

SEMINARIO PUBBLICO

## PER RILANCIARE IL TRASPORTO PUBBLICO A ROMA: COMPLETARE LA LINEA C E REALIZZARE NUOVI TRAM

Dipartimento di Architettura – Università Roma Tre ■ 14 dicembre 2016



## RUOLO DELLA RETE TRAMVIARIA E CRITERI DI SVILUPPO

Giovanni Mantovani

Libero Professionista - Presidente A.I.I.T., Direttore C.S. A.M.T. Toscana, Socio C.I.F.I.

## 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.



# Diverso dal passato

*Il 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<sup>2</sup>)*

- Tram articolato da 21 m: 140
- Tram articolato da 32 m: 200
- Tram articolato da 54 m \*: 350

\* In servizio, p. es., a Budapest; convogli anche più lunghi sono in servizio 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



# 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.*

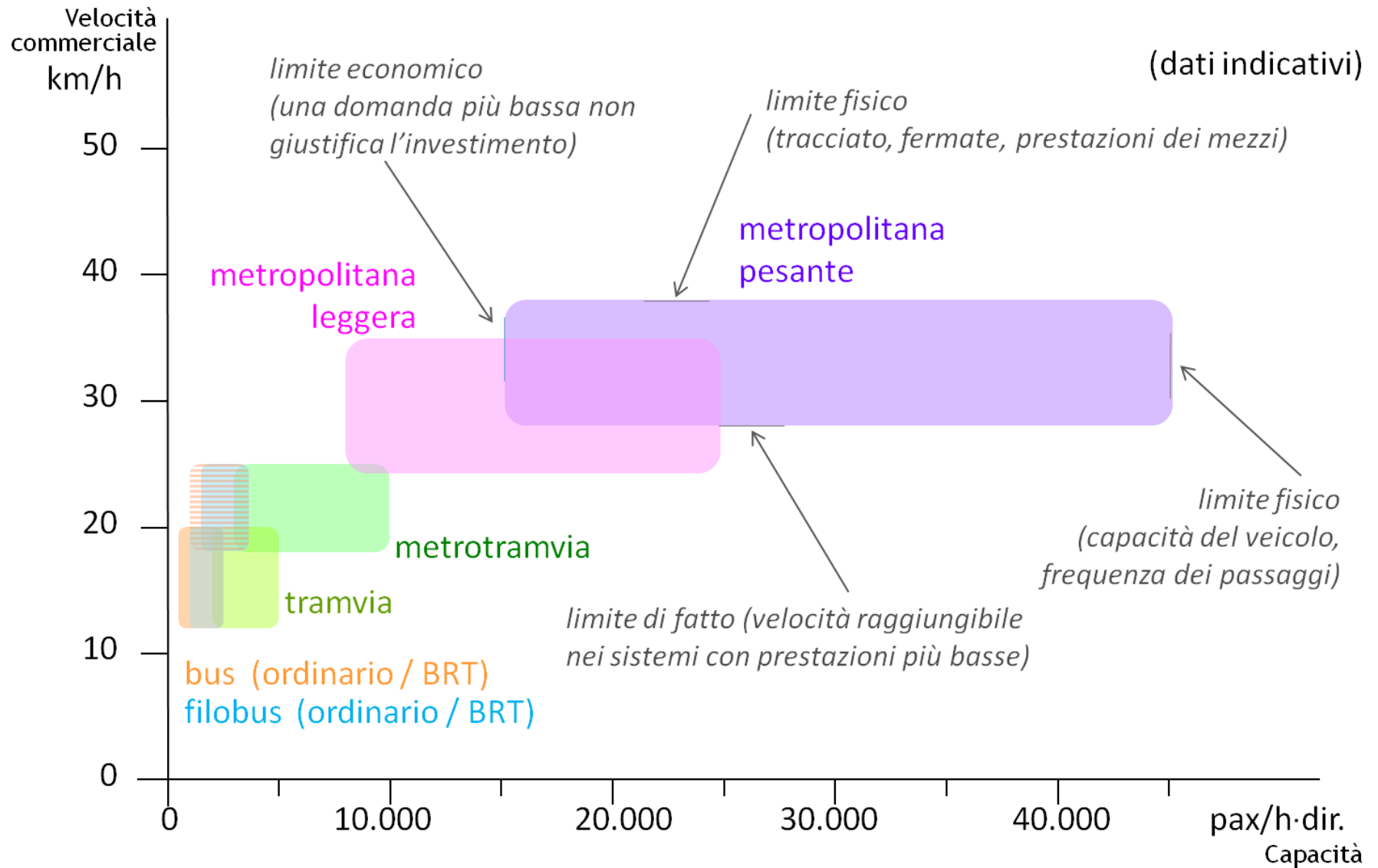


# Caratteristiche delle linee moderne

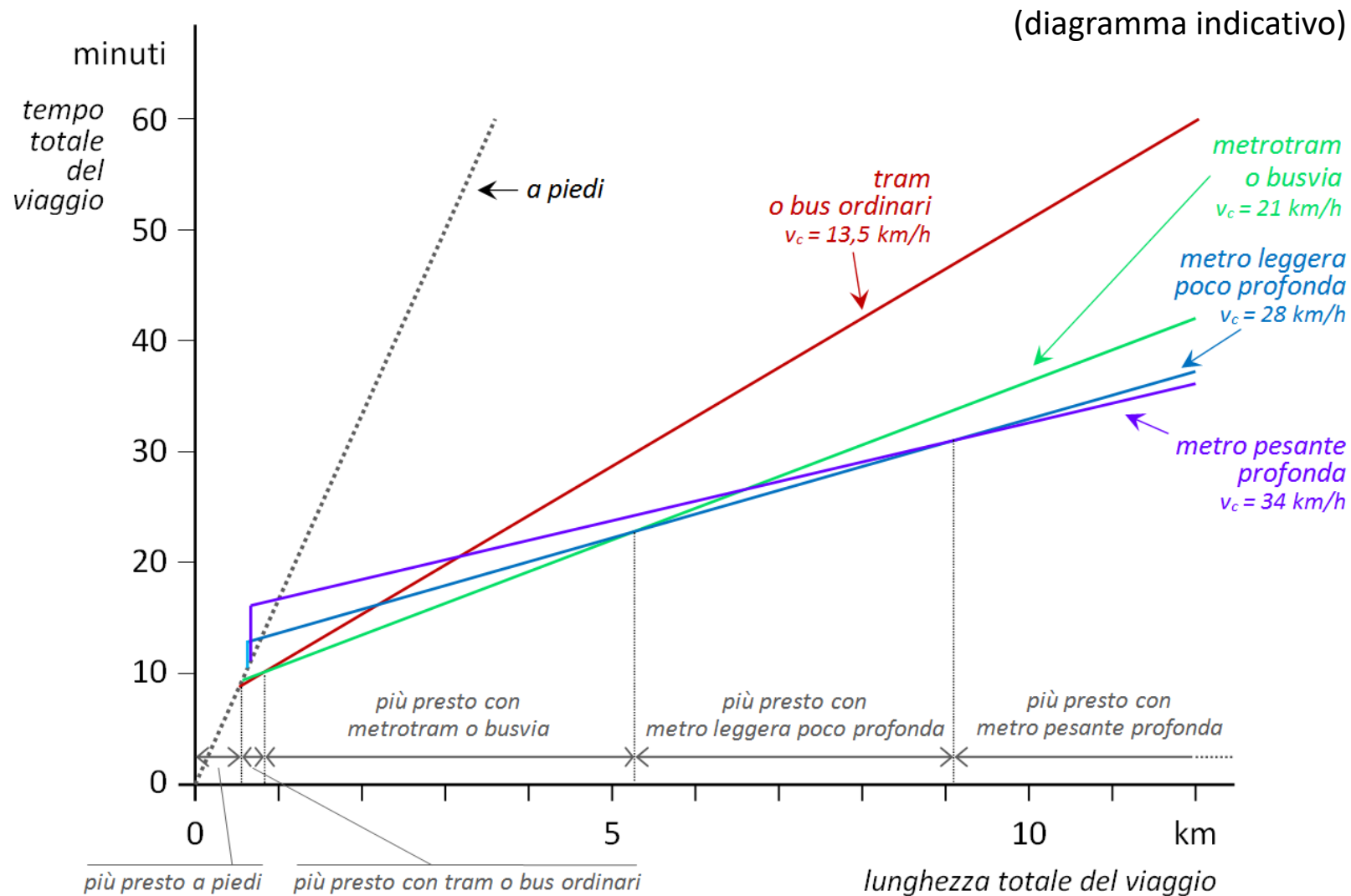
- ✓ Ruolo primario del t.p.l., ben integrato con altri modi  
*Rete fondamentale nelle città medie o piccole, rete complementare delle metropolitane nelle grandi città. Capillarità del servizio ottenuta mediante adduzione/distribuzione con mezzi su gomma o alternativi.*
- ✓ Flessibilità operativa: tratte veloci, tratte lente, quasi-metro, quasi-treno  
*In una stessa linea possono coesistere tratte con caratteristiche diverse, adeguate al tipo di tessuto urbano attraversato. Metrotramvie: capaci, ragionevolmente veloci, regolari. 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.*
- ✓ 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.*



# Campi propri dei diversi sistemi



# Tempo di viaggio da porta a porta



# Tram anche in centro?

Quando vi siano idonei livelli di domanda e non sussistano reali impedimenti fisici, le linee tramviarie possono servire efficacemente e sostenibilmente anche le aree centrali, offrendo:

- ✓ elevata capacità di trasporto
- ✓ assenza di emissioni in atmosfera
- ✓ comfort per i passeggeri
- ✓ positivo effetto rete

Nelle città in cui le reti tramviarie non sono state dismesse, è stato sempre mantenuto il servizio delle aree centrali, con transito in superficie o in sottovia. Anche le nuove reti sono basate sul servizio dei centri delle città (escluse città molto grandi in cui l'area centrale sia già servita efficacemente dalla rete metro).





## VINCOLI SPAZIALI

### Larghezza della strada

Con veicoli aventi larghezza tipica di 2,40 m, una linea a doppio binario impegna in rettilineo una sezione minima di 6,40 m, tenendo conto della distanza minima di ostacoli fissi discontinui (norma UNI 7156) e dei franchi da altri flussi di traffico.

In casi particolari non si possono escludere brevi tratte a binario semplice.

### Lunghezza del veicolo

La lunghezza del veicolo può porre problemi riguardo all'attraversamento di incroci ravvicinati, alla collocazione delle fermate, alla visibilità della coda dal posto di guida in curva.

### Tracciato

I raggi di curva planimetrica possono scendere anche sotto i 25 m, fino a un limite di ca. 18 m, ma tali casi richiedono attenzione nella scelta del materiale rotabile.



## INTRUSIONE VISUALE

### I veicoli

Il passaggio ad intervalli regolari di un tram non costituisce un significativo ostruzione della vista di edifici e monumenti. In zone di particolare pregio può essere previsto l'uso di tram di aspetto idoneo e non eccessiva lunghezza.

### La linea aerea di contatto

Pali e fili sono spesso considerati un danno paesaggistico ("cieli puliti") e in zone monumentali o comunque di pregio possono esserlo realmente. La tecnologia offre oggi varie soluzioni, ben sperimentate, per realizzare tratte di qualunque lunghezza con marcia senza linea aerea.

Dove non sussistono particolari esigenze, l'impatto visuale può comunque essere mitigato con opportune scelte per i pali (e con l'illuminazione pubblica) e, dove possibile, con l'ammarraggio alle pareti degli edifici.



## RUMORE E VIBRAZIONI

### Rumore

I moderni veicoli sono di per sé silenziosi; anche il rumore da rotolamento è trascurabile su una via ben mantenuta.

Può essere fastidioso lo stridio nelle curve, specie in quelle strette, dovuto a microslittamenti dei cerchi delle ruote sulla superficie di rotolamento; questo complesso fenomeno viene abbattuto con particolari e complesse soluzioni meccaniche (assi sterzanti, ruote indipendenti), oppure con l'applicazione, da terra o da bordo, di fluidi correttori del coefficiente di attrito.

### Vibrazioni

La trasmissione di vibrazioni all'ambiente circostante il binario viene fortemente attenuata da tecniche di armamento che utilizzano elementi elastici, in particolare strutture "massa-molla". Si ottengono livelli di vibrazione nei pressi della linea inferiori a quelli generati usualmente dal traffico gommato e del tutto tranquillizzanti nei confronti di fabbricati storici.

## ATTENZIONI ALLE ROTAIE

### Ammaloramenti della pavimentazione stradale

Si previene con idonee tecniche di posa dell'armamento e di sigillatura elastica

### Rischio per veicoli a due ruote

Di principio i veicoli a due ruote non dovrebbero essere ammessi sulla sede tramviaria; possono essere tollerati quando vi sia consapevolezza del rischio.

I veicoli a due ruote devono attraversare le rotaie con una traiettoria almeno a 45° rispetto alle rotaie.



## CONFLITTI CON ALTRI MODI DI CIRCOLAZIONE

### Riduzione della sezione stradale disponibile

Linee forti di trasporto pubblico devono utilizzare corsie riservate. La riduzione della carreggiata disponibile per la circolazione ordinaria è quindi la stessa causata da corsie per autobus; anzi una sede esclusiva per i tram ha una larghezza inferiore ad una corsia per autobus.

### Penalizzazione agli incroci

Un sistema di priorità semaforica evoluto non penalizza i flussi veicolari in conflitto con la direttrice tramviaria, perché regola con continuità i tempi del ciclo semaforico ed evita attesa eccessivi per i flussi in conflitto.

### Rischi per i pedoni

Nelle zone pedonalizzate il tram è più sicuro dell'autobus, perché il suo percorso è ben evidente (e si adottano comunque adeguati limiti di velocità, p. es. 15 km/h). Nelle tratte in cui il tram viaggia a velocità normale e il binario è attiguo al marciapiede è opportuno ricorrere, secondo i luoghi e le aspettative di comportamento dei pedoni, a elementi di evidenziazione fisica del bordo marciapiede o a barriere).

È opportuno che tutti gli attraversamenti pedonali siano semaforizzati.



## ACCESSIBILITÀ DEI FRONTI FABBRICATI

### Carico/scarico

Nel caso di binario attiguo ai marciapiedi viene ostacolata la sosta di veicoli ai fini sia del movimento di passeggeri sia del carico/scarico di merci. È quindi necessario apprestare spazi sostitutivi sulle traverse, a distanza ragionevole.

### Lavori sulle facciate degli edifici

L'esecuzione dei lavori può essere problematica solo nel caso di binario attiguo ad un marciapiedi di insufficiente larghezza. È in generale possibile trovare delle soluzioni.

### Mezzi di emergenza

Le tratte in cui la sede tramviaria corre attigua al marciapiede sono pavimentate (sedi inerbite o comunque non pavimentate sono da prevedere solo per posizioni in centro strada) e quindi percorribili dal veicolo in servizio di emergenza.

## IMPLICAZIONI DELLA VIA FISSA SU FERRO

### Prestazioni di frenatura

La decelerazione di servizio è inferiore a quella dei veicoli su gomma, ma in caso di emergenza si possono attivare i freni a pattini elettromagnetici, di elevata efficacia.

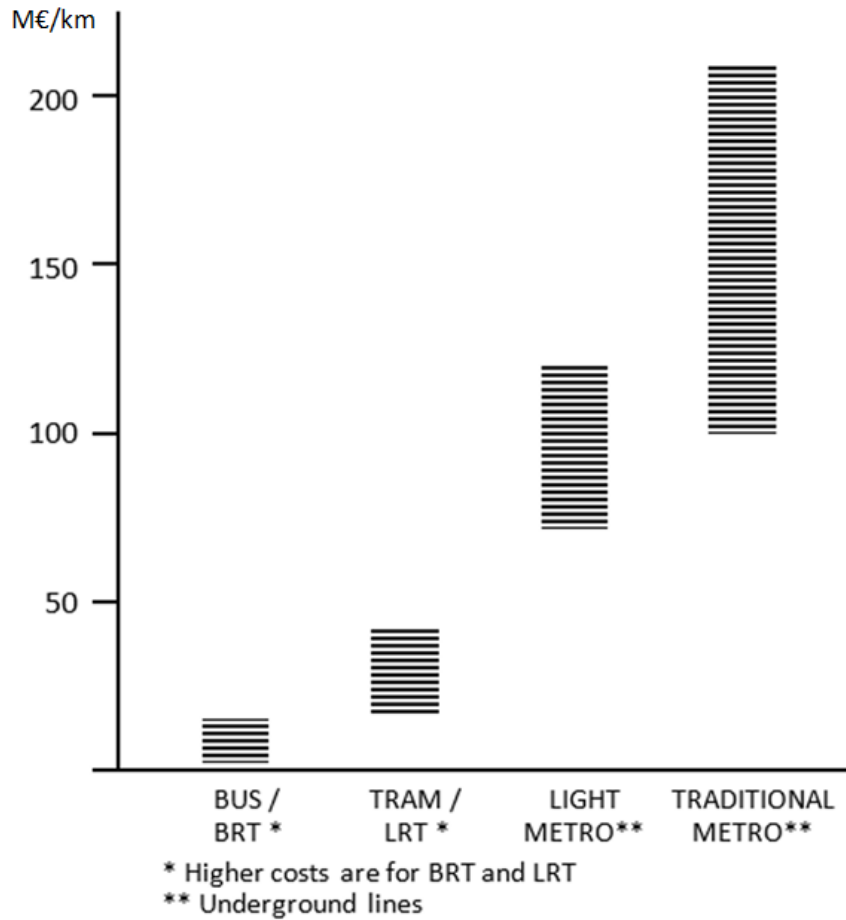
### Interruzioni della linea

In caso di interruzioni per lavori, incidenti od altri eventi, è possibile mantenere un servizio parziale, grazie a flessi o racchette di inversione disposti ad adeguati intervalli.

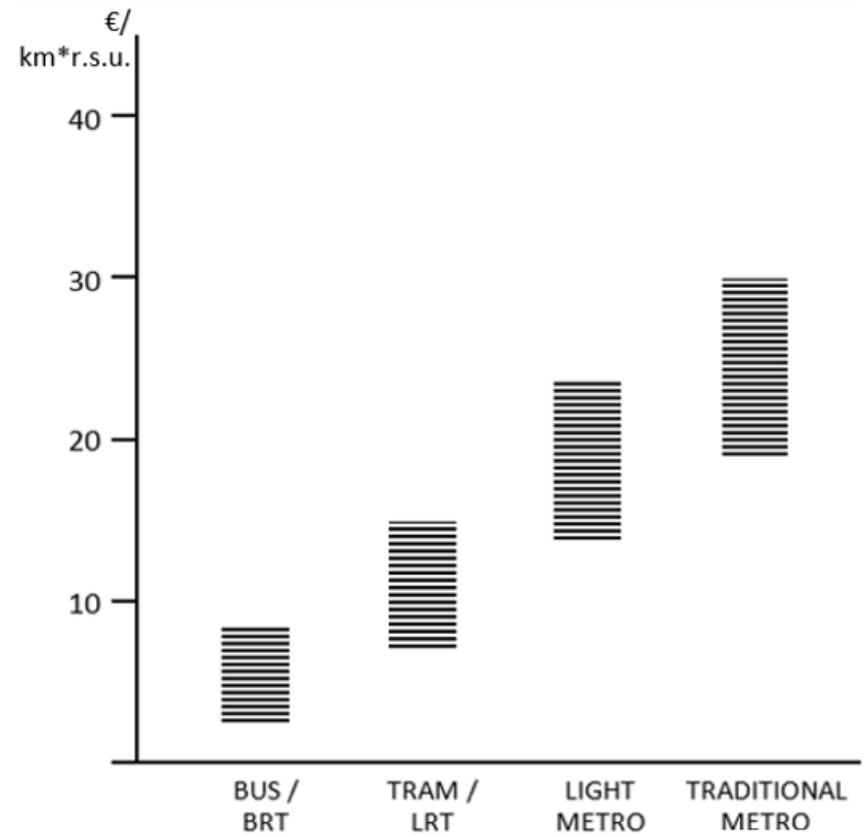
### Mancanza di flessibilità, nel tempo, del percorso

È una preoccupazione che non dovrebbe sorgere se la linea viene definita in base a fondate previsioni urbanistiche, correttamente attuate.

# Costi comparati



CONSTRUCTION COSTS (Capex)



OPERATING COSTS (Opex)

# Sviluppo del Tram in Francia: 1966\*

\* anno in cui si è raggiunto il minimo numero di reti

● sistemi in esercizio

● Lille

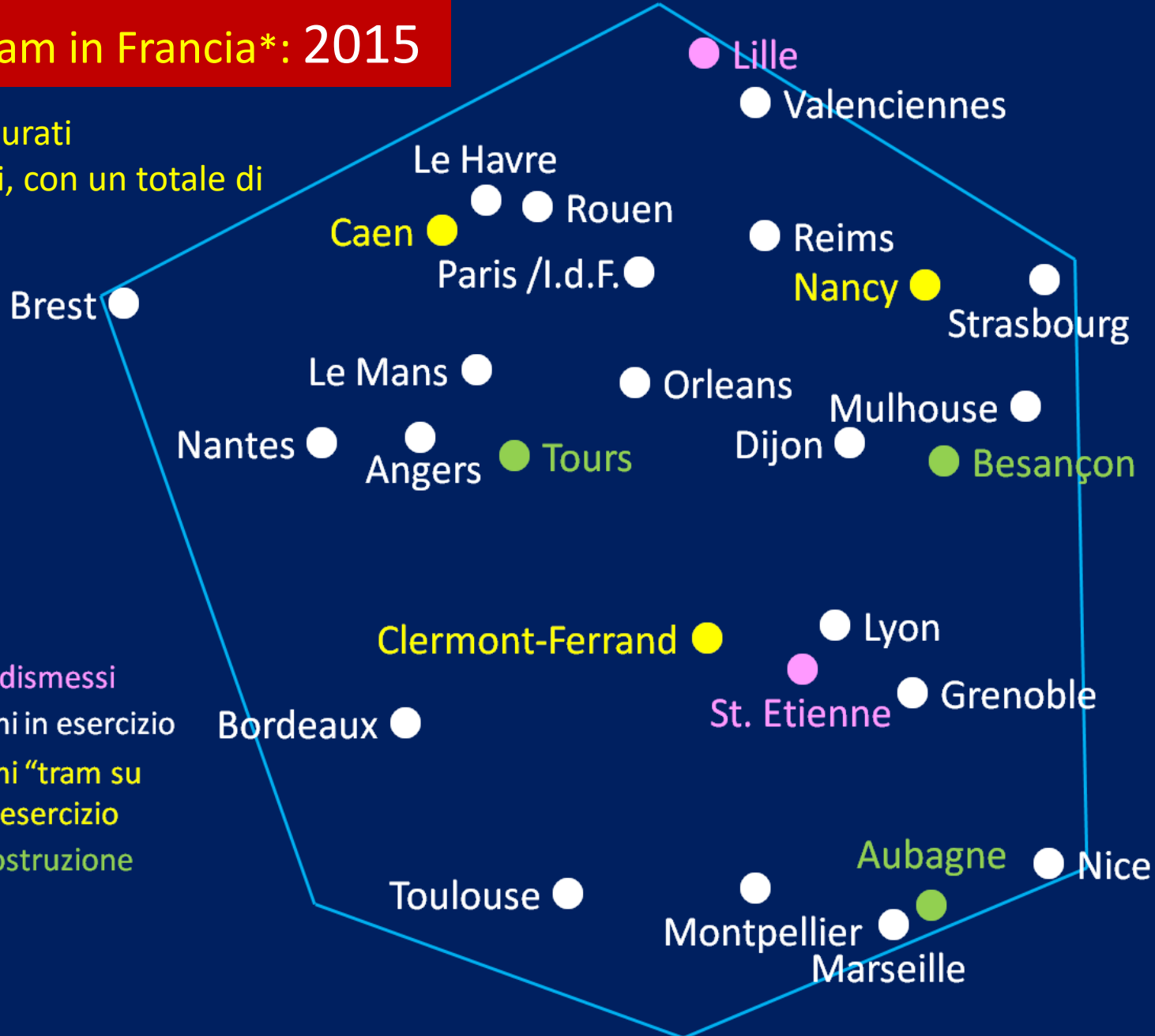
● St. Etienne

● Marseille

# Sviluppo del Tram in Francia\*: 2015

In 30 anni inaugurati  
26 nuovi sistemi, con un totale di  
715 km di linee

- sistemi mai dismessi
- nuovi sistemi in esercizio
- nuovi sistemi "tram su gomma", in esercizio
- sistemi in costruzione



# Sviluppo del Tram in Italia: 1974\*

\* anno in cui si è raggiunto il minimo numero di reti



● sistemi mai dismessi

● linee di tipo particolare,  
mai dismesse, in esercizio



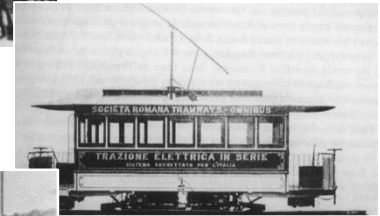
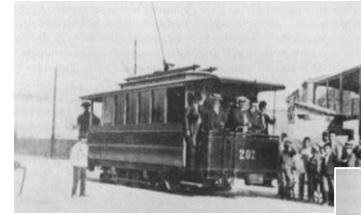
# Sviluppo del Tram in Italia: 2015

In 12 anni inaugurati  
8 nuovi sistemi, con un totale di  
85 km di linee

- sistemi mai dismessi
- nuovi sistemi in esercizio
- nuovi sistemi "tram su gomma", in esercizio
- sistemi in costruzione
- linee di tipo particolare, mai dismesse, in esercizio



- 1877** Prima tramvia a cavalli  
Piazza del Popolo - Ponte Milvio (TFE - SRO)
- 1890** Esperimento di tramvia elettrica  
Piazza del Popolo - Ponte Milvio (SRT0)
- 1895** Prima tramvia elettrica  
Piazza San Silvestro - Stazione Termini (SRT0)
- 1911** Prima tramvia municipale  
Piazza Colonna - Piazza Santa Croce in G. (AATM)
- 1929** Massimo sviluppo della rete  
ca. 400 km di lunghezza di esercizio (ATAG)
- 1930** Riforma della rete  
Soppressione delle tramvie nell'area centrale (ATAG)
- 1946** Ripresa dopo i danni bellici  
Sviluppo linee dirette (ATAC)
- 1960** Gravi tagli alla rete  
Le Olimpiadi causano importanti dismissioni, dopo quelle già avvenute negli anni precedenti (ATAC)
- 1980** Minima estensione della rete  
Scompare il servizio urbano delle linee Stefer



- I vantaggi del tram (capacità, comfort, assenza di inquinamento)
- I problemi del tram (costi di investimento e di esercizio, impianto fisso, corsia riservata)
- Le tramvie non sono una panacea né una soluzione da adottare per moda, ma un'infrastruttura molto efficace quando vi sia domanda adeguata, coerenza con la pianificazione urbanistica e possibilità di appropriato inserimento nel tessuto della città.
- A tali condizioni, la scelta ideale è la metrotramvia, con eventuali tratte «lente» nelle zone centrali
- Non fare scelte aprioristiche, definendo una linea alla volta, ma basarsi su attenti studi di fattibilità, in uno scenario di reti complete, proiettato nel tempo.
- A Roma appare comunque importante una funzione integrativa della rete metropolitana, il cui sviluppo sarà comunque limitato.

Solo un indice, incompleto e approssimativo. Per esprimersi sulle scelte e sulle priorità occorreranno gli studi appropriati.

- Termini - p. Venezia - Vaticano - Aurelio («TVA», con ipotesi di collegamento all'esistente direttrice Prenestina o di prolungamento a Città Universitaria - Verano)
- P. Vittorio Emanuele - via Lanza - via Cavour - piazza Venezia
- P. Venezia - via Fori Imperiali - Colosseo
- Verano - v. Tiburtina - S. Maria del Soccorso
- V. Ottaviano - v.le Angelico - ponte della Musica - Parioli
- Stazione Trastevere - viale Marconi - Metro B Marconi (con eventuale prolungamento)
- Tangenziale Est (Fidene - Ponte Mammolo - viale Togliatti - p. Cinecittà - Eur / San Paolo)
- Prolungamento da Casaletto
- Termini - Torre Spaccata - Tor Vergata
- Stazione Ostiense - v. Marmorata - lungoteveri - Prati / Flaminio