

PROGRAMMA DI TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

LAUREA TRIENNALE - Anno Accademico **2010-11**

Docenti: Marino Lupi – Luca Mantecchini

Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di *Tecnica ed Economia dei Trasporti* è un corso *introduttivo e di base*. Il corso ha come scopo, principale, quello di dare le conoscenze di base di *Ingegneria dei Sistemi di Trasporto*. In particolare nel corso sono studiate la *domanda di trasporto* e *l'offerta di trasporto*. L'analisi dell'offerta è diviso nello studio: della *meccanica della locomozione* dei veicoli stradali e ferroviari; dei sistemi di trasporto *collettivo urbano*; del sistema di trasporto *ferroviario*; del sistema di trasporto *individuale stradale*.

Programma/Contenuti

LEZIONI

Introduzione al corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti

Scopo e oggetto del corso.

I SISTEMI DI TRASPORTO

Definizione di sistema di trasporto. Il sottosistema della domanda e il sottosistema dell'offerta. Interazione fra il sistema di trasporto e il sistema socioeconomico del territorio. Definizione di grafo e metodi di rappresentazione. Alcune caratteristiche dei grafi. Definizione di rete di trasporto: costi degli archi e costi dei percorsi. Schematizzazione del sistema dell'offerta di trasporto come rete di trasporto: i comparti ambientali, la classificazione delle strade urbane, rappresentazione delle intersezioni semaforizzate.

Richiami di calcolo delle probabilità (per la trattazione della domanda di trasporto)

Eventi e spazio delle prove. Probabilità di un evento.. Probabilità condizionata. Eventi indipendenti. Variabili aleatorie. Funzione di distribuzione, funzione di probabilità e funzione di densità di probabilità di una variabile aleatoria. Variabili aleatorie discrete e variabili aleatorie continue. Media e varianza di una variabile aleatoria. Percentili di una variabile aleatoria. Funzione di variabile aleatoria. Variabili aleatorie congiunte: funzione di probabilità congiunta; funzione di probabilità marginale. Variabili aleatorie indipendenti. Funzione di variabili aleatorie congiunte. Covarianza di due variabili aleatorie.

LA DOMANDA DI TRASPORTO

Modelli di domanda.

Classificazione dei modelli di domanda: modelli descrittivi e comportamentali; modelli aggregati e disaggregati. Fasi di messa a punto di un modello di domanda: specificazione, calibrazione, corroborazione. Esempi di modelli descrittivi: i macromodelli di domanda, i modelli gravitazionali. Elasticità della funzione di domanda. Modelli comportamentali: ipotesi fondamentali dei modelli di utilità aleatoria. La variabile aleatoria di Weibull-Gumbel. Il modello logit. Osservazioni sulla specificazione di un modello logit. Difetti del modello logit.

Domanda di trasporto in area urbana.

Il sistema di modelli a 4 stadi. Il modello di generazione degli spostamenti. Il modello di distribuzione degli spostamenti. Il modello di scelta modale. Il modello di scelta dell'itinerario. Assegnazione a costi costanti rispetto ai flussi. Assegnazione tutto o niente: l'algoritmo di Dijkstra e l'algoritmo di L-deque. Assegnazione stocastica di tipo probit: procedimento di simulazione.

Calcolo della domanda di trasporto.

Il modello di regressione lineare per la stima dei parametri di un modello di domanda. Stima del vettore dei parametri del modello: l'estimatore dei minimi quadrati. Corroborazione di un modello di regressione lineare: il coefficiente di determinazione, il test "t di Student" sui singoli parametri del modello. Calibrazione di un modello di utilità aleatoria: metodo della massima verosimiglianza. Corroborazione di un modello di utilità aleatoria: statistica rho-quadro, test di ipotesi sui parametri del modello.

ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

Elementi di meccanica della locomozione dei veicoli ferroviari e stradali

Introduzione al problema del moto. Ruota, rotaia e sovrastruttura ferroviaria. Ruota stradale: pneumatico. Il fenomeno dell'aderenza. L'aderenza nel caso di: ruota motrice, ruota portante, ruota frenata. Valori pratici del coefficiente di aderenza nel caso ferroviario e in quello stradale. Introduzione alle resistenze al moto nei veicoli terrestri. Resistenza al rotolamento: caso stradale, caso ferroviario; formule pratiche per il calcolo. Resistenza dell'aria: formula per il calcolo, coefficienti di forma. Formule globali pratiche per il calcolo delle resistenze ordinarie nel caso ferroviario. Resistenza dovuta alla pendenza. Resistenza dovuta alle curve. Gradi di prestazione di una linea ferroviaria. Equazione generale del moto: massa equivalente. Moto in curva dei veicoli stradali e ferroviari: aderenza trasversale e svio; relazione fra velocità, raggio della curva circolare e pendenza trasversale.

ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

Elementi di meccanica della locomozione dei veicoli ferroviari e stradali (continua)

Formula di Pochet per la condizione di svio. Spazio di frenatura e di arresto nel caso stradale e in quello ferroviario. Peso frenato di un veicolo ferroviario. Caratteristica meccanica di trazione ideale. Curve caratteristiche di trazione di veicoli ferroviari. Trasmissione meccanica in un veicolo con motore a combustione interna: rapporti al cambio; scelta dei rapporti al cambio. Curve caratteristiche di trazione di veicoli equipaggiati con motore endotermico. Integrazione dell'equazione generale del moto: diagramma di trazione. Fasi del moto: avviamento, regime, lancio, frenatura. Forme del diagramma di trazione: caso triangolare, caso trapezio, caso con fase di lancio, caso con fase di lancio e di regime. Velocità commerciale e velocità di esercizio di una linea di trasporto pubblico. Numero di mezzi per eseguire un servizio di trasporto collettivo, tempo al giro.

ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

Sistemi di trasporto collettivo urbano

Classificazione dei sistemi di trasporto collettivo urbano in base a: "supporto", "guida", "propulsione", "controllo", "sede". Caratteristiche peculiari, pregi e difetti di: autobus, filobus, tram, metropolitana pesante, metropolitana leggera, metrotranvia. Capacità dei mezzi e capacità delle linee per i diversi sistemi di trasporto collettivo.

Sistema di trasporto ferroviario

Generalità sulla offerta di trasporto ferroviario in Italia e nel mondo. Evoluzione della domanda di trasporto ferroviario e degli altri sistemi di trasporto in Europa e in Italia. Sistemi di trasporto: consumo energetico e sicurezza. Elementi caratteristici della sede ferroviaria sezione trasversale ferroviaria. Regimi di circolazione per una linea ferroviaria. Blocco elettrico automatico a circuito di binario: sezioni di blocco "non concatenate" e "concatenate".

Sistema di trasporto ferroviario (continua)

Blocco elettrico automatico a circuito di binario a correnti codificate: a 4 codici; a 9 codici. Blocco elettrico automatico conta assi. Potenzialità di una linea ferroviaria omotachica. Formula UIC per il calcolo della potenzialità di una linea ferroviaria. Potenzialità di una linea ferroviaria eterotachica. Il nuovo sistema di segnalamento europeo ERMTS/ETCS. ERTMS di livello1. ERTMS di livello2: il blocco radio. ERTMS di livello 3. Movimenti dei treni nelle stazioni: itinerari di arrivo e di partenza. Apparati centrali per il movimento dei treni in stazione. Il sistema di controllo marcia treno (SCMT): caratteristiche, esempi di funzionamento. Il sistema di supporto alla condotta (SSC) Sistemi di esercizio: dirigenza locale, dirigenza centrale, controllo del traffico centralizzato (CTC), sistema comando e controllo (SCC).

ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

Sistema di trasporto individuale stradale

Modelizzazione del deflusso veicolare. Variabili macroscopiche di una corrente veicolare: densità, velocità, portata; relazione fondamentale. Modelli macroscopici di deflusso veicolare. Definizione di capacità, livello di servizio secondo l'HCM ("Highway Capacity Manual"), . Determinazione del livello di servizio delle autostrade secondo l'HCM.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono: in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma e nella redazione di un progetto di un servizio di trasporto collettivo. A questo ultimo fine 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.

LEZIONI DI SPIEGAZIONE DEL PROGETTO TENUTE IN AULA

Rete di trasporto utilizzata per l'esercitazione. Matrice della domanda di trasporto. Calcolo dei flussi sui rami della rete. Diagrammi fiume dei carichi sulla rete. Caratteristica meccanica di trazione e caratteristica resistente dei veicoli per il trasporto urbano. Potenza resistente. Verifica di aderenza. Diagramma di trazione per tratte urbane centrali e per tratte urbane periferiche: velocità media e velocità commerciale di tratta. Dimensionamento di una linea di trasporto pubblico. Orario grafico di una corsa: velocità commerciale e velocità di esercizio di linea. Orario grafico di una linea.

Testi/Bibliografia

- Lucidi presentati a lezione dai docenti; scaricabili dal sito <http://campus.cib.unibo.it>
- Cantarella G. E. (a cura di) "Sistemi di Trasporto: Tecnica ed Economia". UTET, Torino.
- Lupi M. "La Domanda di Trasporto (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.
- Lupi M. "Elementi di Meccanica della Locomozione (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.
- Micucci A. e Bottazzi A. "Guida alla Progettazione di un Servizio di Trasporto Pubblico Urbano in una Città di Medie Dimensioni." Pitagora Editrice Bologna.
- Orlandi A: "Meccanica dei Trasporti". Pitagora Editrice Bologna

Metodi didattici

Il corso è strutturato in *lezioni* ed *esercitazioni*.

Durante le *lezioni* sono illustrate e discusse le principali problematiche teoriche ed applicative relative all'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto. In particolare sono trattate la *domanda di trasporto* e *l'offerta di trasporto*. Questa ultima è divisa nello studio: della *meccanica della locomozione* dei *veicoli stradali e ferroviari*; dei sistemi di trasporto *collettivo urbano*; del sistema di trasporto *ferroviario*; del sistema di trasporto *individuale stradale*.

Le lezioni sono affiancate dalle *esercitazioni*. Le esercitazioni consistono: in *esempi* ed *applicazioni* degli *argomenti in programma* e nella redazione di un *progetto di un servizio di trasporto collettivo*. A questo ultimo fine 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*.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale con discussione del progetto elaborato dagli allievi. *Prima di presentarsi all'esame* il progetto di esercitazione deve essere *revisionato e approvato dal tutor* assegnato al gruppo di cui l'allievo fa parte. Il tutor esprime su ciascun allievo un **giudizio individuale** sul lavoro di esercitazione svolto.

Lingua di insegnamento

Italiano

Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore: le diapositive che vengono illustrati a lezione sono messe a disposizione degli studenti. Attrezzature informatiche del laboratorio didattico DISTART- Trasporti. Software per lo svolgimento del progetto di esercitazione. Dispense delle lezioni.