scarsità di tracce (elevata presenza di altro traffico, traffici non omotachici) – Inadeguatezza del materiale rotabile (capienza)	capacità insufficiente
– Carenze dell'infrastruttura (binario semplice, limiti velocità, trazione non elettrica, segnalamento antiquato, ecc.) – Inadeguatezze del materiale rotabile (velocità, accelerazione)	tempi di percorrenza eccessivi
– Inadeguatezze del materiale rotabile (capienza, layout, arredo, manutenzione)	mancanza di comfort

Monaco, Ostbahnhof, elettrotreno ET823 su linea S-Bahn S2

Monaco, elettrotreno ET823

FERROVIA
IL NUOVO TRENO PER L'ÎLE DE FRANCE: REGIONALE + METROPOLITANO



Col nuovo treno si intende superare la problematica delle diverse esigenze del trasporto regionale e di quello di area metropolitana. Sono stati progettati 3 diversi tipi di sistemazione dei passeggeri:

- Al piano superiore, sedili *vis-a-vis*, ambiente particolarmente confortevole
  Concepita per i viaggi più lunghi, dell'ordine di 50 minuti
- Al piano inferiore, sedili *vis-a-vis*, ambiente con comfort "urbano"
  Concepita per viaggi non più lunghi di 20 minuti
- Al piano inferiore, ampio vestibolo, posti in piedi
  Concepita per viaggi brevi, dell'ordine di 5 minuti

FERROVIA
IL TRENO MULTIFUNZIONALE NON È UNA SOLUZIONE GLOBALE

Il materiale rotabile con allestimento diversificato degli interni non offre però una soluzione globale:

- Il treno viaggia con un basso livello di occupazione per buona parte del percorso.
- Restano irrisolti i problemi della diversità di tracce che richiedono i due tipi di servizio in area metropolitana. Infatti l'auspicabile diverso numero di fermate nell'area metropolitana rende le due circolazioni eterotachiche. In tale condizione anche un segnalamento di tipo avanzato, tale da consentire la riduzione del distanziamento, non può dare grande aiuto.
- Quando non sia possibile disporre di vie separate per il servizio regionale e quello di area metropolitana, vanno quindi ricercare soluzioni basate su diversi strumenti: distanziamento ridotto / stazioni di precedenza / adeguamento di capacità dei regionali con offerta metropolitana / esclusione della domanda di area metropolitana dai servizi regionali / …

Rho Fiera, treno della linea S6 in arrivo (durante Expo 2015)

Va anche detto che non è sempre facile stabilire, ai fini trasportistici, il confine tra area metropolitana e area regionale: dipende dall'entità, dalla distribuzione e dalla tipologia della domanda.
Il problema della diversificazione dei tipi di servizio comunque sussiste e richiede sempre una specifica analisi e l'appropriata soluzione.

FERROVIA
IMPORTANZA DELL'ASSETTO DI STAZIONI E FERMATE

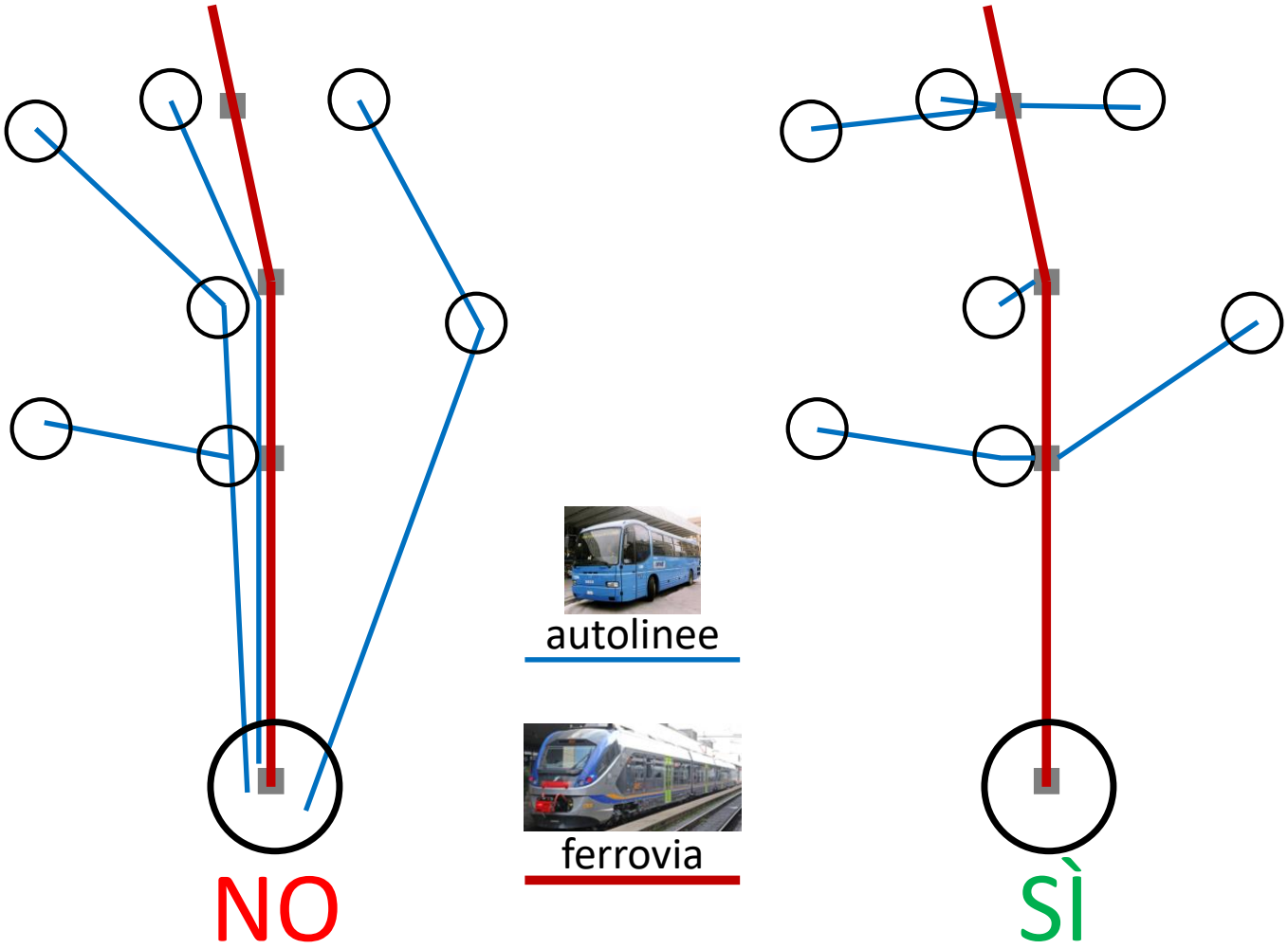
Accessibilità al servizio

- Stazioni o fermate esistenti direttamente accessibili
- Realizzazione di nuove fermate presso insediamenti esistenti non serviti (ma non troppe!)
- Realizzazione di nuovi insediamenti presso le stazioni o fermate (Transit Oriented Development)
- Adduzione da insediamenti esistenti a distanza non pedonale: autolinee (con sincronizzazione degli orari e integrazione tariffaria) o mezzi privati
- Parcheggi per auto, moto e bici

Funzioni ausiliarie

- Attività commerciali varie e servizi, non soltanto per comodità di chi vi transita ma anche per farne un luogo vivo e quindi sicuro, grazie al controllo sociale
- Sistemi di informazione
- Wi-Fi
- … …

FERROVIA
IMPORTANZA DEL COORDINAMENTO FERRO / GOMMA

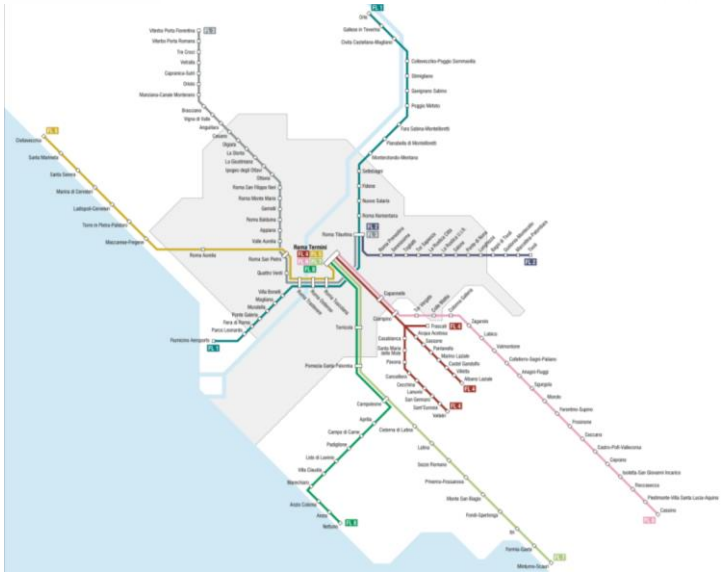


FERROVIA
PRINCIPALI SERVIZI FERROVIARI REGIONALI/METROPOLITANI IN ITALIA

Torino
SFM
Trenitalia
e GTT

Milano
Linee S
Trenord

Roma
Linee FL
Trenitalia



FILOVIA
UN CENNO

Evoluzione del veicolo

- Pavimento basso
- Equipaggiamenti di trazione elettronici
- Trazione bimodale
  (elettrica da linea di contatto /elettrica da accumulo
  o elettrica da linea di contatto /termica

Evoluzione del sistema

- Busvia (Bus Rapid Transit)

Capienze (indicative, a 4 passeggeri/m^2)

- Filobus standard da 12 m: 80
- Filosnodato da 18 m *: 125
- Filosnodato da 24 m: 170

  * Massima lunghezza attualmente ammessa in Italia; una lunghezza di poco superiore è ammessa in deroga.
  Lunghezze maggiori (24 m) sono ammesse in altri Paesi europei.

Capacità massima indicativa

- 3900 pass/h*direz.

  con veicoli da 18,75 m ed intervalli di 2 min

Velocità commerciale

- Tipica nel traffico urbano: 12 – 18 km/h
- Bus Rapid Transit: fino a 25 km/h

Filosnodato Solaris, lungo 18 m, sulla linea 90 di Roma

Filosnodato Van Hool, lungo 18,62 m, sulla linea 5 di Parma

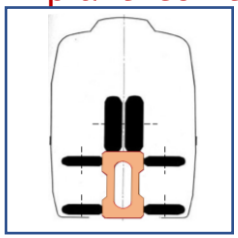
MONOROTAIA
UN CENNO

Sistemi a guida vincolata la cui via di corsa è una struttura sopraelevata, sorretta da piloni.

È quindi un sistema a via segregata, come le metropolitane, che può offrire costi di realizzazione inferiori a quelli dei sistemi in galleria, ma evidentemente richiede un idoneo contesto urbano.

Capacità variabili, secondo il tipo.

Impianti con trave a sella



Il convoglio corre sopra alla trave, sulla cui superficie superiore corrono generalmente ruote di sostentamento e trazione, mentre altre ruote, laterali, assicurano la guida.

Impianti sospesi

Il convoglio è sospeso alla struttura, mediante ruote che corrono su una rotaia installata sotto di essa o mediante un complesso di ruote che abbraccia una trave come nel caso dei sistemi a sella.

San Paolo del Brasile, linea metro 15

Wuppertal (Renania), Schwebebahn

PEOPLE MOVER
UN CENNO

Un termine non ben definito, che viene applicato a diversi tipi di sistemi di trasporto a guida vincolata, non basati sulle classiche rotaie ferroviarie. Si può trattare di veicoli che circolano su:

- monorotaia su trave a sella, con trazione autonoma
- coppia di piste, con dispositivi di guida centrali o laterali e trazione autonoma
- coppia di piste, con dispositivi di guida laterali e trazione a fune

Sono in genere a condotta automatica. Trovano tipicamente applicazione nell'ambito degli aeroporti, di aree espositive o di intrattenimento, dove hanno estensioni ridotte e capacità limitate. Talvolta il termine viene però utilizzato anche per sistemi con elevata estensione e capacità.

Sidney, Market St., *monorail* Von Roll (dismesso nel 2013)

Aeroporto di Fiumicino, *people mover* Bombardier

SISTEMI A FUNE
UN CENNO

- **Funicolari tradizionali**

  Pendenze elevate. Cabine ancorate stabilmente alla fune. Movimento va e vieni
  Sede segregata.

- **Cabinovie terrestri**

  Fune sempre in moto, cabine con ammorsamento automatico alla fune, azionato ad ogni fermata.
  Sistemi derivati concettualmente dalle cabinovie aeree.
  Capacità fino a 3000 pass./h*direzione
  velocità fino a 30 km/h
  Sede segregata.
  Un precursore storico: i tram a fune ("cable car", tuttora in funzione a San Francisco).

- **Cabinovie aeree**

  Fune sempre in moto, cabine con ammorsamento automatico alla fune. Applicazioni tipiche in montagna, Con recenti sviluppi anche in ambito urbano.

- **Ascensori**
- **Ascensori inclinati**

I sistemi a fune sono soggetti a interruzioni periodiche dell'esercizio per verifiche e sostituzioni della fune.

Perugia, Minimetro

Londra, Emirates Air Line

PERCORSI PEDONALI MECCANIZZATI
UN CENNO

Meritano un cenno anche gli impianti atti a rendere più agevoli percorsi pedonali di una certa lunghezza. Rientrano nel campo dei "sistemi ettometrici" e trovano applicazione per brevi collegamenti nell'ambito dei centri urbani, per l'adduzione a sistemi di trasporto primari, per l'interconnessione dei poli di comprensori.

- Marciapiedi mobili
- Scale mobili

Perugia, Mobilità alternativa nella Rocca paolina

Tokyo, Skyway

FIGURA E FUNZIONI DELL'INGEGNERE DEL TRAFFICO E DEI TRASPORTI IN ITALIA

CELEBRAZIONE DEI 60 ANNI DALLA FONDAZIONE DI AIIT
Padova 27 settembre 2017

TRASPORTO PUBBLICO A GUIDA VINCOLATA IN AMBITO URBANO E METROPOLITANO

Grazie per l'attenzione

e a disposizione per riparlarne:

dr. ing. Giovanni Mantovani
Consulente, Sistemi di Trasporto

Via Attilio Friggeri, 184
I 00136 Roma

+39 06 3549 6495 Phone
+39 338 618 2345 Mobile
+39 178 225 8488 Fax
giomant12@gmail.com E-mail