



POLITECNICO
DI TORINO

Conferenza regionale sul sistema delle Infrastrutture in Piemonte

Collegamenti ferroviari del Piemonte: problematiche e rimedi

prof. ing. Bruno DALLA CHIARA, Ph.D.

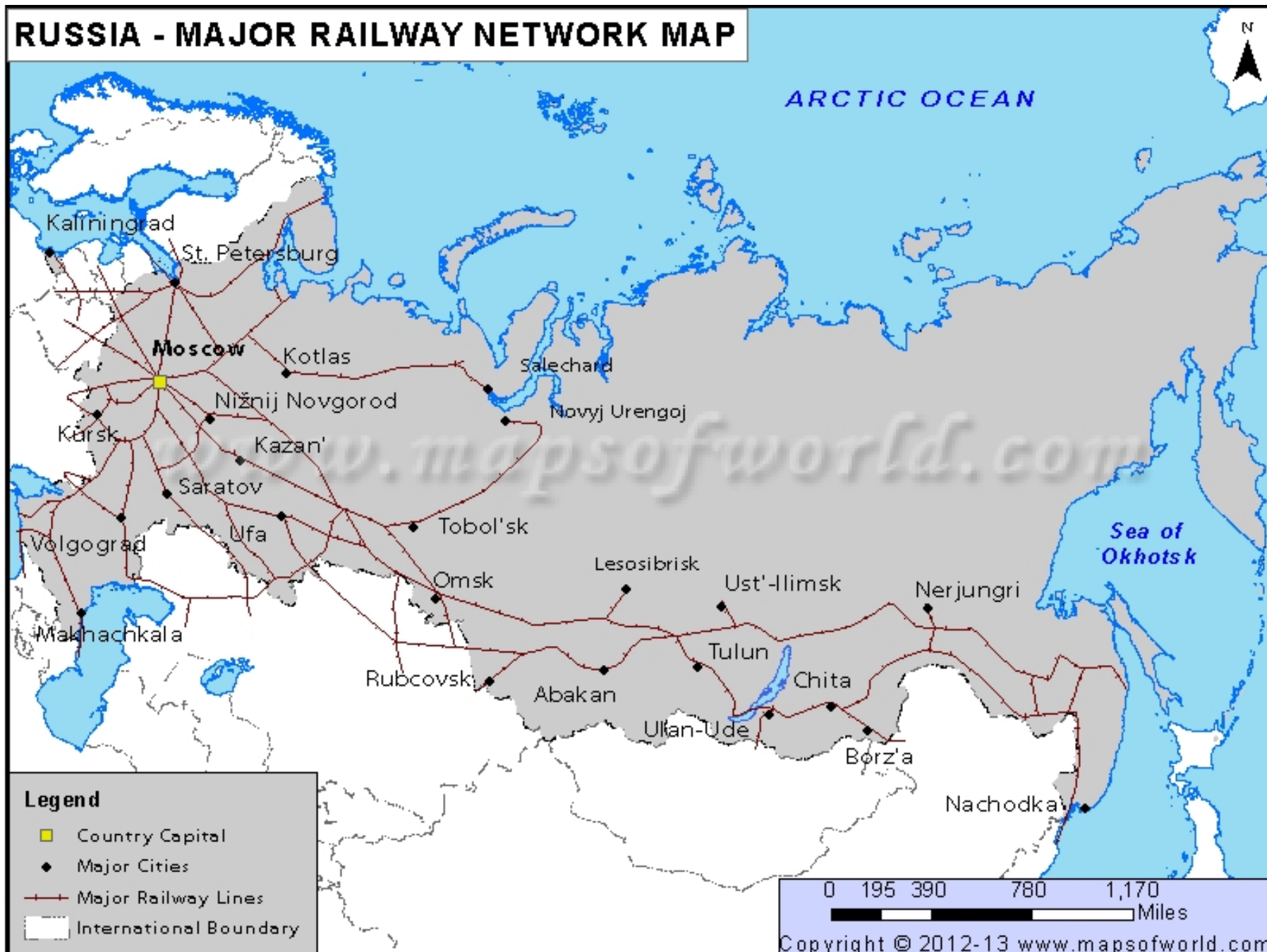
Docente di Trasporti al POLITECNICO DI TORINO, Engineering, Dip. DIATI

**Sala Cavour e Sala Einaudi – Centro Congressi Torino Incontra
Torino, 28 settembre 2018**

LE STRADE ROMANE

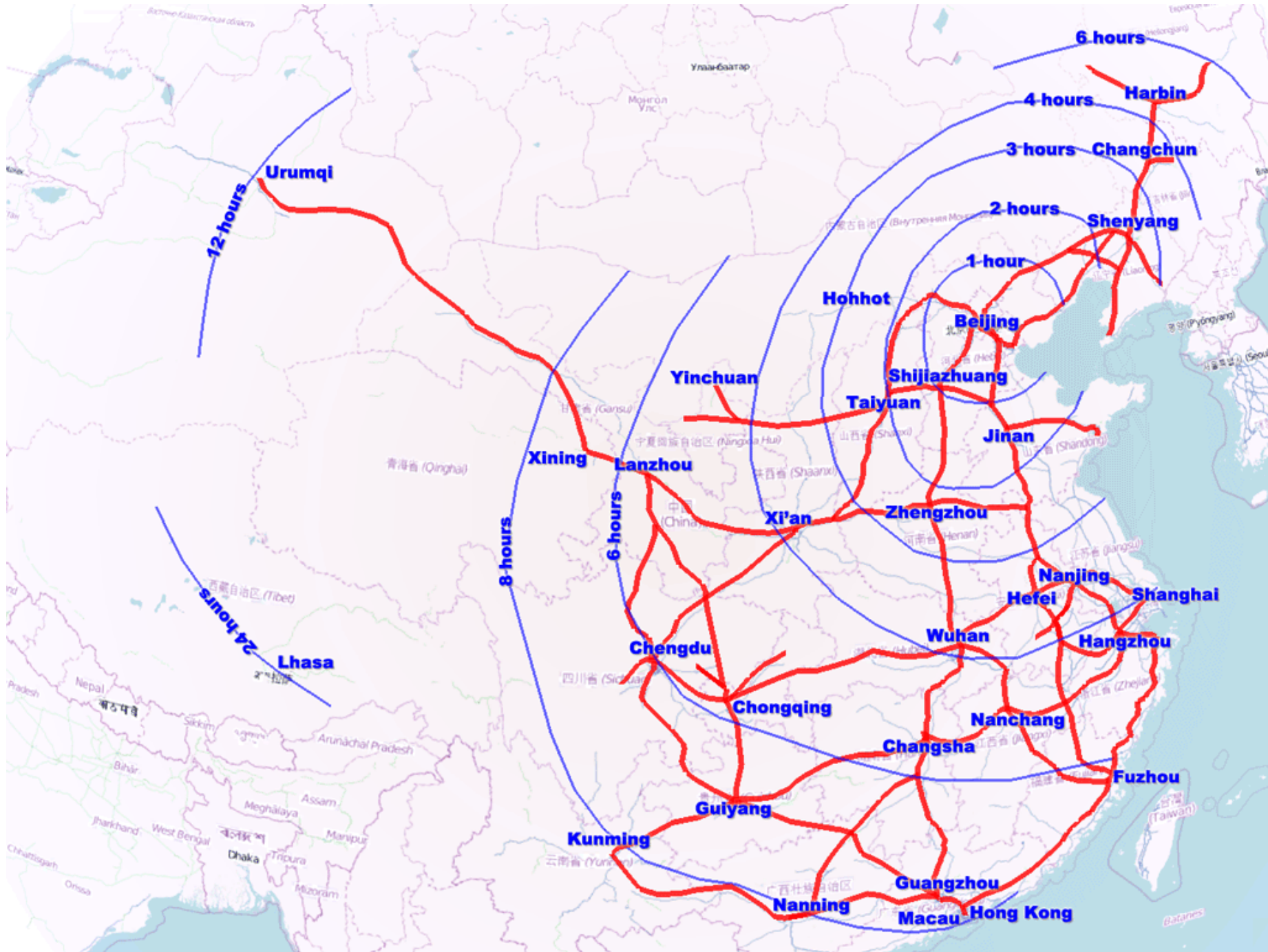


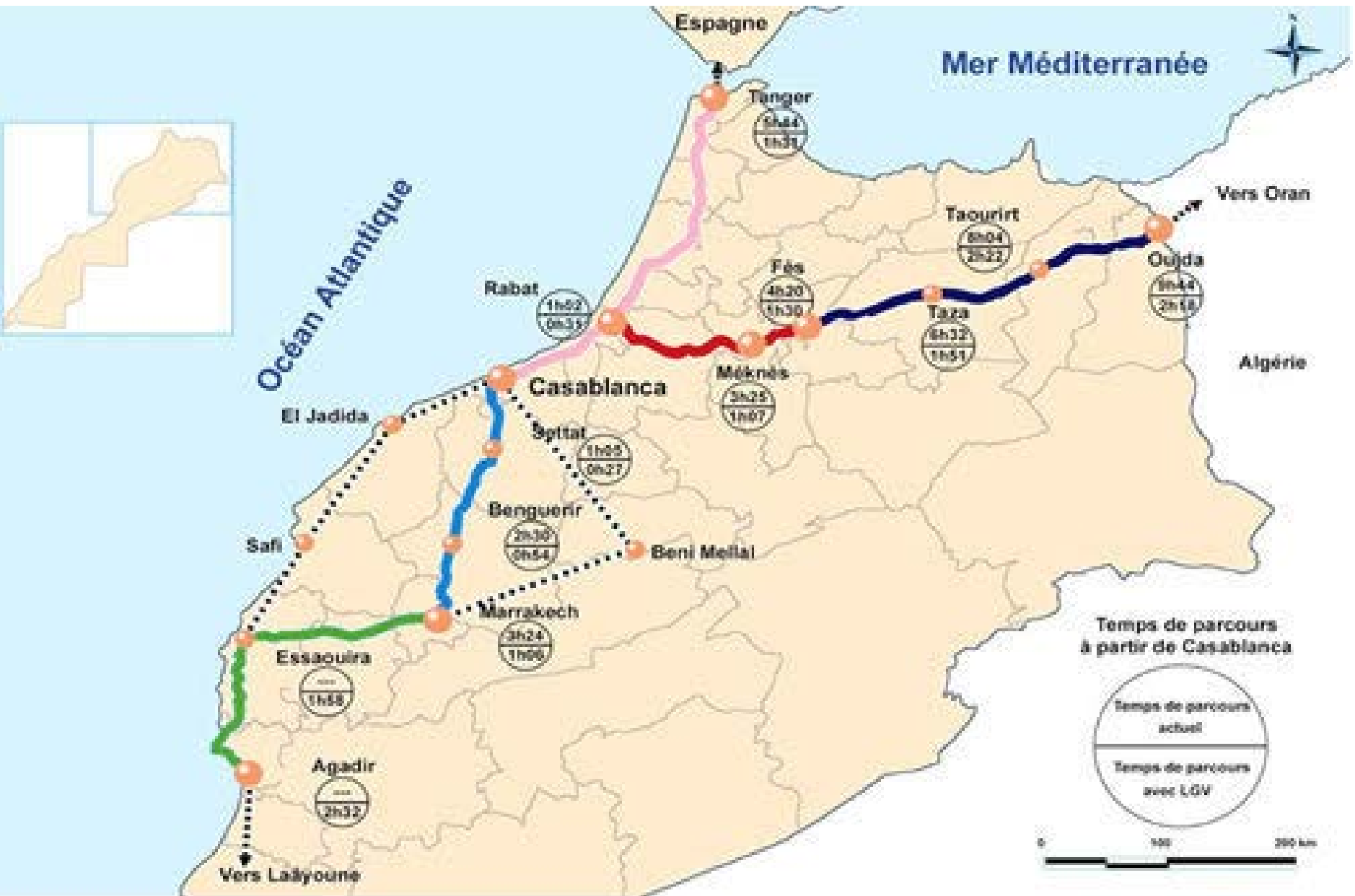
RUSSIA - MAJOR RAILWAY NETWORK MAP

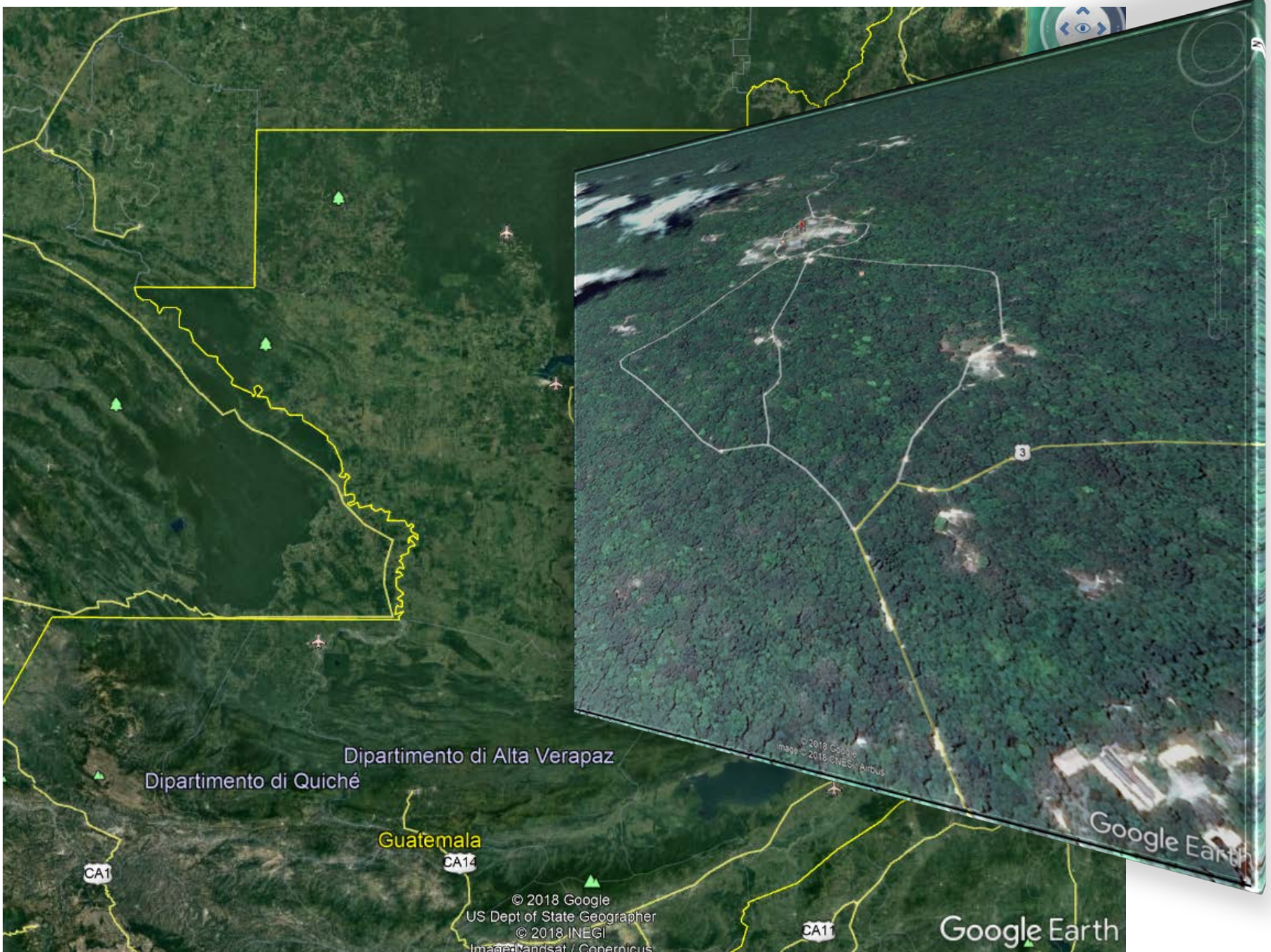




Route lines reflect flights operated by United Airlines and/or its regional partners. For accurate flight schedules, please see www.united.com.
 © 2012 United Air Lines, Inc. All Rights Reserved.







Dipartimento di Alta Verapaz
Dipartimento di Quiché

Guatemala

CA1

CA14

CA1

© 2018 Google
US Dept of State Geographer
© 2018 INEGI
Imagery Landsat / Copernicus

Google Earth

Google Earth



Hyperloop: partner e governi di Ucraina, Cina, Francia e USA firmano accordi per regolamentazione e assicurazione-

A near US\$2 billion Hyperloop between Amsterdam and Frankfurt is in the process of being cleared, bringing a global hyperloop reality one step closer.

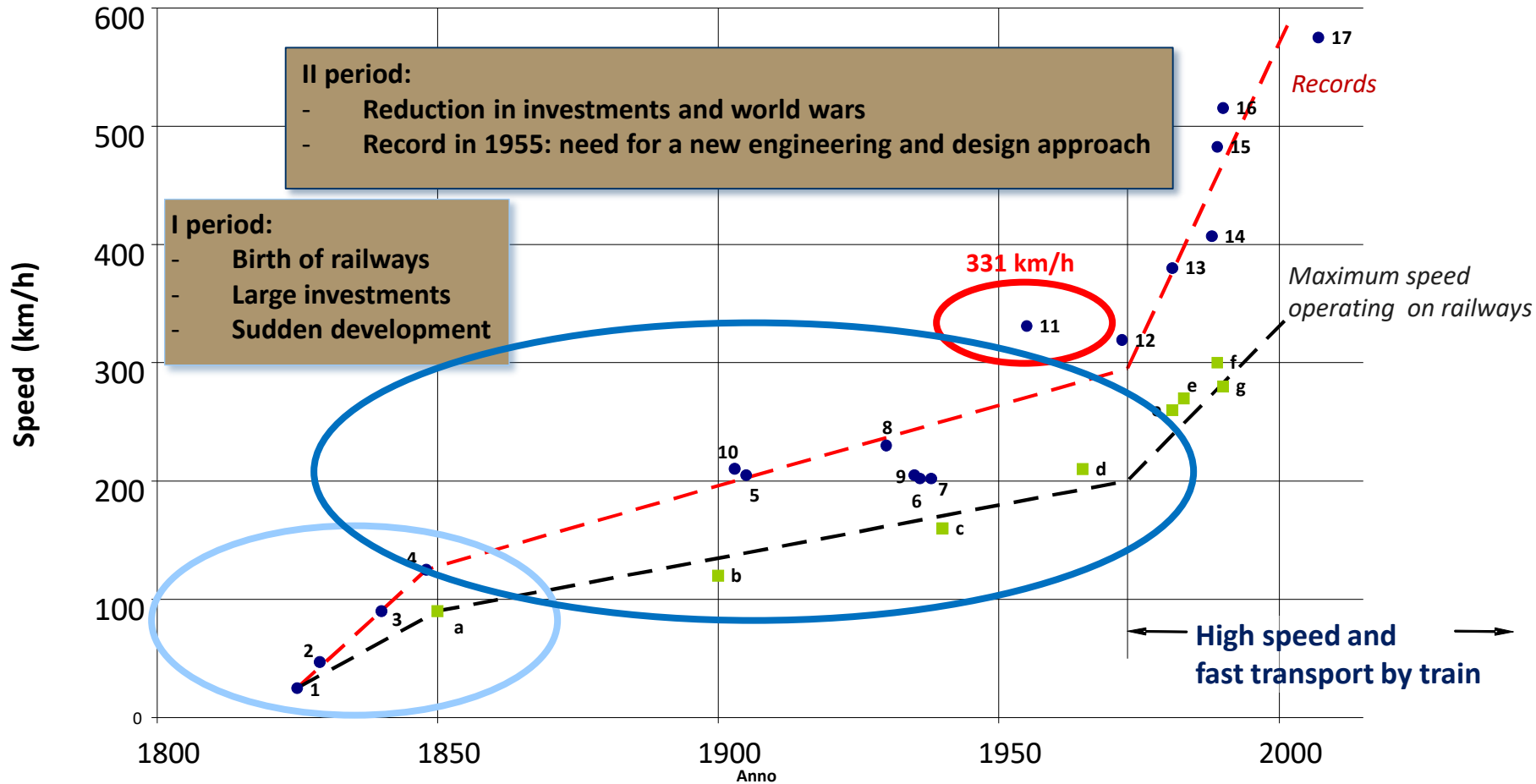
The proposed route, which would become Europe's first Hyperloop, will stretch 450 km from Schiphol Airport in the capital of the Netherlands to the German city of Frankfurt. Travel time is expected to be 50 minutes.

[TLME News Service, 13 Sep, 2018 at 05:25 PM]

Records and maximum speeds on railways

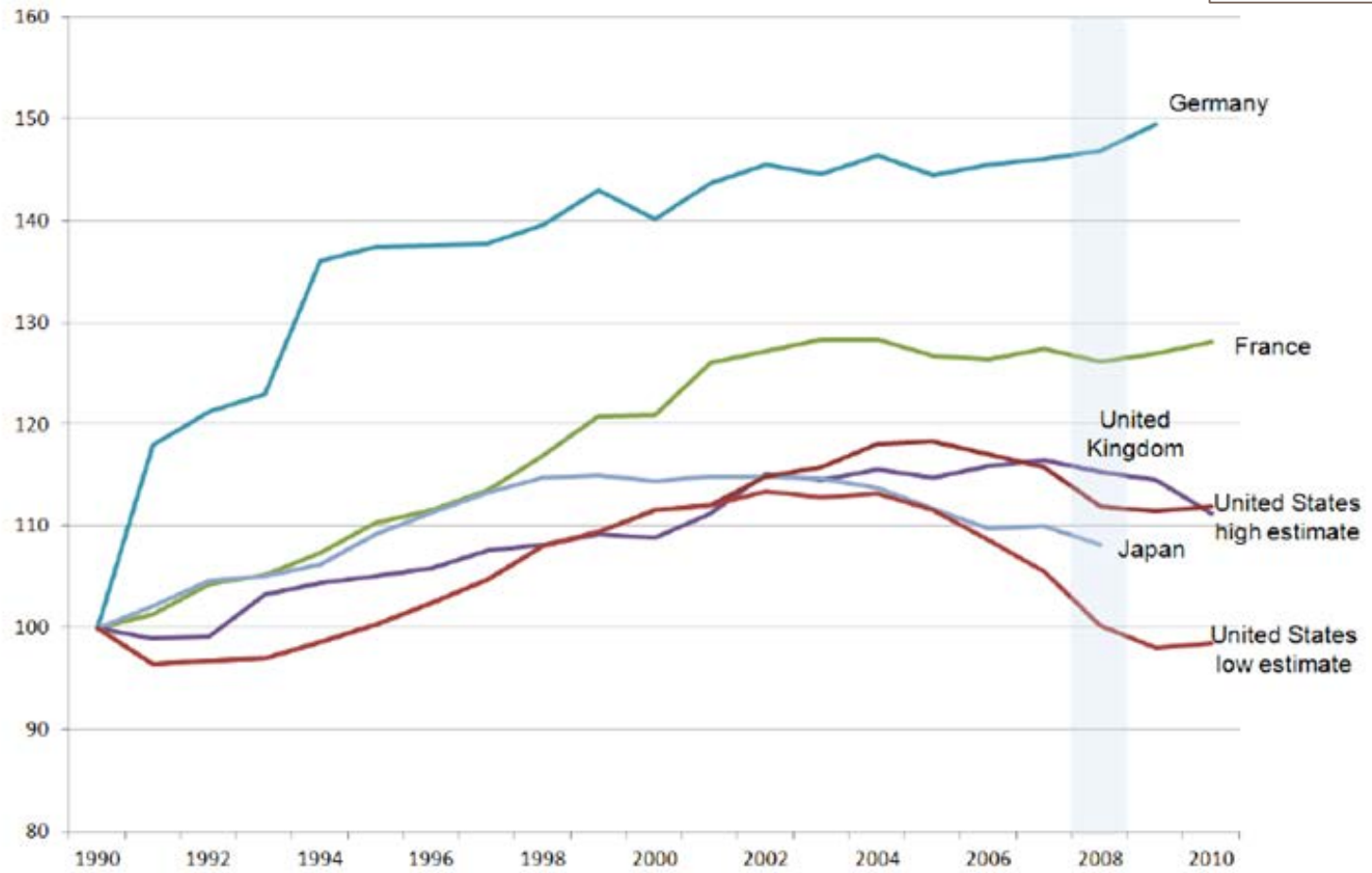
Territories

574.8 km/h (2007)



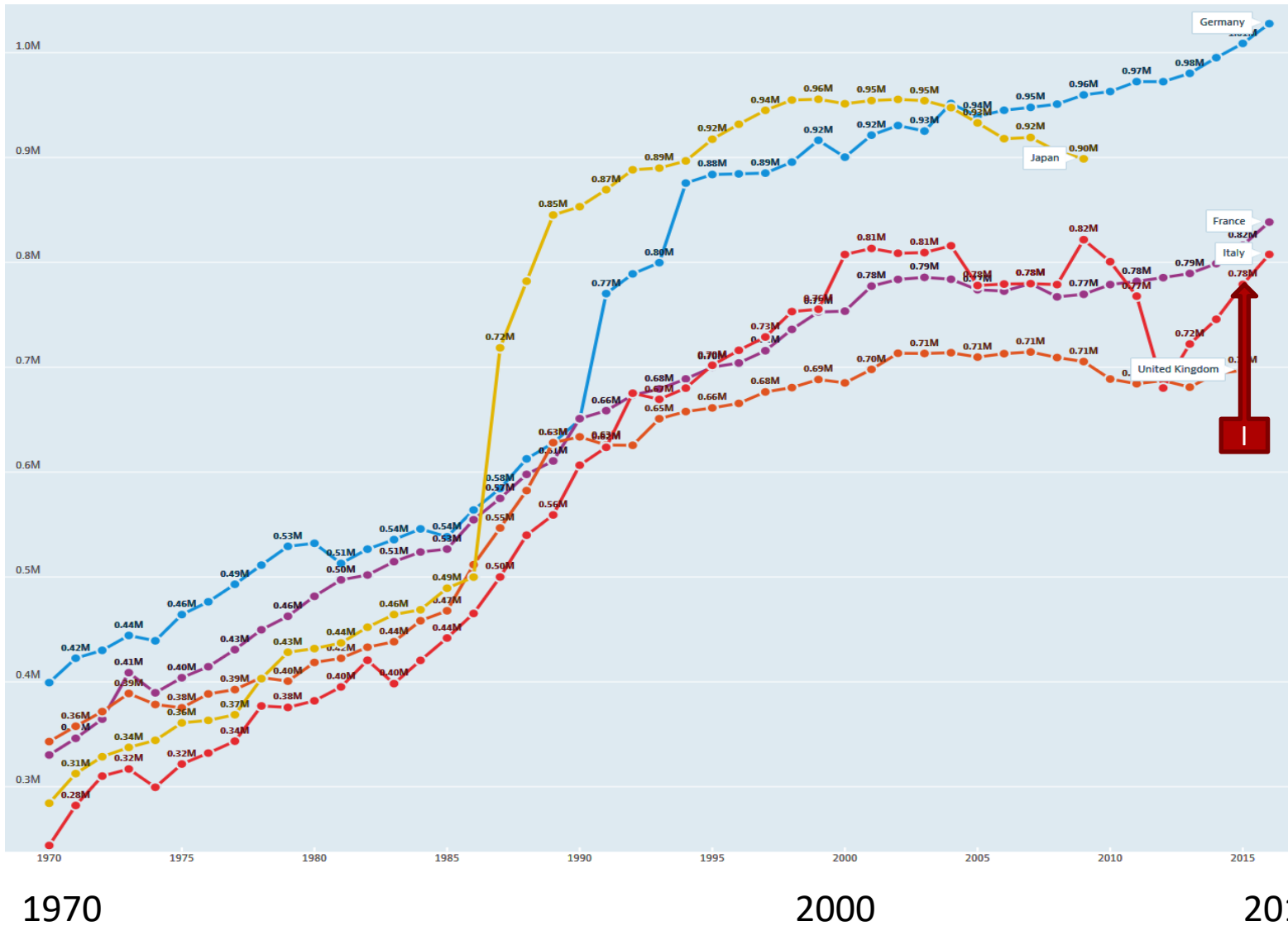
© Dalla Chiara B., Cornaglia L.; Deflorio F., A macro-analysis of the evolution of motorised mobility and relationships with the development of motionless communication systems, IET Intelligent Transport Systems, DOI: 10.1049/iet-its.2016.0083 , Volume 10, Issue 9, November 2016, p. 613 – 621

*Trends
in daily mobility*



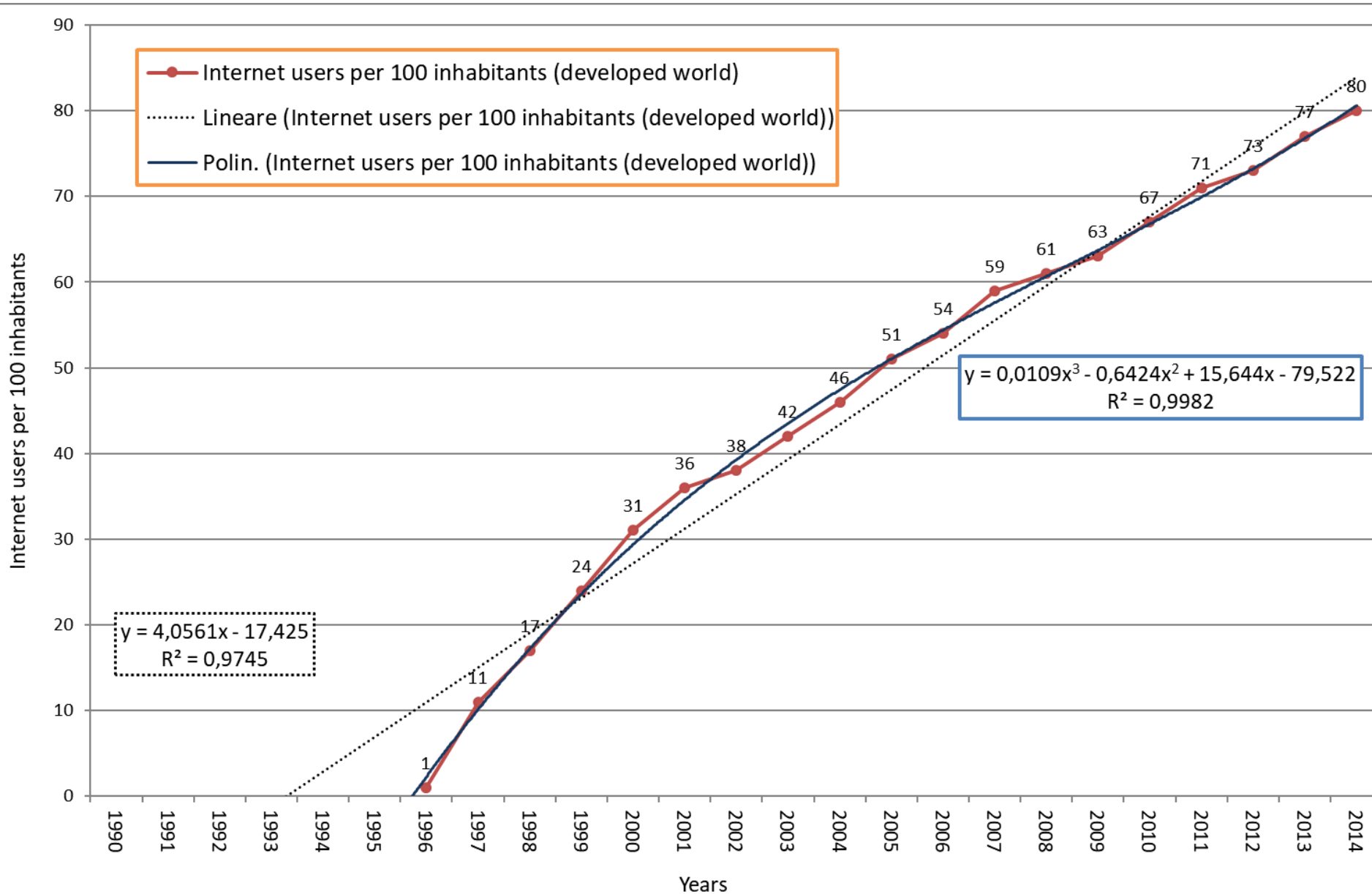
Source: ITF statistics; the high estimate for the USA assumes car occupancy rates remain at the level measured in 2001, and the low one that they decline as of 2001 to the level observed in the most recent household travel survey.

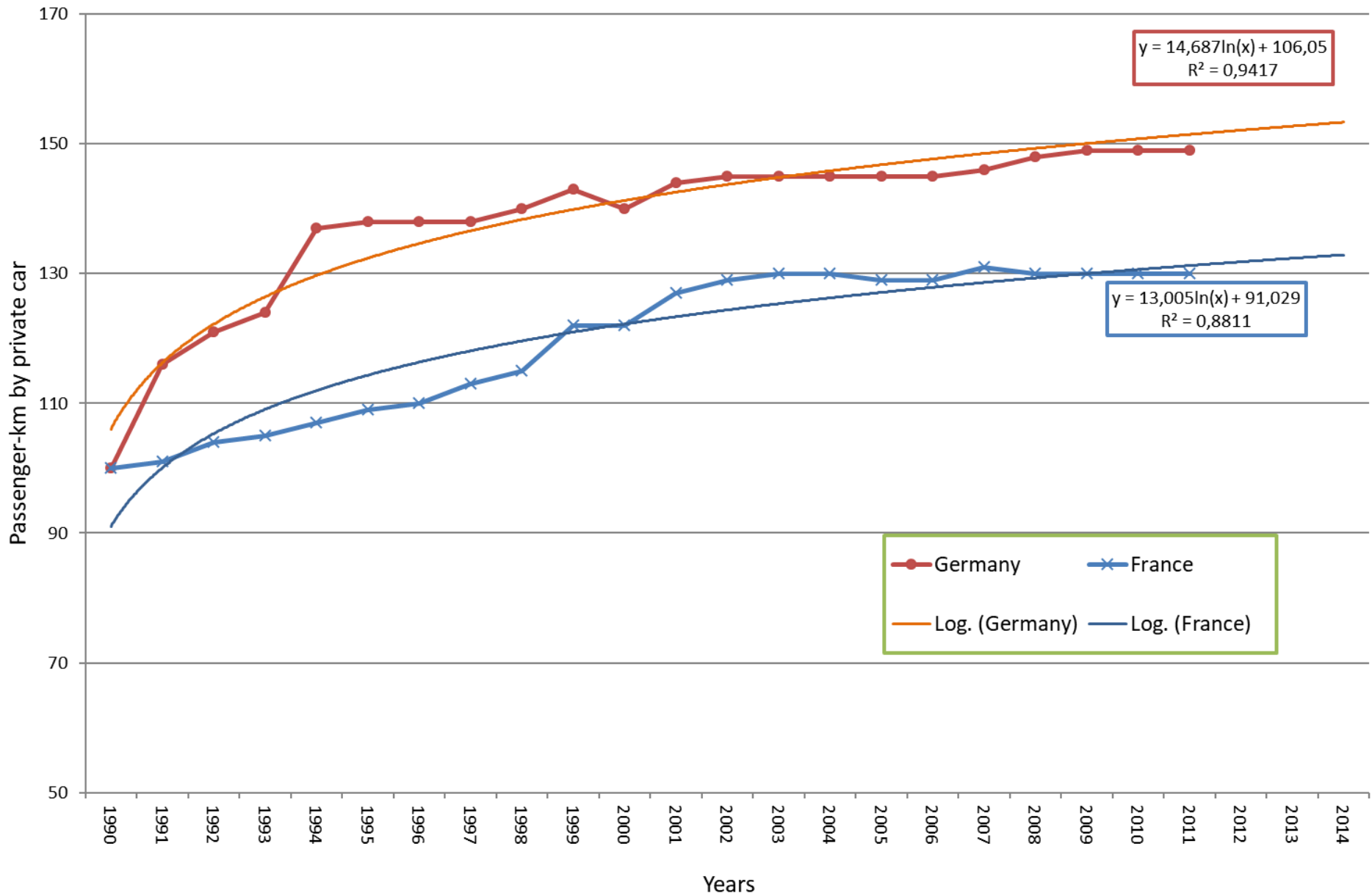
Passenger transport Road, Million passenger-kilometres, 1970 – 2016



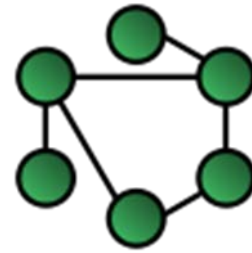
Million passenger kilometres travelled by road, passenger transport, 1970-2015 (OECD, 2018).

Trends in daily mobility





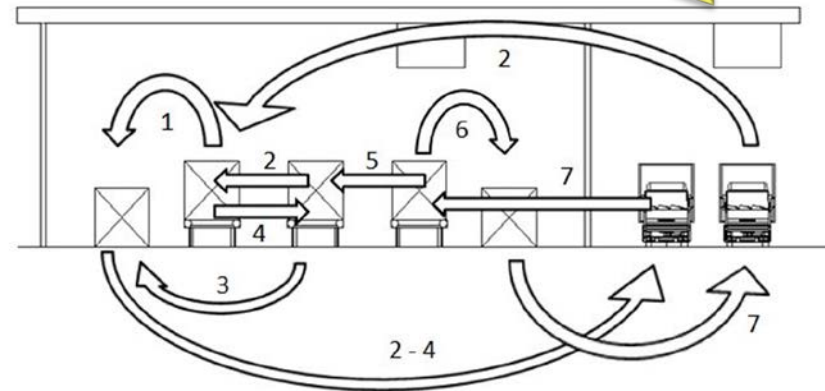
1. Trasporto **merci ferroviario** (*freight*)
2. Rete: tecnologie per **nodi** (*terminals*) ed **archi** (*lines*)



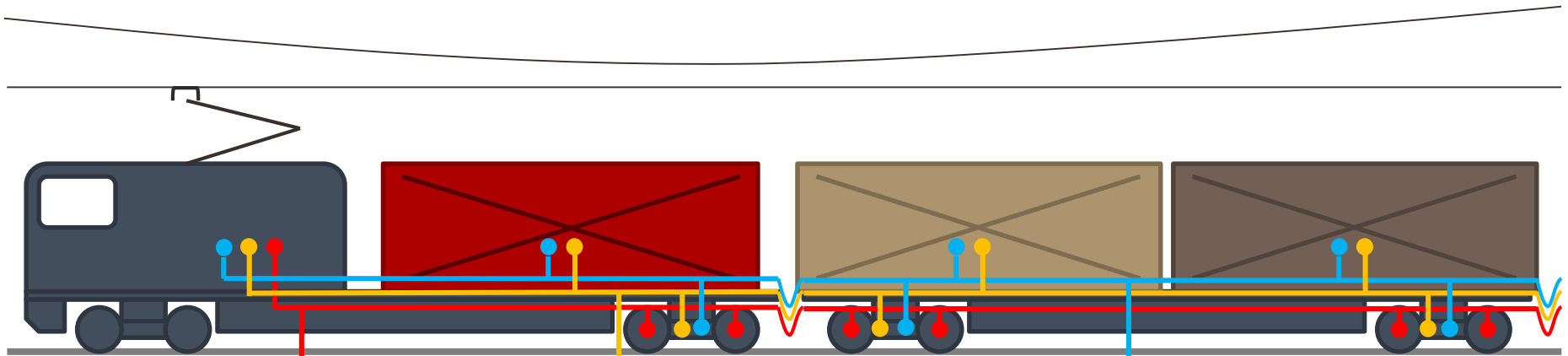
3. **Nodi**: di O/D (estremità della rete), di smistamento
 - A. traffico diffuso (selle di lancio, *marshalling yards*)
 - B. trasporto intermodale (*rail-road terminal plus gateway*)



4. **Archi**:
 - A. Linee tradizionali: treni merci lunghi
 - B. Linee ad alta velocità/capacità: treni merci
→ «ETR merci» (*“freight EMUs”*)



Distributed-power freight trains – “freight EMUs”



Power link

Distributed traction power:

- More power with the same axle load
- Better traction control
- Longer and heavier trains (35 wagons – 750 m, even on steep lines)

Control link

Active control of the whole train:

- Active traction control
- Braking control and modulation
- Control and power supply of secondary devices and plants besides cargo (refrigeration)

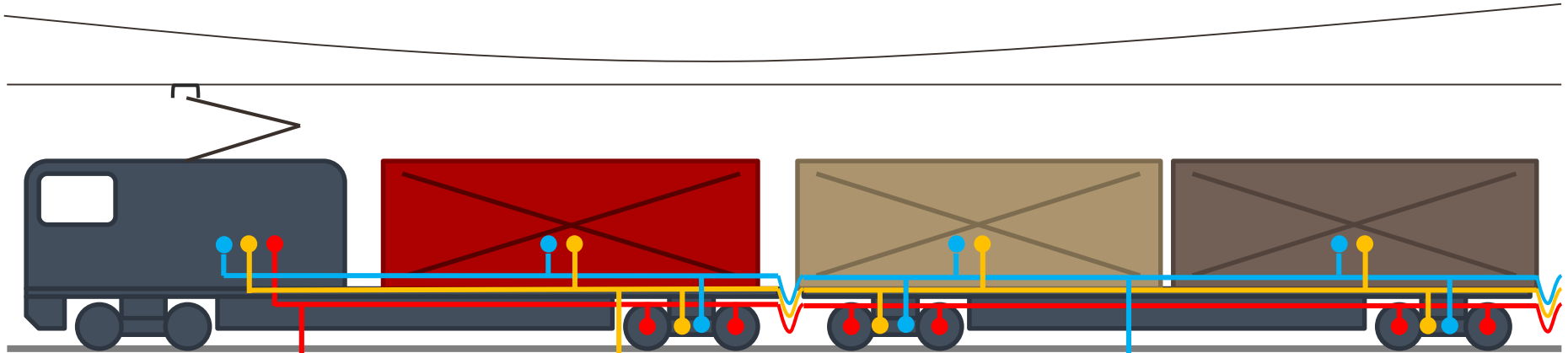
Supervision link

Supervision of the whole train:

- Supervision of the wagons sub-systems
- Supervision of the traction and braking sub-systems
- Wheelset supervision

- Higher speed with the same load
- Possibility to be used on HS/HC lines besides traditional railways (long trains)
- Better energy performances (better running profiles)
- Supervision of the electrical, mechanical and pneumatic sub-systems (improved maintenance)
- Cargo supervision
- Cargo refrigeration

Treni merci a potenza distribuita – “ETR merci”



Linea di potenza

Potenza motrice distribuita:

- maggiore potenza a parità di carico assiale
- migliore controllo di trazione
- treni più lunghi e più pesanti (35 carri – 750 m anche su linee acclivi)

Linea di controllo

Linea di controllo attivo distribuito lungo tutto il convoglio:

- controllo attivo di trazione
- controllo e modulazione della frenatura
- controllo e alimentazione ausiliari e carico (refrigerazione)

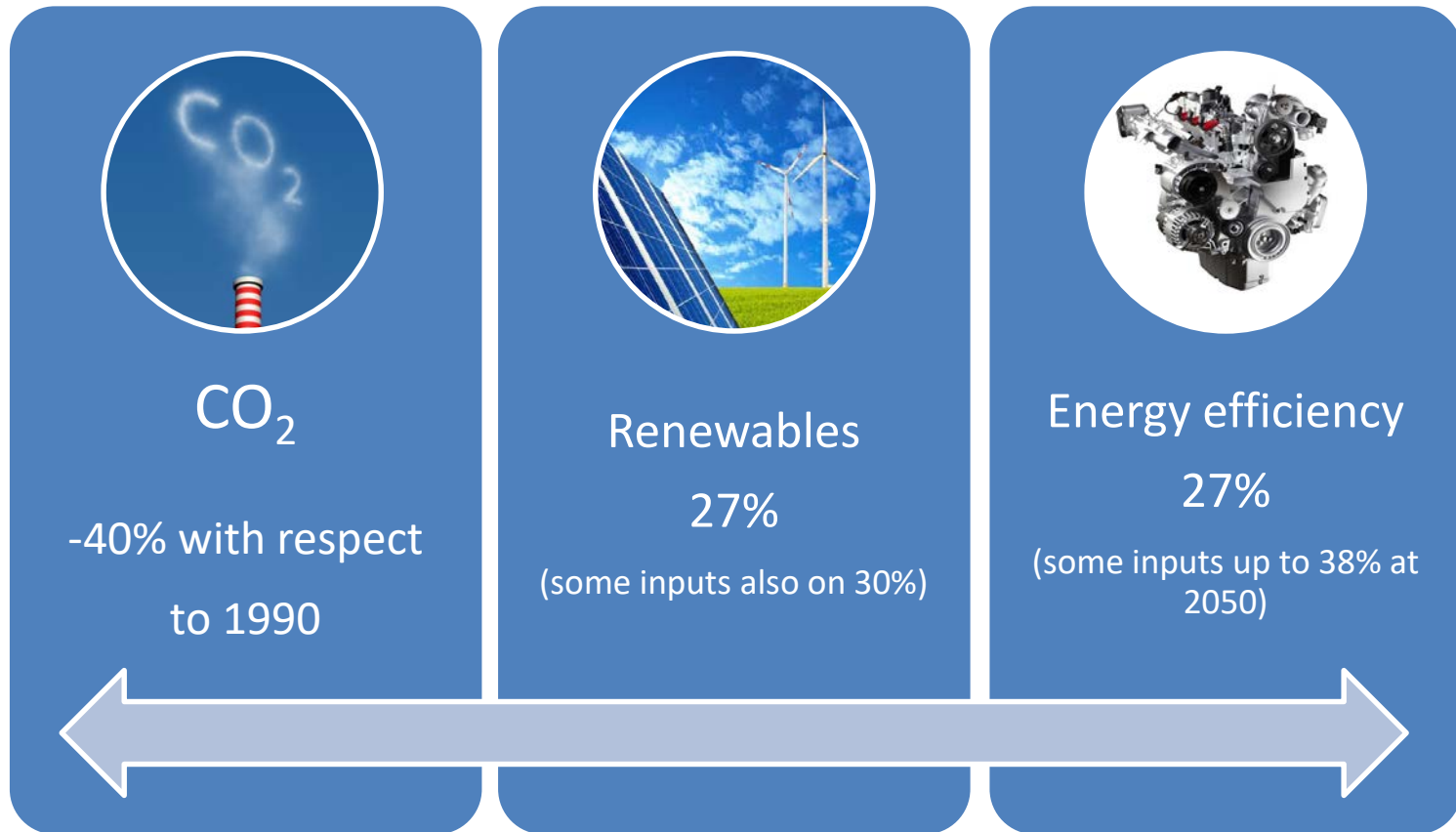
Linea di monitoraggio

Linea di monitoraggio distribuita lungo tutto il treno:

- monitoraggio sottosistemi dei carri
- monitoraggio dei sotto-sistemi di trazione e di frenatura
- monitoraggio boccole e rodiggio

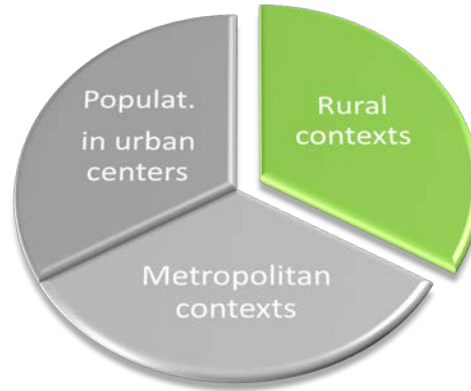
- Velocità più elevate a parità di carico
- Possibilità di impiego su linee AV/AC oltre che su linee tradizionali (treni lunghi)
- Miglior efficienza energetica (migliori profili di marcia)
- Monitoraggio sotto-sistemi elettrici, meccanici e pneumatici del treno (gestione della manutenzione migliorata)
- Monitoraggio carico
- Possibilità refrigerazione carico

Transport and emissions: general situation EU in various fields (not only transport systems)



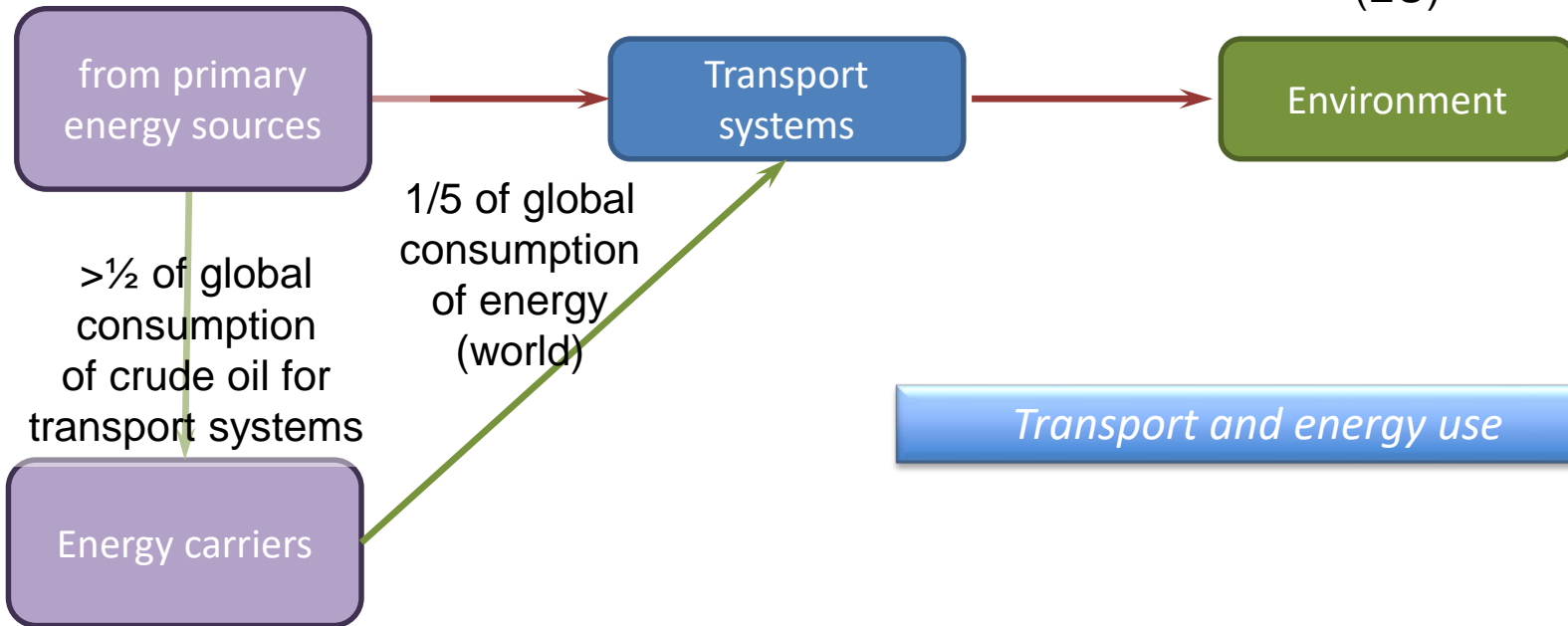
EU, 24.10.2014: constraining values at European level, indicative at national level; substitute previous target 20-20-20

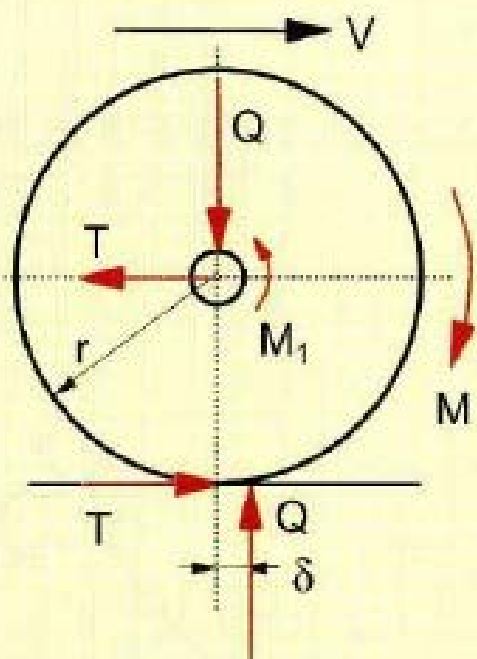
¾ of European population in urban contexts:



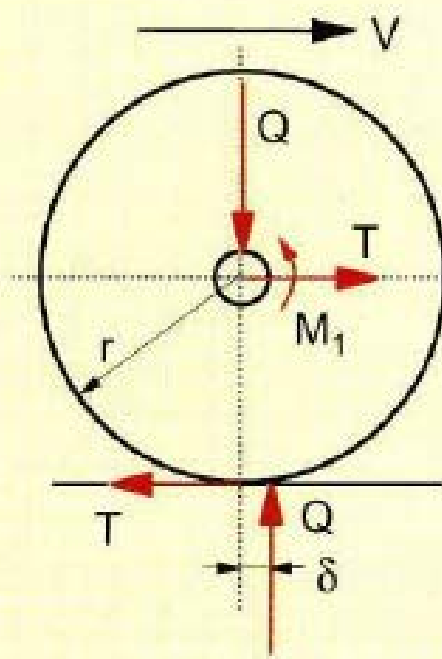
for transport: 94% toe from black oil in EU (a near-monopoly)

1/4 → 1/3 CO₂ emissions from human activities (EU)

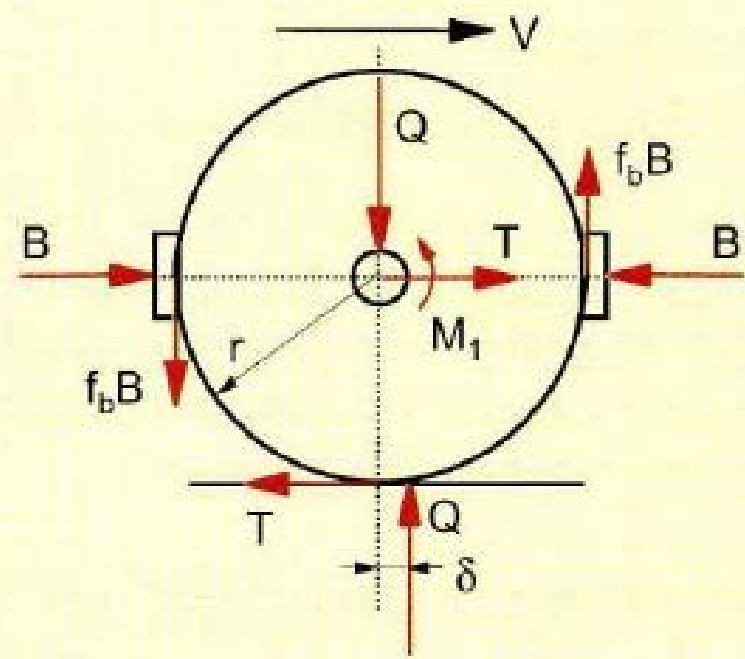




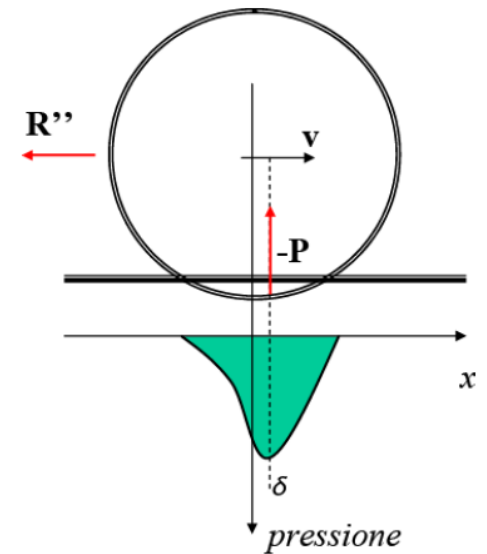
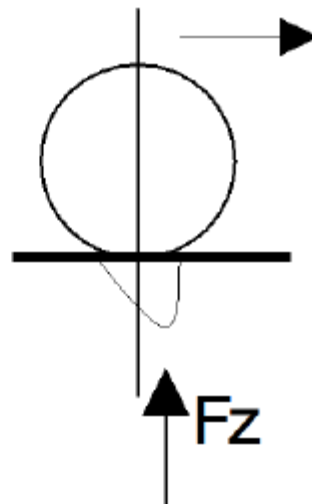
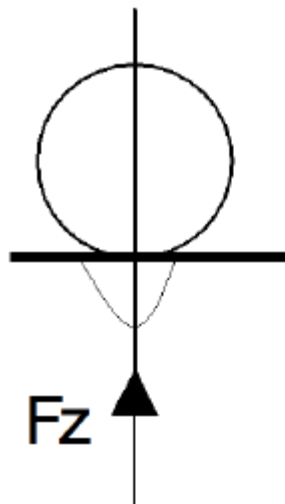
Driven wheel



Pulled wheel



Braked wheel

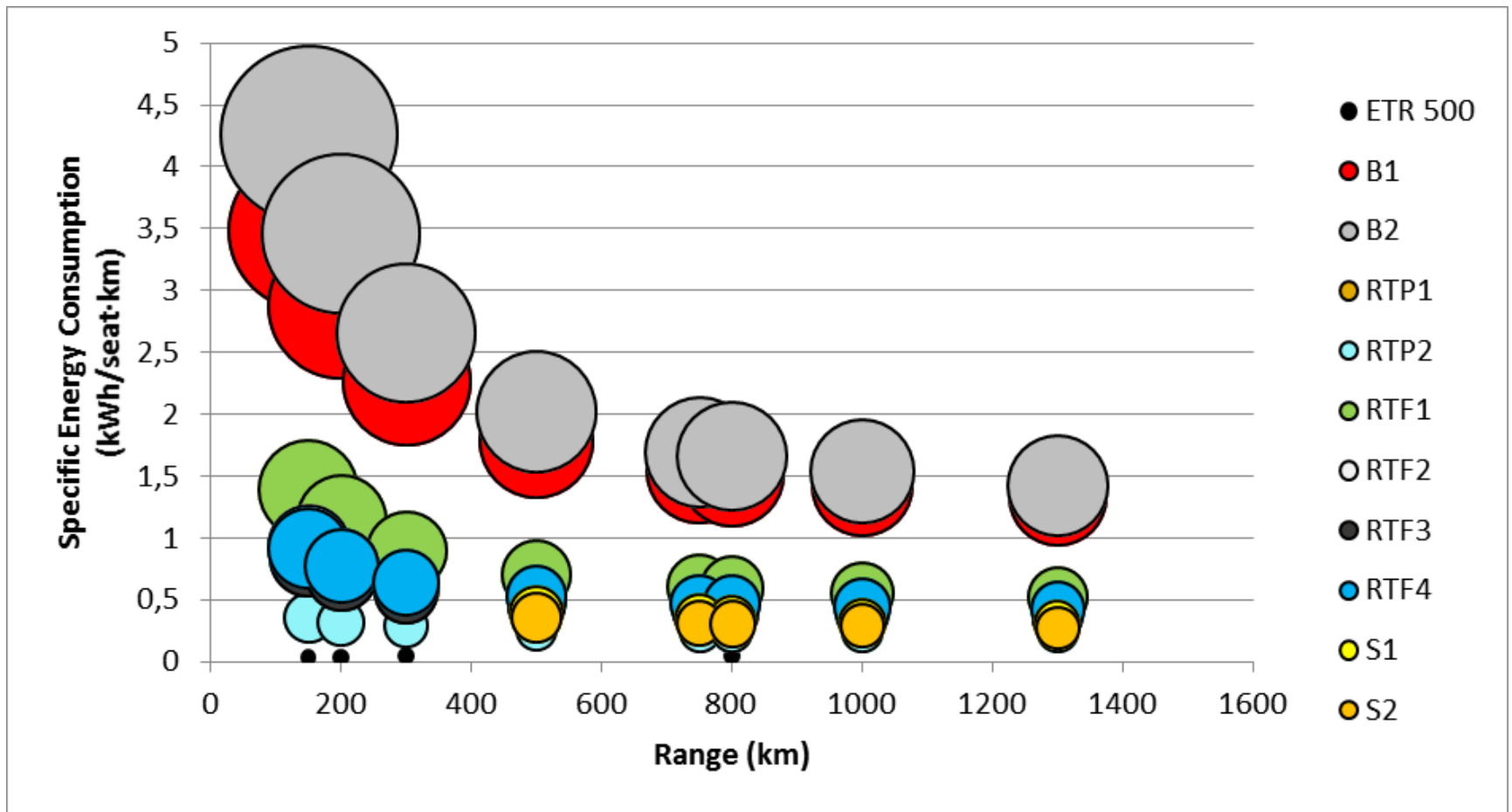


A bibliographical review, carried out at the Politecnico di Torino (2014), has made it possible to identify, as regards the present **rail passenger traffic**, a range of between about **0.022** (express regional trains with few stops) and **0.175 kWh/pax·km** (undergrounds, high masses and frequent stops, entailing consumptions even higher than those of HSTs).

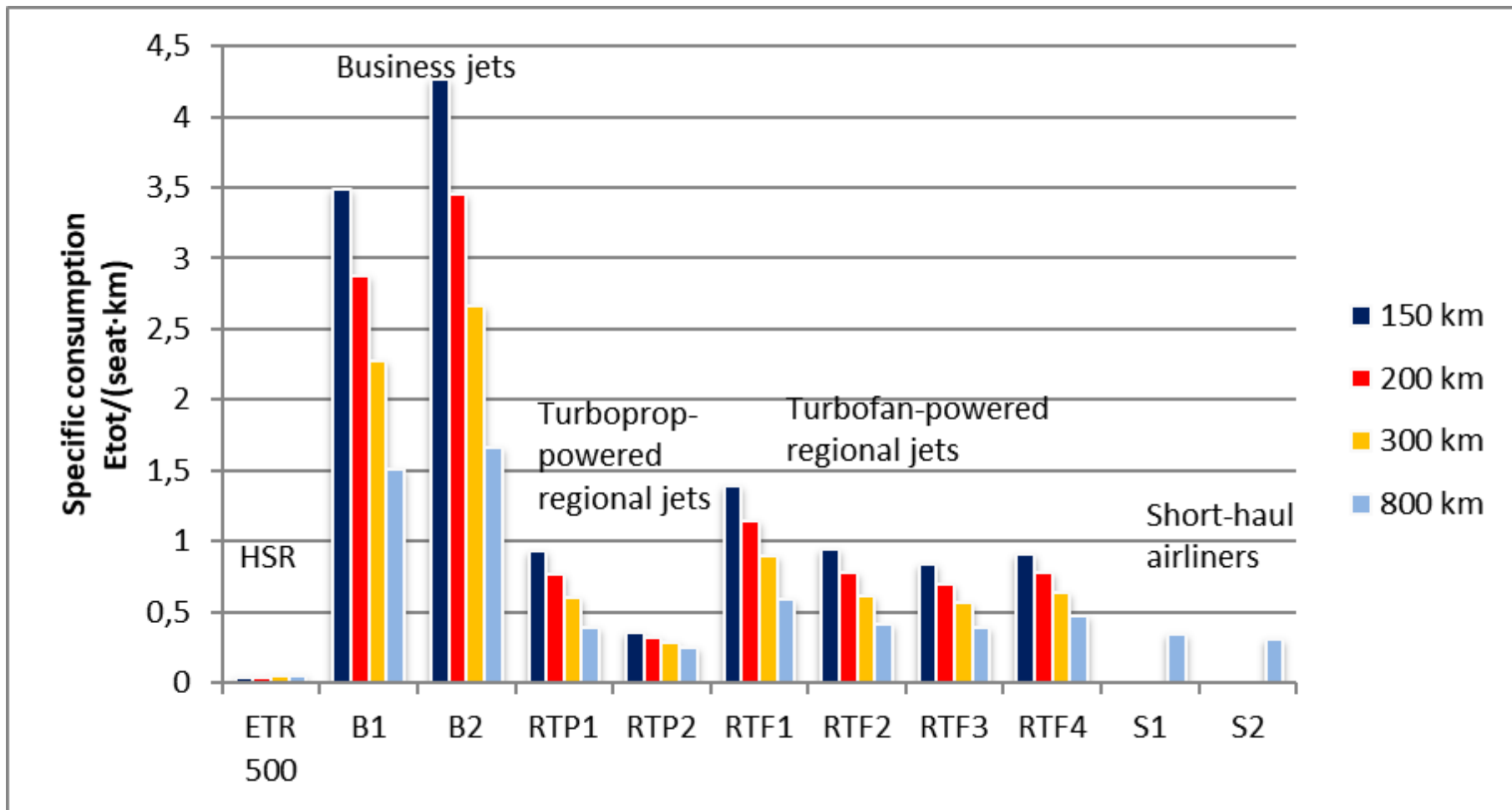
Such a high gap is due to the significant differences in the performances of the rolling stock, as well as to the different operational features, such as speed, on which resistance notoriously depends on the square value.

Besides, the quoted consumption interval for **freight transport by rail** falls between **0.042 and 0.106 kWh/t·km**.

In the case of **road passenger transport**, the values of the specific energy consumption range between **0.222 and 0.833 kWh/pax·km**.



Specific energy consumption HSR (High speed Rail) vs air transport for different route lengths



Comparison of the specific consumption (kWh /pax-km) of HSR and of air transport

CHOOSE PERIOD

From 5. January 2010 To 5. September 2018

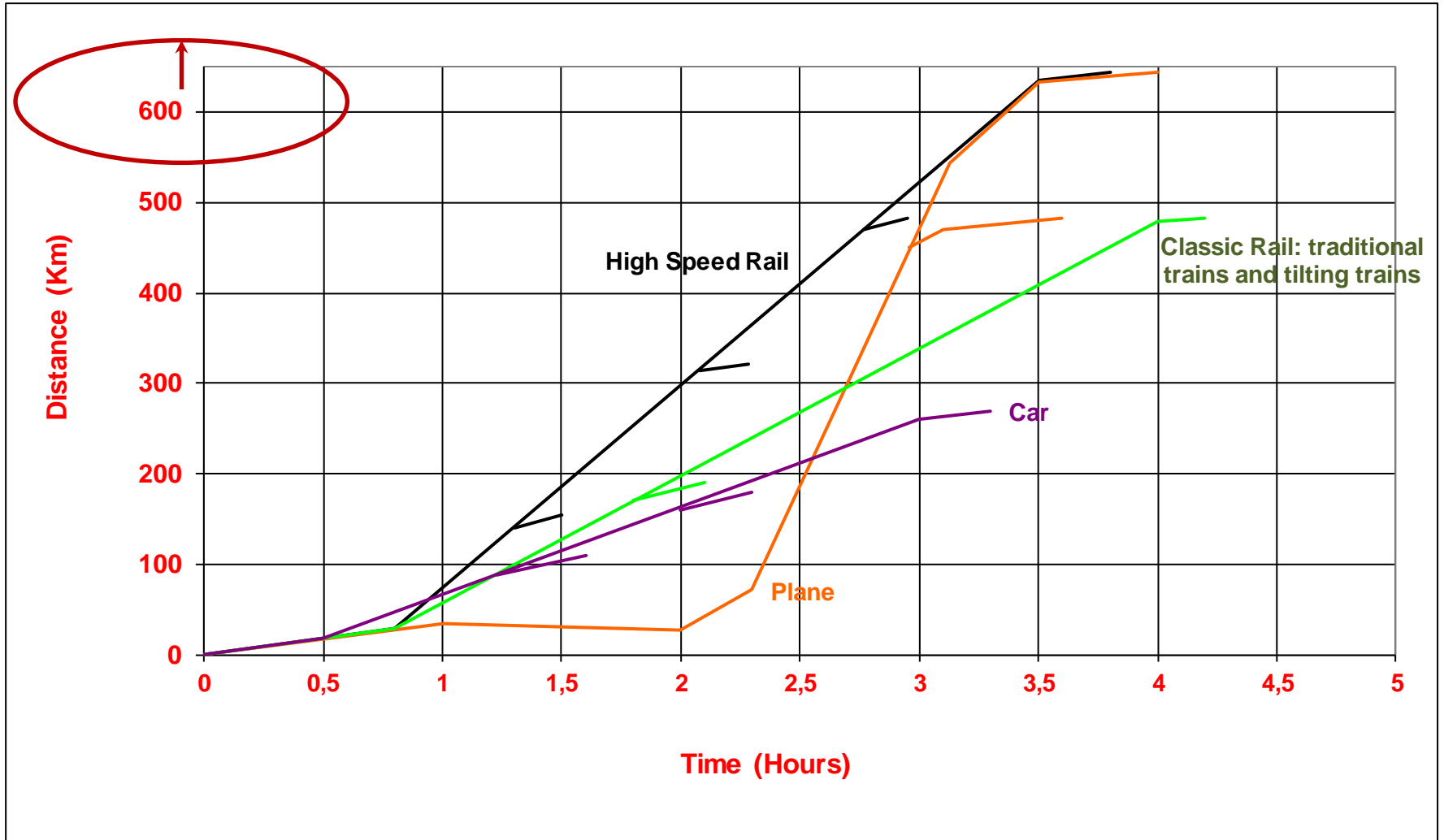
SHOW PRICE HISTORY

CUSTOM INTRADAY 1W 3M YTD 1Y 3Y 5Y MAX



CO2 EUROPEAN EMISSION ALLOWANCES IN EUR - HISTORICAL PRICES

Door-to-door travel time



LA LGV PARIS-LYON AUJOURD'HUI

UN AXE EUROPÉEN MAJEUR



LA LIGNE
LA PLUS CIRCULÉE
D'EUROPE

1/3 DU TRAFIC national français

Des liaisons transeuropéennes importantes avec **l'Espagne l'Italie & le nord de l'Europe**

240

TRAINS PAR JOUR
en moyenne sur le tronçon
le plus chargé, dans les 2 sens

44,4

MILLIONS
de voyageurs en 2017

plus de
460 KM de voies

37

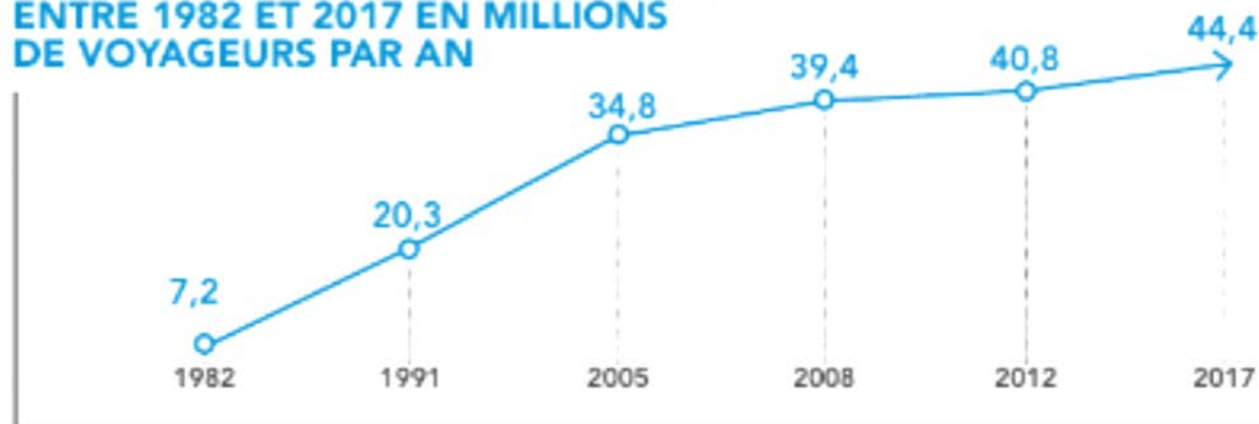
ANS DE SERVICE
depuis 1981

LA LGV PARIS-LYON

UN AXE
MAJEUR



ÉVOLUTION DE LA FRÉQUENTATION ENTRE 1982 ET 2017 EN MILLIONS DE VOYAGEURS PAR AN



Source SNCF Réseau

1/3 DU TRAFIC national français

Des liaisons transeuropéennes importantes avec **l'Espagne l'Italie & le nord de l'Europe**

240

TRAINS PAR JOUR
en moyenne sur le tronçon
le plus chargé, dans les 2 sens

44,4

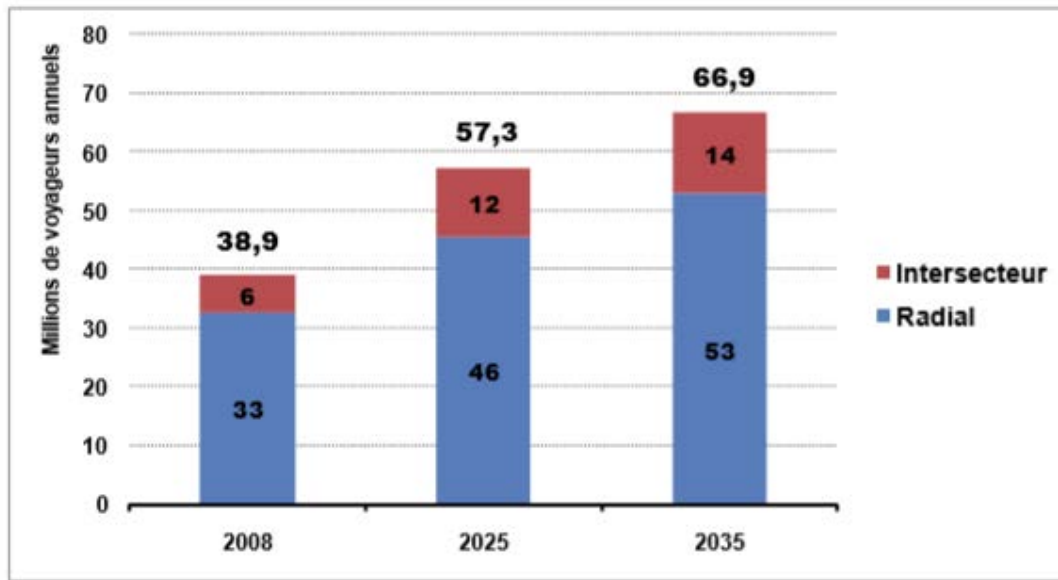
MILLIONS
de voyageurs en 2017

plus de
460 KM de voies

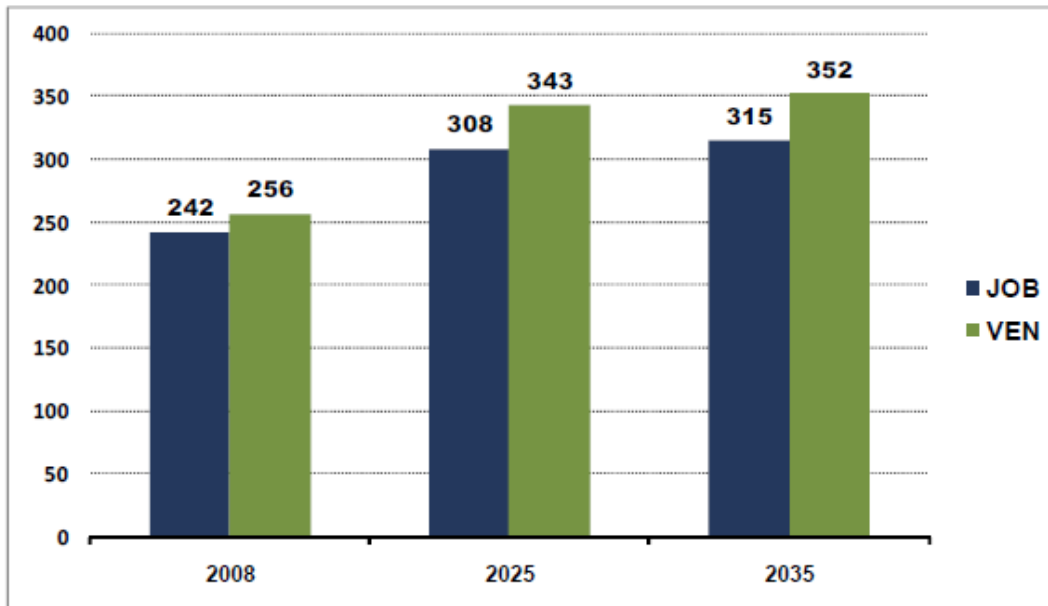
37

ANS DE SERVICE
depuis 1981

PERSPECTIVES DE TRAFIC
ET DE
CIRCULATIONS SUD-EST :
LGV PARIS – LYON
ET LGV POCL
Juin 2011
Setec international
Rèseau Ferrè de France

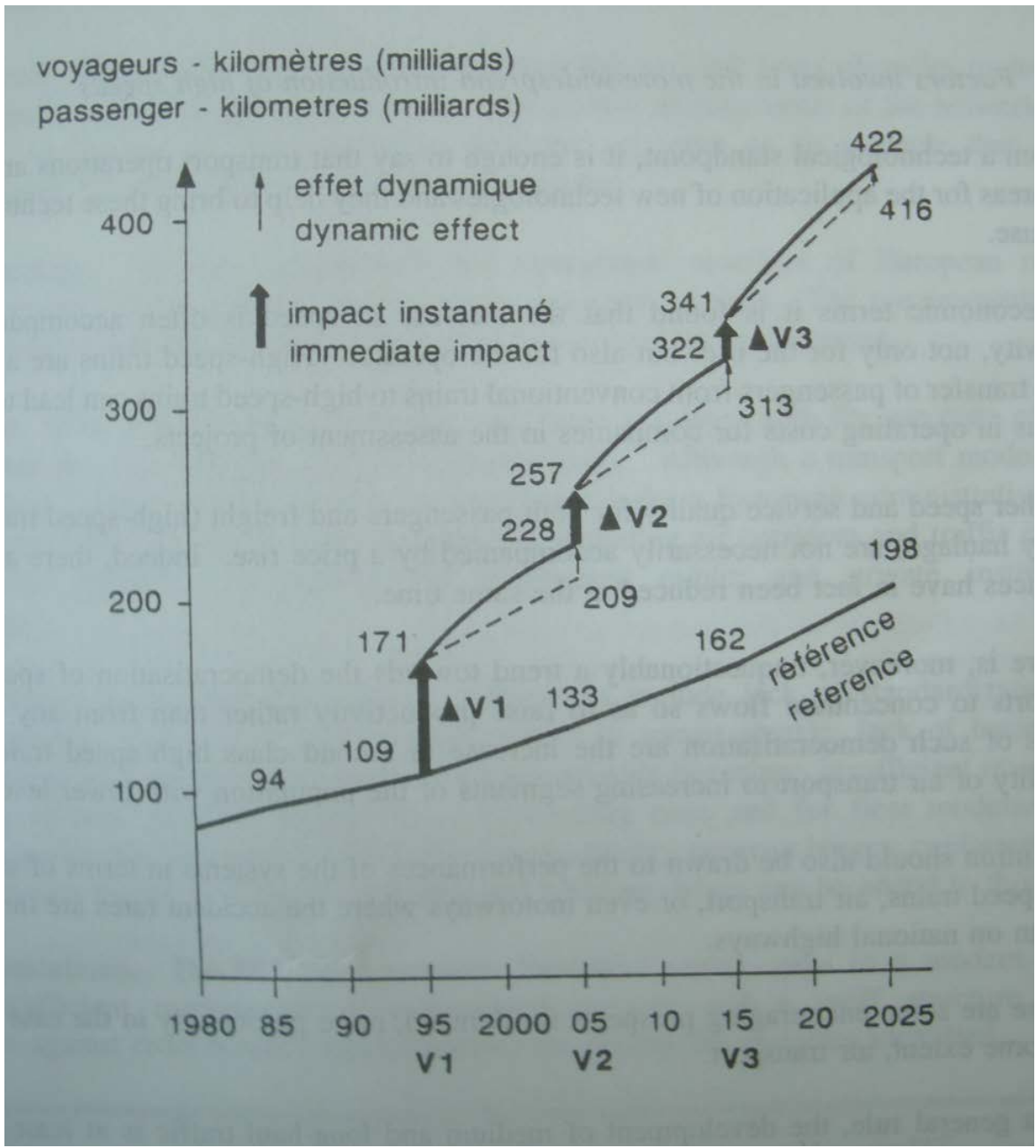


Estimation de l'évolution de la demande voyageurs sur la LGV Paris – Lyon
(sans contrainte de capacité)



Estimation de l'évolution du nombre de trains circulant chaque jour sur la LGV Paris – Lyon

Jour Ouvrable de Base (JOB)



UIC, *The effect of high speed on rail traffic, in ECMT/CEMT – European transport trends and infrastructural needs, 1995*

VAL Torino (esempio degli effetti dell'allungamento di linea metropolitana sul traffico attratto)

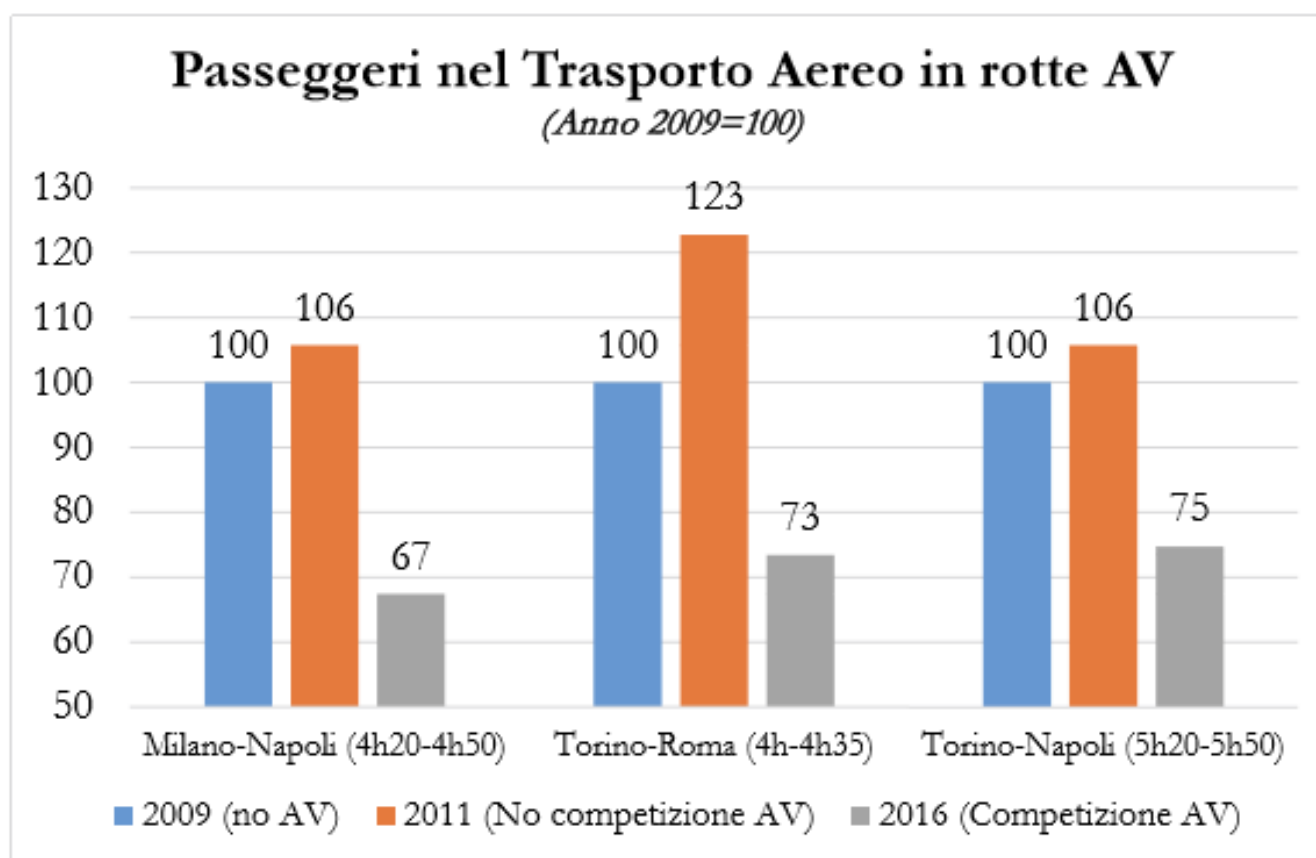
Passeggeri :

- **2006** (da febbraio tratta Fermi-XVIII Dicembre): **7 milioni 880 mila passeggeri**
- **2007** (da ottobre prolungamento fino a Porta Nuova): **12 milioni 433 mila passeggeri**
- **2008: 20 milioni 509 mila passeggeri**
- **2015: 41 milioni 119 mila**

Torino-Milano, AV (esempio degli effetti dell'allungamento di linea ferroviaria AV e dell'incremento dell'offerta sul traffico ferroviario)

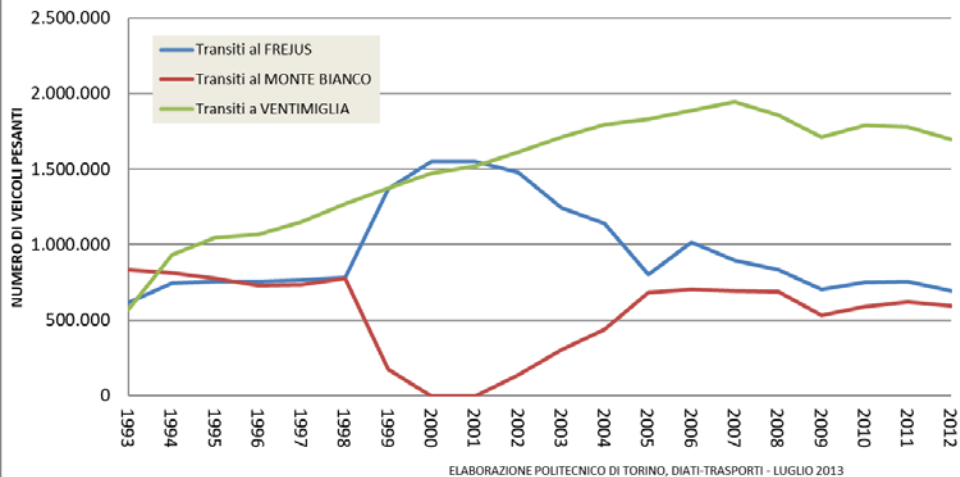
- **Dicembre 2009 - Sette coppie di treni AV nei giorni feriali**
quattro di queste proseguivano per Roma fermando a Milano Porta Garibaldi,
le altre arrivavano a Milano Centrale. Di sabato 3 coppie,
5 la domenica
- **Oggi (settembre 2018): 28 coppie per Trenitalia, 21 per Italo.**

Grafico 2: Il trasporto aereo in Italia - gli effetti della concorrenza nell'alta velocità



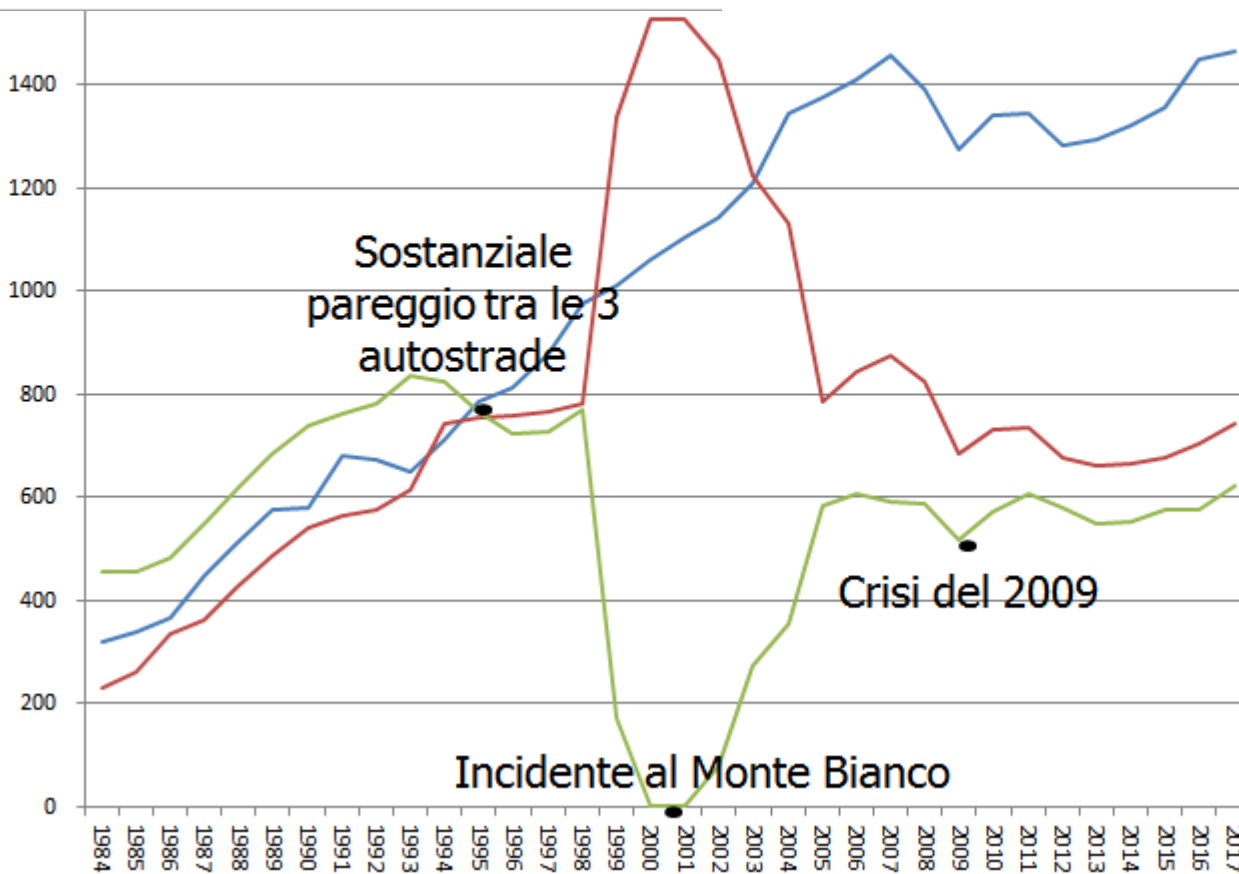
Fonte: elaborazione dati Assaeroporti

TRAFFICO PESANTE : FREJUS-MONTE BIANCO-VENTIMIGLIA



ELABORAZIONE POLITECNICO DI TORINO, DIATI-TRASPORTI - LUGLIO 2013

Andamento Traffico stradale Italia Francia in Migliaia di MP divisi per Valico



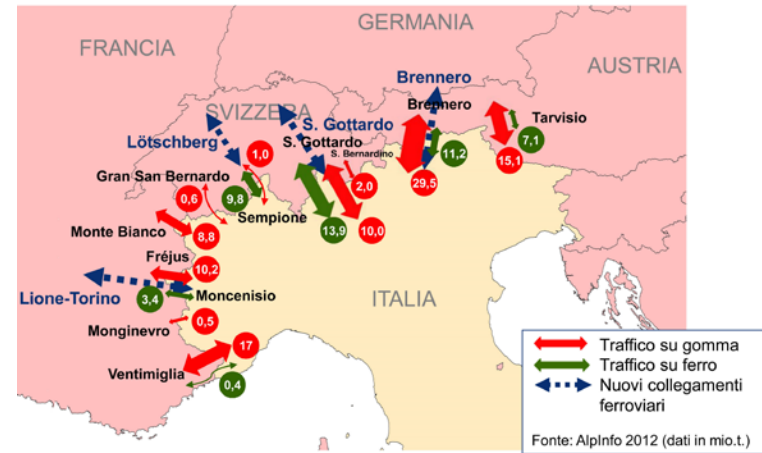
- Ventimiglia (numero MP)
- Fréjus (numero MP)
- Mont-Blanc (numero MP)

Titolo: Traffico merci attraverso le Alpi ai confini Nazionali da XXmiglia a Tarvisio

Fonte: Alpine Traffic Observatory (DG Move Commissione Europea – UFT di Berna)

Unità di misura: tonnellate e numero di MP

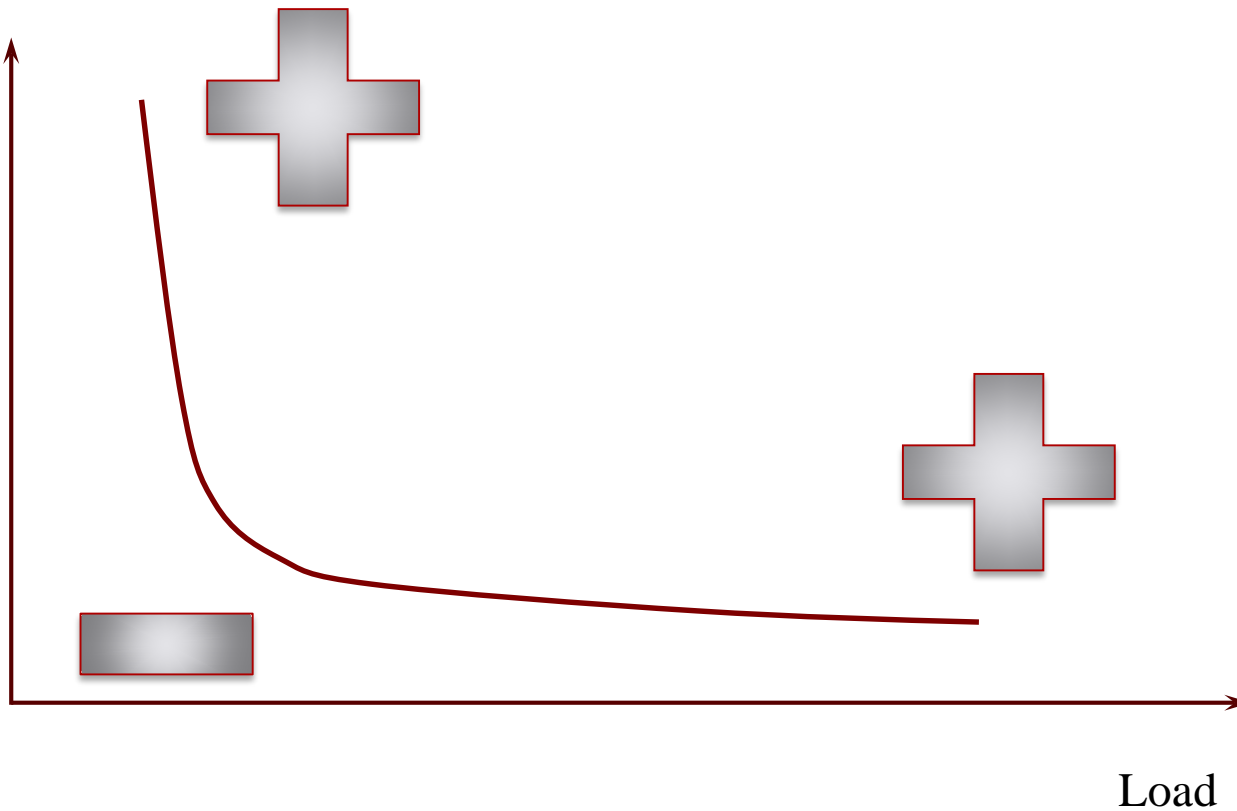
Anno di riferimento: 2017



- Traffico strada (totale 109 MlnT)**
- Traffico ferrovia (totale 53 MlnT)**

- Massa / *Mass*
- Distanza / *Distance*
- Alta frequenza su distanze brevi / *High frequency on short distances*
- Oggi anche la velocità / *Today even Speed*

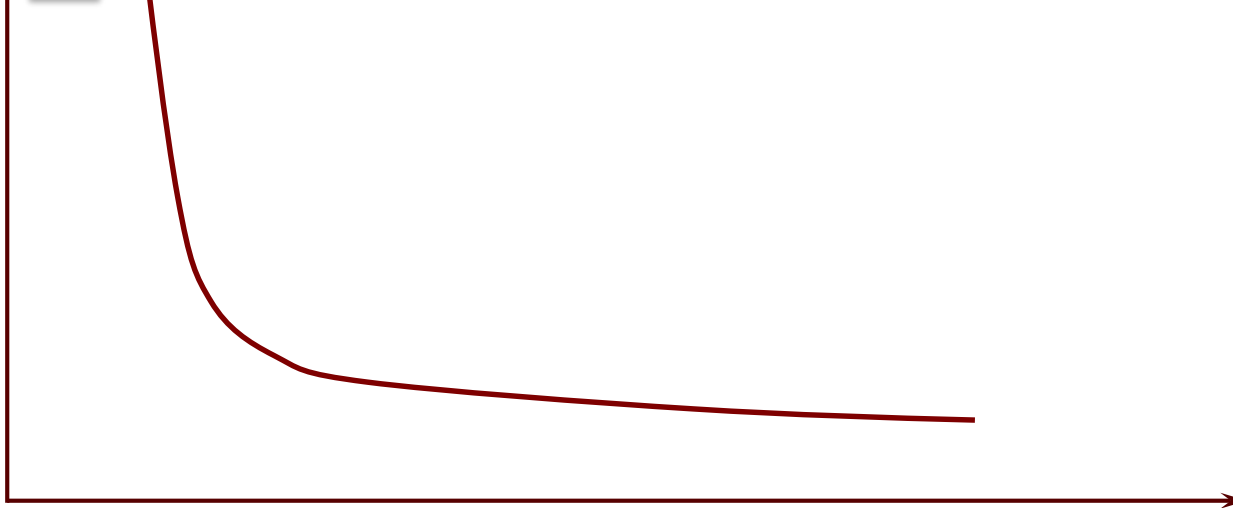
Distance



Ambito di competitività del trasporto ferroviario, tradizionale e recente



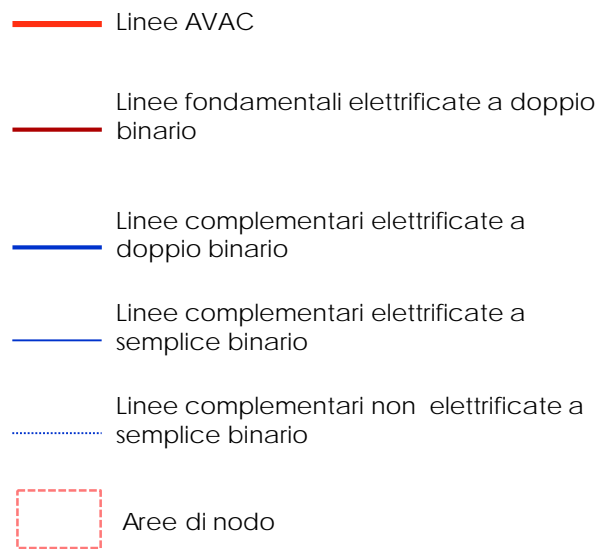
Speed



*Specific energy consumption
(e.g. kWh/pass·km)*

Ambito di competitività del trasporto ferroviario, presente futura

La rete attuale



- 1895 km di linee
 - 555 *fondamentali*
 - 1256 km *complementari*
 - 84 km *nodo*
- 1343 km di linee elettrificate
- 226 km di linea AVAC
- 1311 km di linee attrezzati con SCMT
- 109 km di linee attrezzati con ERTMS



La rete fondamentale: Il triangolo industriale

- Spina dorsale del trasporto ferroviario dell'Italia nord-occidentale



Le rete fondamentale: I collegamenti internazionali

- Assi strategici di collegamento:
 - Svizzera (Sempione)
 - Francia (Frejus)



La rete fondamentale

- Linee a doppio binario
- Generalmente attrezzate con
 - Blocco Automatico a Correnti Codificate linee convenzionali
 - ERTMS/ETCS2 linee AVAC

Linee convenzionali:

- Attrezzate con SCMT
- Velocità di marcia generalmente elevate (>140 km/h rango C)
- Elevata capacità teorica (>12 treni/h per d.m.)

Possibili ambiti di analisi:

- Incremento massa treni (merci)
- Incremento capacità
 - Tecnologia segnalamento
 - Sezioni di blocco
- Potenziameti infrastrutturali mirati



La rete complementare di base

- Linee a semplice e doppio binario, elettrificate
- Generalmente attrezzate con Blocco Conta-Assi
- Attrezzate con SCMT o SSC
- Velocità di marcia variabili, influenzate da orografia linea, opere d'arte, condizioni di manutenzione
- Modesta capacità teorica (5-12 treni/h per d.m.)

Possibili ambiti di analisi:

- Individuazione «linee di forza ed adduzione»
- Interventi infrastrutturali:
 - Raddoppio – anche selettivo
 - Incremento capacità
 - Incremento masse rimorciate
 - Incremento velocità medie



La rete complementare minore

- Linee a semplice binario, **non elettrificate**
- Generalmente attrezzate con Blocco Conta-Assi
- Attrezzate con SCMT o SSC
- Velocità di marcia variabili, influenzate da orografia linea, opere d'arte, condizioni di manutenzione. **In genere contenute.**
- Modesta capacità teorica (5-12 treni/h per d.m.)

Possibili ambiti di analisi:

- Individuazione «linee di adduzione»
- Elettrificazione
- Interventi infrastrutturali:
 - Raddoppio selettivo
 - Incremento capacità
 - Incremento masse rimorciate
 - Incremento velocità medie



Possibili ambiti di studio specifici:

Linee della Val di Susa

- Potenziamento linea storica
- Analisi progettata linea AVAC
- Ri-progettazione modello d'esercizio
- Attenzione al trasporto merci

Linee del Tenda

- Potenziamento dell'infrastruttura
- Studio di servizi Ventimiglia-Torino

Linee della Val d'Aosta

- Completa elettrificazione
- Potenziamenti infrastrutturali (raddoppio parziale)

Linea Chivasso-Asti

- Completa elettrificazione
- Potenziamenti infrastrutturali (raddoppio parziale)



Possibili ambiti di studio specifici:

Nodo di Torino

- Incremento capacità del passante
- Attivazione fermata Orbassano
- Attivazione sottopasso di C.so Grosseto
- Raddoppio selettivo linee di adduzione (Torino-Pinerolo, Carmagnola - Bra, ...)
- Ri-progettazione del modello d'esercizio
- Influenza della progettata linea AVAC della Val di Susa



Possibili ambiti di studio specifici:

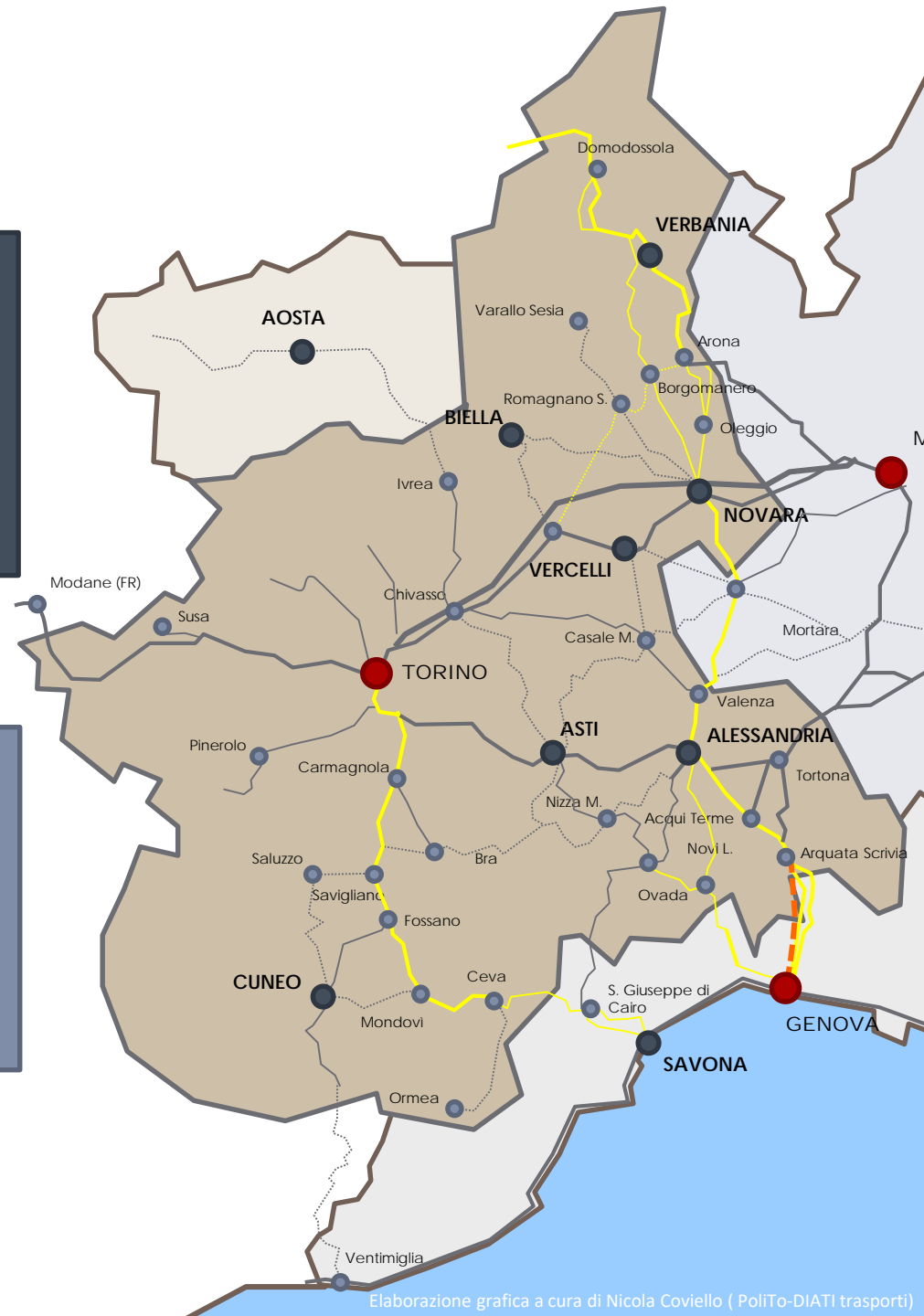
... in particolare per il trasporto merci

Direttrice Torino-Savona

- Analisi delle possibilità per il trasporto merci
- Valutazione interventi infrastrutturali migliorativi (segnalamento, raddoppio anche selettivo)

Collegamenti con la Svizzera

- Analisi delle possibilità per il trasporto merci
- Valutazione interventi infrastrutturali migliorativi (segnalamento, raddoppio anche selettivo)



Un esempio applicativo: traffico merci sulla Torino- Savona

- Porto di Savona → retroporto diffuso nel Piemonte Occidentale (SITO, ...)
- Interventi a favorire ed incrementare il traffico merci sulla direttrice Savona-S.Giuseppe-Torino
- **Linea correntemente quasi saturata da circolazione viaggiatori**
 - ~ 400 treni/giorno interessanti l'infrastruttura considerata
- Ridotta possibilità di programmare tracce aggiuntive merci da/per Savona

Obiettivo dell'analisi

- Incremento capacità utilizzabile linea
- Incremento **tonnellate/giorno** trasportabili



TO-SV: Interventi possibili

Infrastruttura

- Raddoppio tratta Ceva-S.Giuseppe
- Modifica segnalamento tratta Ceva-Torino
- Aumento moduli binario stazioni intermedie (Fossano, Savigliano, ...)

Materiale rotabile

- Impiego convogli merci:
 - Lunghi (750m – previo all. modulo), pesanti
- Con caratteristiche innovative:
 - Frenatura elettro-pneumatica
 - Potenza distribuita

(per gestire lunghezza e peso anche su linee di valico, senza penalizzare le prestazioni di marcia)



Tesi Magistrale (2018): treni da 750 m, incrementi massa trasportata tra il 20 e il 40 %, riduzione tempi percorrenza tra il 15 e il 25 %

Modello d'esercizio

- Riprogettazione dei servizi passeggeri per trovare lo «spazio per le merci»
- Disponibilità di tracce merci
 - Distribuite lungo la giornata
 - Sufficientemente robuste a fronte di perturbazioni d'esercizio

Analisi preliminare @ DIATI: con una *lieve* modifica dell'orario passeggeri, + 12% tracce merci disponibili

Uno studio organico può prendere in considerazione tutti gli interventi citati e **le loro mutue combinazioni** – sovrapposizione cronologica interventi



Garibaldi - Cavour (I)

La realizzazione dello stivale d'Italia mediante tessitura con rotaie, fumetto del 1861
building the **Italian boot**, in a cartoon of **1861**: *sewing the boot with railways*



- Railways for unification and connection: UE?
- Ferrovie per unificazione e connessione: EU?