

Facoltà di Ingegneria - Università di Bologna

Anno Accademico: 2010/11

TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

Docenti: Marino Lupi e Luca Mantecchini

PRESENTAZIONE DEL CORSO

CORSO DI TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

Docenti: *Marino Lupi* e *Luca Mantecchini*

Il corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti è un corso *introduttivo e di base*.

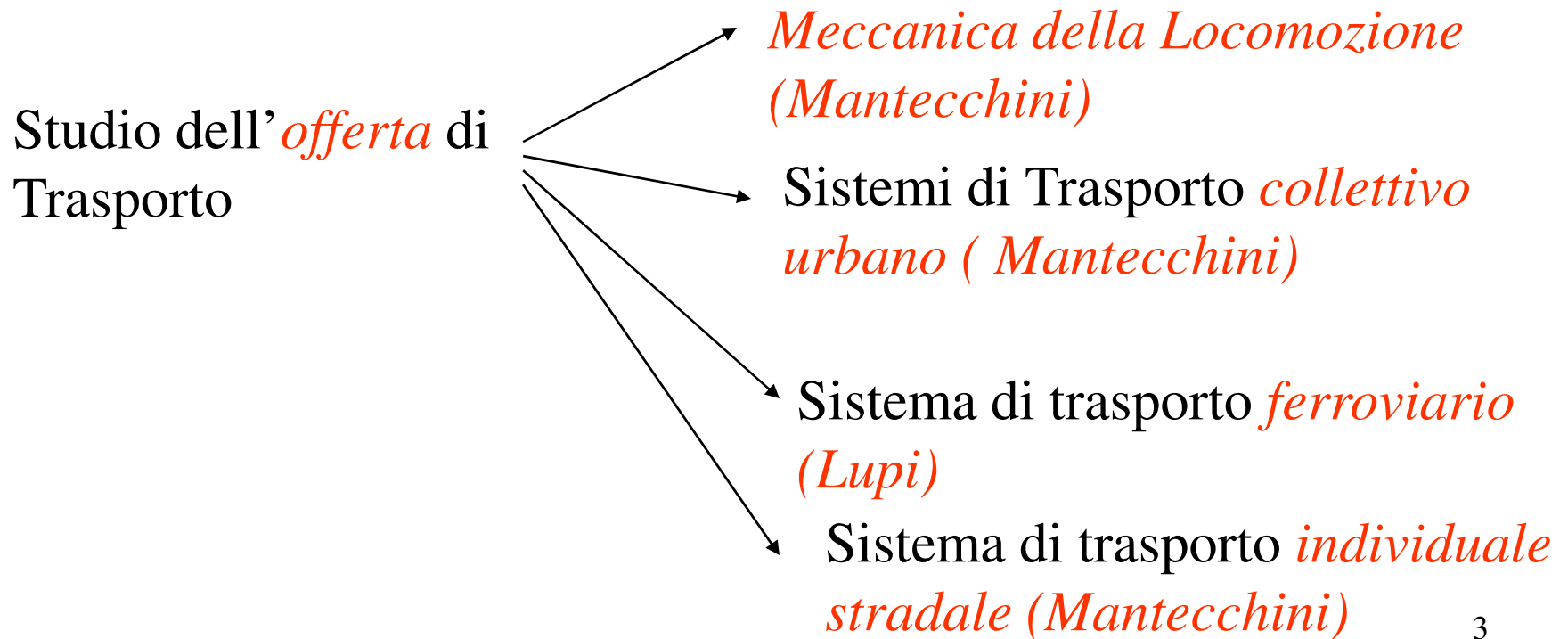
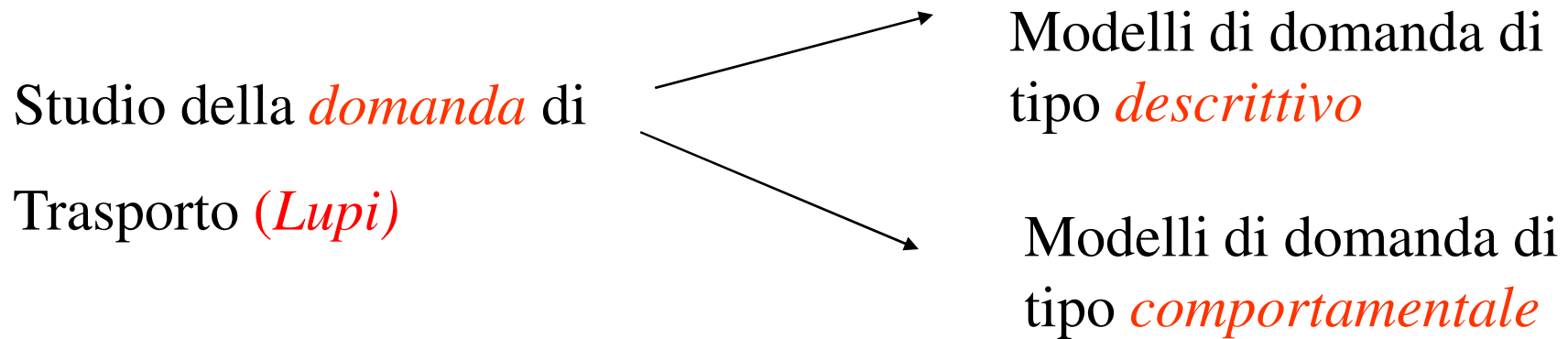
Scopo principale del corso: dare le *conoscenze di base* di *Ingegneria* dei *Sistemi* di *Trasporto*.

In particolare:

```
graph LR; A[In particolare:] --> B[Domanda di trasporto]; A --> C[Offerta di Trasporto];
```

Domanda di trasporto

Offerta di Trasporto



- *ESERCITAZIONI (Mantecchini)*

Le esercitazioni consistono:

- *Esempi* ed *applicazioni* degli argomenti in programma
- *Redazione* di un *progetto* di un *servizio di trasporto collettivo*.

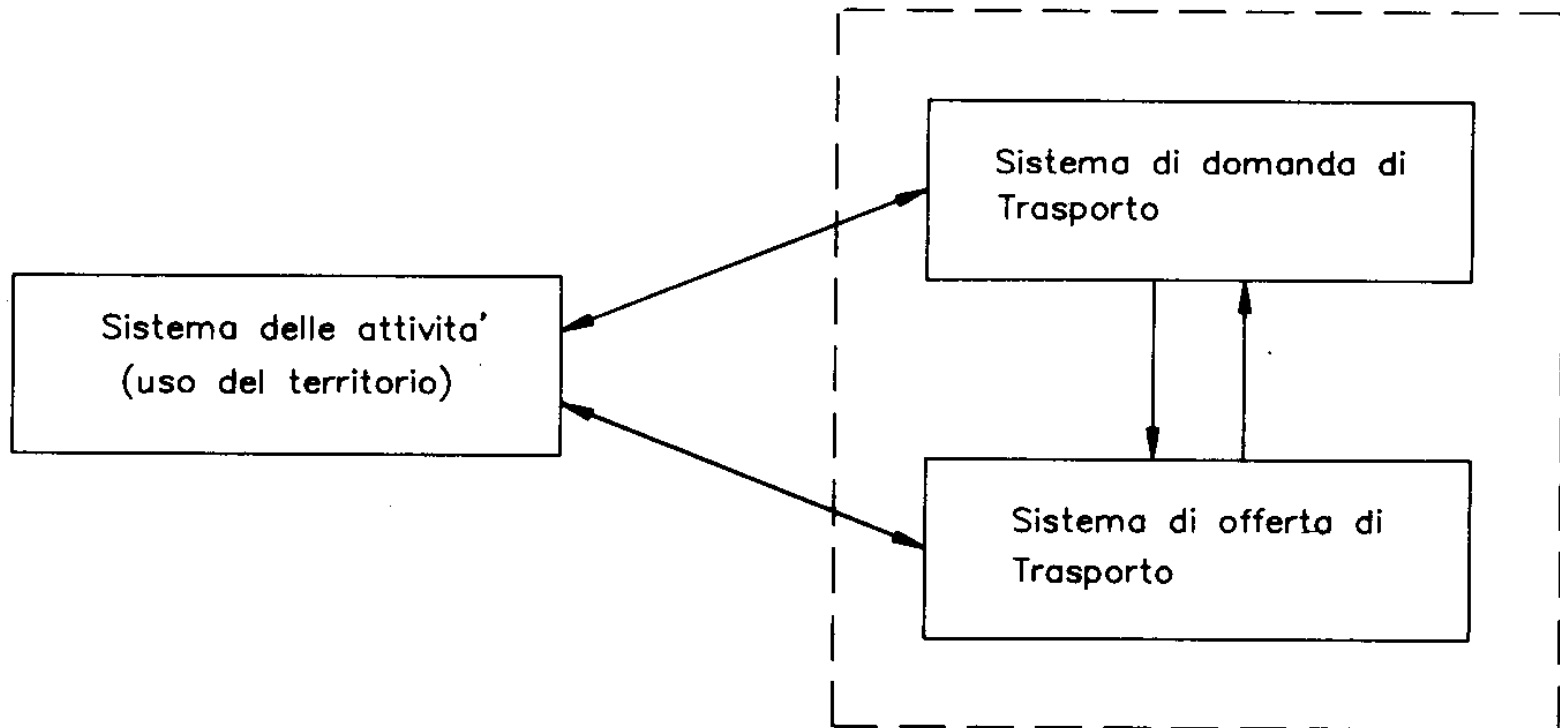
Per la redazione del progetto gli *studenti* sono *riuniti in gruppi*, composti di non più di cinque allievi: ciascun gruppo deve preparare un elaborato che è sottoposto alle *revisioni di un tutore*.

La *guida metodologica* per la redazione del progetto è costituita da *spiegazioni* effettuate in *aula* e dalle *discussioni e verifiche*, delle soluzioni progettuali proposte, effettuate con i *tutori*.

DEFINIZIONE DI SISTEMA DI TRASPORTO

Un sistema di trasporto è un *insieme di componenti*, e di loro interazioni, che determinano la *domanda* di spostamenti fra punti diversi del *territorio* e determinano *l'offerta* di servizi di trasporto per il soddisfacimento di tale domanda.

Sistema di Trasporto



Sottosistema dell'*offerta* modellizzato attraverso un *grafo*

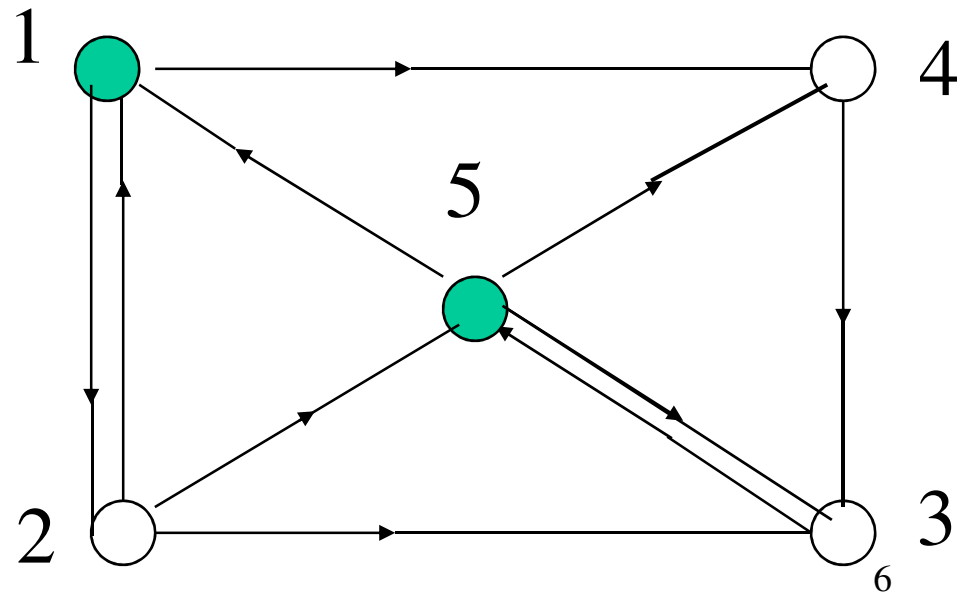
Definizione di *Grafo*

Sia dato un insieme N di elementi i che chiamiamo *nodi* ed un insieme L di *coppie* (i, j) con $i \in N$ e $j \in N$ che chiamiamo *archi*.

L'*insieme* G costituito dall'unione di N e di L :

$G = (N, L)$ costituisce un grafo.

Rappresentazione grafica



Richiamo di alcuni elementi di *calcolo della probabilità* necessari allo *studio della domanda di trasporto*.

- Eventi e spazio delle prove.
- Probabilità di un evento.
- Variabili aleatorie.

Sottosistema della *domanda*

Modello di domanda: $\mathbf{d} = \mathbf{F}(\mathbf{X}, \boldsymbol{\beta})$

\mathbf{d} : Vettore degli spostamenti in un territorio.

\mathbf{X} : Vettore degli attributi. Ad esempio: tempo dello spostamento, costo dello spostamento, distanza fra il punto di origine ed il punto di destinazione dello spostamento.

$\boldsymbol{\beta}$: Vettore dei *parametri (coefficienti)* che devono essere stimati.

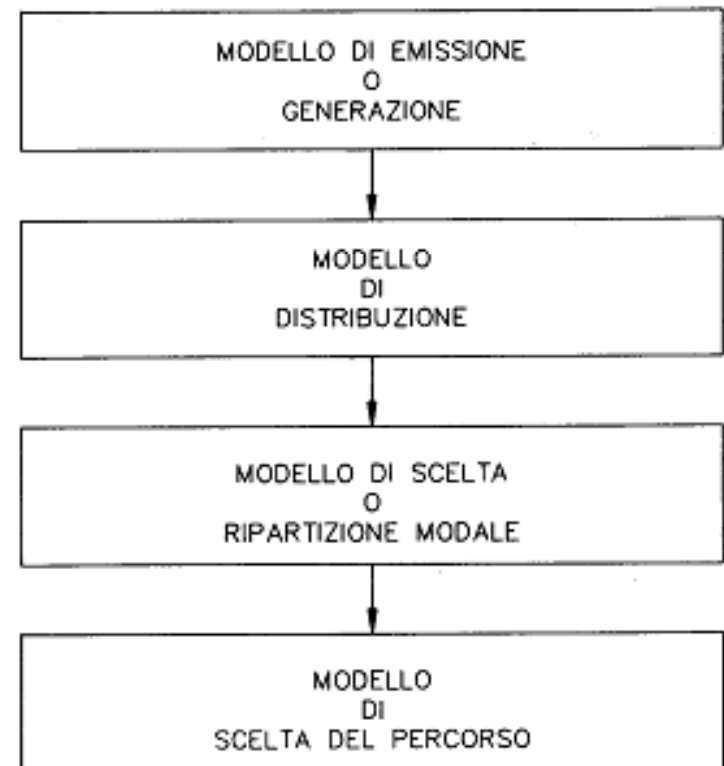
Due approcci fondamentali alla modellizzazione della domanda di trasporto

- Modello di domanda *descrittivo* (o *non comportamentale*): non si fanno *esplicite ipotesi* sul comportamento dell'utente.
- Modello di domanda *comportamentale*: si fanno *esplicite ipotesi* sul comportamento dell'utente.

Modello di domanda in area urbana

La modellizzazione di un *sistema di trasporto in area urbana* è la *più difficile*: sia per il sottosistema dell'offerta, sia per il sottosistema della domanda.

Modellizzazione della
domanda in area urbana:
modello a 4 stadi.



Calcolo della domanda di trasporto

Modello di domanda *descrittivo*: metodo di stima dei *minimi quadrati*.

Modello di domanda *comportamentale*: metodo di stima della *massima verosimiglianza*.

Analisi dell'offerta di trasporto

- *Meccanica della locomozione* dei veicoli *stradali* e *ferroviari*.
- Sistemi di trasporto *collettivo urbano*.
- Sistema di trasporto *ferroviario*.
- Sistema di trasporto *individuale stradale*.

Meccanica della locomozione dei veicoli stradali e ferroviari

- Caratteristiche della *ruota ferroviaria e stradale*.

- *Resistenze al moto*

- *Ordinarie* (al rotolamento, dovute all'aria).
- *Accidentali* (dovute alla pendenza, dovute alle curve).

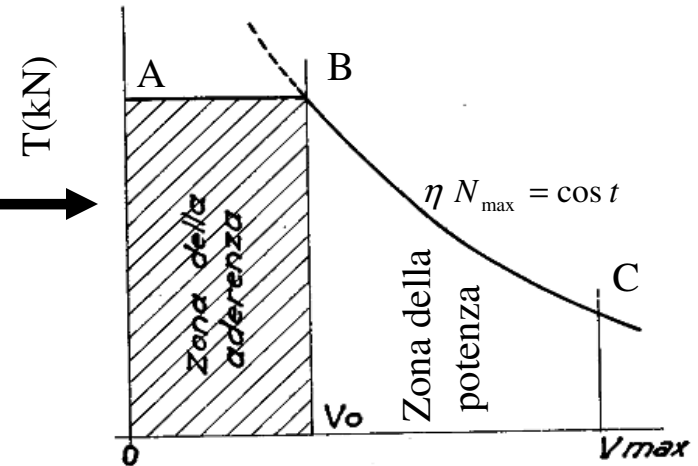
Equazione generale del moto: $T - R = M_e \frac{dv}{dt}$

- *Moto in curva* di un veicolo da trasporto.

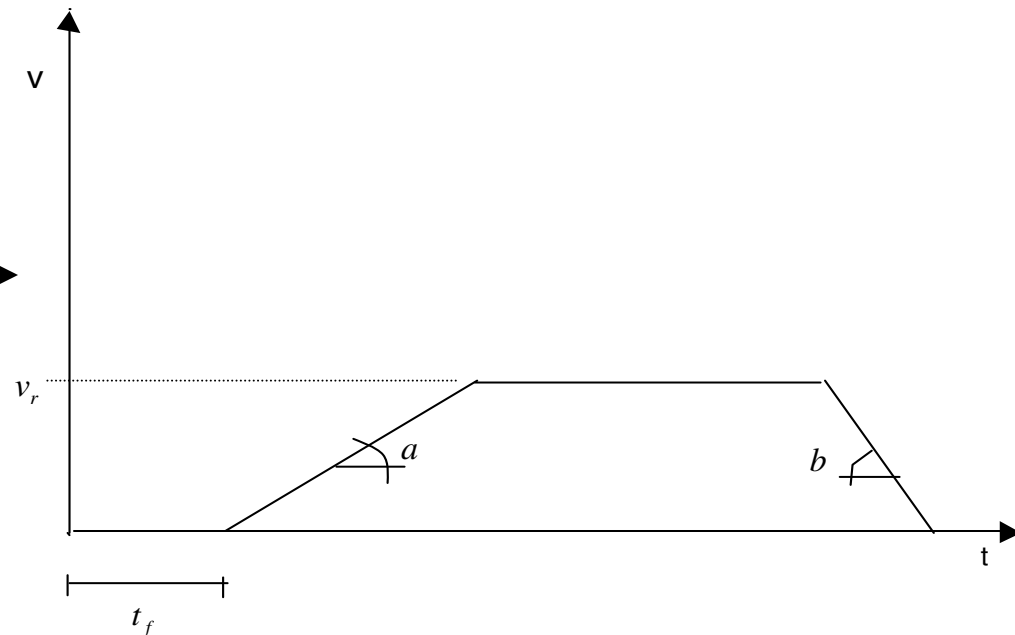
- *Spazio di frenatura* di un veicolo stradale e ferroviario₃

Meccanica della locomozione dei veicoli stradali e ferroviari

- Curva caratteristica di trazione (curva caratteristica di trazione *ideale*).

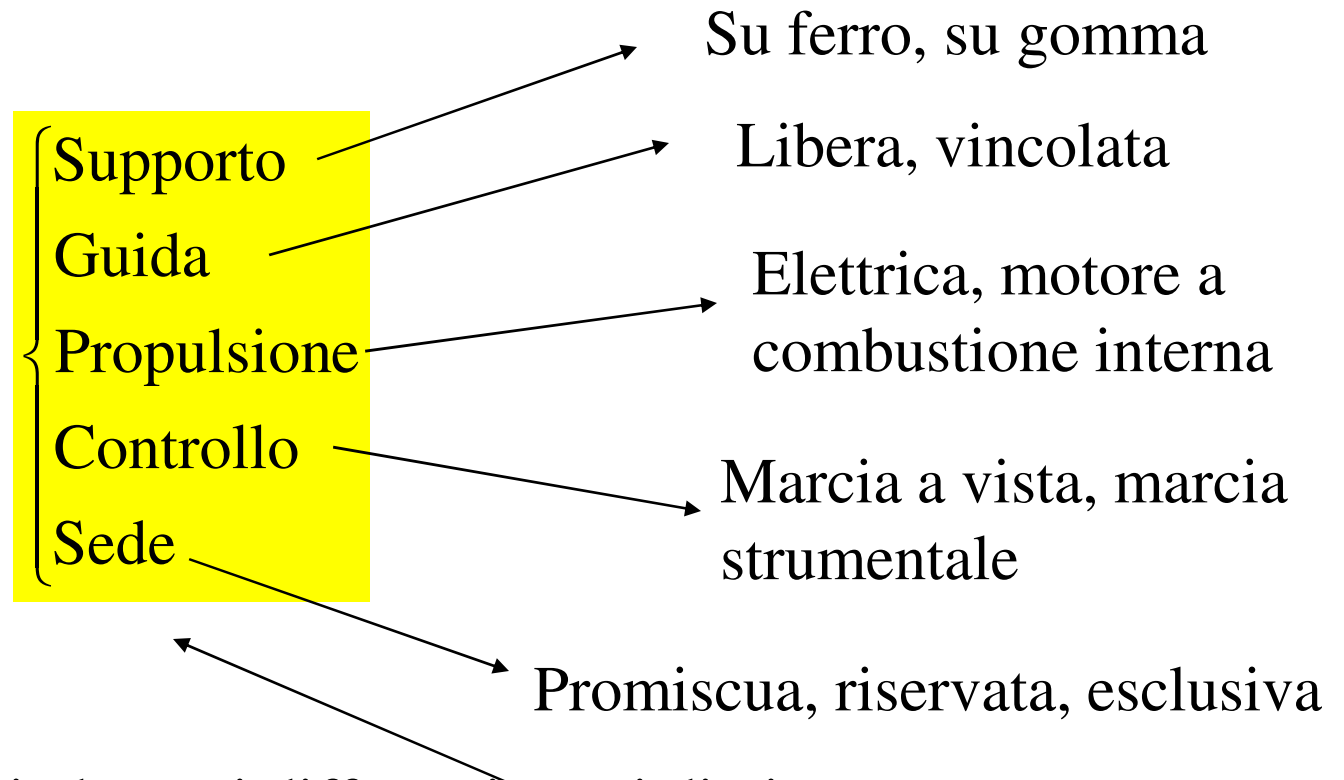


- Diagramma di Trazione



Sistemi di trasporto collettivo urbano

Classificazione dei sistemi di trasporto *collettivo* *urbano*



- Saranno classificati, in base ai differenti punti di vista:

Autobus, Filobus, Tram, Metropolitana pesante, Metropolitana leggera, Metrotranvia (Tranvia veloce).

- *Pregi e difetti* dei vari sistemi di trasporto collettivo.

Sistema di trasporto ferroviario

Forte rilancio a livello *europeo*, ed *italiano*, in termini di *investimenti*, per motivi di *impatto ambientale* (comprendendo il problema della *sicurezza*).

Studio dei *sistemi di circolazione*

Sistemi “classici” *FS* (Ferrovie dello Stato):

- Blocco elettrico automatico
a *circuito di binario* $\left\{ \begin{array}{l} a \text{ correnti fisse} \\ a \text{ correnti codificate} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} a \text{ 4 codici} \\ a \text{ 9 codici} \end{array} \right.$

- Blocco elettrico automatico *conta assi*

Sistema di trasporto ferroviario

Studio dei *sistemi di circolazione*

Problema molto sentito a livello europeo dell'*interoperabilità* dei mezzi di trazione su tutta la *rete principale europea* dei passeggeri e delle merci per rilanciare il trasporto ferroviario.

Nuovo sistema di segnalamento europeo *ERTMS* (European Rail Traffic Management System):

- *Livello 1* – Si sovrappone al sistema di *segnalamento esistente*.
- *Livello 2* - E' quello utilizzato per la nuova rete ad *alta velocità italiana* prevede il *blocco radio*.
- *Livello 3* – Dovrebbe essere il sistema di controllo della circolazione in un *prossimo futuro*: non è stato ancora implementato.

Sistema di trasporto individuale stradale

Variabili macroscopiche di una *corrente veicolare* in moto *ininterrotto* (per esempio: condizioni di circolazioni in autostrada): *portata, velocità media, densità; relazione fondamentale* fra di esse.

Modelli di deflusso stradale: Greenshields, Greenberg, Underwood, Northwestern.

Definizioni di *capacità, livello di servizio*, secondo l'**HCM** (“Highway Capacity Manual”), riferimento fondamentale, a livello internazionale, sulla circolazione stradale.

Determinazione del *livello di servizio* delle *autostrade* secondo l'HCM.

- *ESERCITAZIONI*

- *Estrazione* della rete di trasporto utilizzata per l'esercitazione dalla realtà territoriale.
- Calcolo della *matrice della domanda* di trasporto.
- Calcolo dei *flussi* sui rami della rete (problema della assegnazione).
- “Diagrammi fiume” dei carichi sulla rete (rappresentazione dei flussi sugli archi).
- *Caratteristica meccanica* di trazione e *caratteristica resistente* dei veicoli per il trasporto urbano.

- *Dimensionamento* di una *linea* di trasporto pubblico
- Diagramma della potenza resistente.
- Verifica di aderenza.

Diagramma di trazione:

- tratte urbane centrali (velocità media e velocità commerciale di tratta)
- tratte urbane periferiche (velocità media e velocità commerciale di tratta)
- *Orario grafico* di una *corsa* (velocità commerciale e velocità di esercizio di linea).
- *Orario grafico* della *linea*.

I lucidi presentati a lezione sono scaricabili dal
sito:

<http://campus.cib.unibo.it>