UNIVERSITÀ DI PISA

RETI DI TRASPORTO: METODI E MODELLI

MARINO LUPI

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE CIVILI E DELL'AMBIENTE
Code	226HH
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
RETI DI TRASPORTO: METODI E MOD	ICAR/05	LEZIONI	60	ALESSANDRO FARINA MARINO LUPI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

L'insegnamento di "Reti di Trasporto: Metodi e Modelli" ha come scopo principale quello di individuare i metodi e i modelli per pianificare e progettare l'accessabilità al territorio tenendo conto dell'impatto ambientale, sul territorio, dei sistemi di trasporto. Nell'insegnamento sono studiati i metodi e i modelli per studiare: la domanda e l'offerta nelle reti di trasporto, la loro interazione, le metodologie per valutare progetti alternativi nel campo dei trasporti.

Modalità di verifica delle conoscenze

Le conoscenze finali dell'allievo sono verificate alla fine del corso attraverso un esame orale.

Capacità

Al termine del corso lo studente dovrà avere acquisito una capacità progettuale riguardante le reti di trasporto: con riguardo al sistema dell'offerta, al sistema della domanda e all'interazione domanda-offerta nei sistemi di trasporto.L'allievo, inoltre, dovrà avere acquisito la capacità di valutare progetti alternativi nel campo dei trasporti.

Modalità di verifica delle capacità

Discussioni in aula durante le lezioni. Esame finale.

Comportamenti

Alla fine del corso l'allievo dovrà essere in grado di affrontare i problemi di progetto ed esercizio relativi alle reti di trasporto.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica generale verrà fatta durante l'esame finale .

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per affrontare i contenuti dell'insegnamento di Reti di Trasporto: Metodi e Modelli, della Laurea Magistrale in Ingegneria delle Infrastrtture e dell'Ambiente (WIV-LM) sono sufficienti le conoscenze acquisite in un corso triennale dell'Area dell'Ingegneria Civile. Essendo al secondo anno della Magistrale è consigliato affrontare prima lo studio dell'insegnamento di Tecnica dei Trasporti Terrestri, Marittimie e Aerei, insegnamento del settore disciplinate ICAR05-Trasporti al primo anno del corso di Laurea.

Indicazioni metodologiche

Il corso è strutturato in lezioni ed esercitazioni.
Durante le lezioni sono illustrate e discusse: le nozioni fondamentali sulle reti di Trasporto . Più specificamente: il sottosistema della offerta di trasporto; il sottosistema della domanda: l'interazione domanda-offerta di trasporto; la valutazione di progetti alternativi nel campo dei trasporti.
Le lezioni si svolgono con l'ausilio di diapositive.
Le esercitazioni consistono in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma.
I lucidi presentati a lezione sono scaricabili dal sito del docente: http://www.dic.unipi.it/marino.lupi/ e dalla piattaforma Teams dell'insegnamento.

I lucidi non costituiscono un libro di testo: sono di ausilio per seguire le lezioni. Non possono sostituire la presenza a lezione che è fortemente consigliata.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

LEZIONI

Introduzione all'insegnamento di " Reti di Trasporto: Metodi e Modelli": argomenti trattati, esercitazioni, modalità esame, testi.

Parte prima: **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 sugli archi e costi sugli itinerari. Funzioni di costo separabili e non separabili. Schematizzazione del sistema dell'offerta di trasporto come rete di trasporto: la classificazione delle strade urbane, i comparti ambientali, il rapporto Buchan. Strade di scorrimento nella rete stradale di Pisa. La modellizzazione delle intersezioni semaforizzate.

Parte seconda : **Funzioni di costo nel caso di flusso ininterrotto e interrotto**

Funzioni di costo in condizioni di flusso ininterrotto: autostrade e strade extra-urbane bidirezionali a due corsie. Funzioni di costo in condizioni di flusso interrotto: strade urbane con intersezioni semaforizzate. La formula di Webster, la formula di Whiting-Robertson. Il problema delle svolte permesse: il "gap acceptance", la formula di Harders. Funzioni di costo nel caso di: intersezioni non semaforizzate, intersezioni a rotatoria. Lunghezza della coda e capacità di un arco ad una intersezione urbana (semaforizzata e non semaforizzata).

Parte terza: **Modelli di domanda di trasporto**

Classificazione dei modelli di domanda: modelli descrittivi e comportamentali. 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: probabilità di scelta di una alternativa. Osservazioni sulla specificazione di un modello logit. Esempi di modelli logit applicati alle scelta di trasporto. Difetti del modello logit.

Parte quarta: **Domanda di trasporto in area urbana: il modello a 4 stadi**

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.

Parte quinta: **Calcolo della domanda di trasporto.**

Il modello di regressione lineare per la stima dei coefficienti di un modello di domanda. Stima del vettore dei coefficienti 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. Stima diretta della domanda di trasporto. Utilizzo dei conteggi di traffico per la "correzione" di un esistente vettore di domanda. Utilizzo dei conteggi di traffico per la calibrazione di un modello di domanda. Determinazione della matrice di assegnazione.

Parte sesta: **Equilibrio nelle reti di trasporto e assegnazione della domanda alle reti di trasporto**

"User equilibrium" in una rete di trasporto nel caso di vettore di domanda noto ed approccio deterministico (DUE). Definizione di vettore di equilibrio come soluzione di una disequazione variazionale. Il paradosso di Braess. Assegnazione deterministica ad una rete di trasporto nel caso di domanda fissa e funzioni di costo separabili: il metodo di Frank e Wolfe. Assegnazione deterministica nel caso di funzioni di costo non separabili: il metodo di "diagonalizzazione". Equilibrio probabilistico (SUE) in una rete di trasporto nel caso di vettore di domanda noto: definizione. Funzione il cui minimo non vincolato corrisponde al vettore di equilibrio probabilistico. Il metodo delle medie successive (MSA) per il calcolo del vettore di equilibrio probabilistico nel caso di funzioni separabili. Estensione del metodo MSA al caso di funzioni non separabili. Classificazione degli algoritmi di assegnazione esaminati nell'insegnamento. Confronto fra una assegnazione di equilibrio deterministica e una probabilistica in un caso concreto.

Parte settima: **Ancora sui modelli di utilità aleatoria**

Ancora sui modelli di utilità aleatoria: il modello nested logit; il modello mixed logit; un'applicazione del modello mixed logit.

Parte ottava: **Analisi Costi- Benefici e Analisi Multicriteria**

Il processo di pianificazione e programmazione delle infrastrutture in Italia. Origini dell'analisi costi-benefici . Basi teoriche dell'analisi costi-benefici: surplus e sua variazione. Attualizzazione dei costi e dei benefici. Orizzonte temporale di riferimento. Indicatori di redditività: Il Valore Attuale Netto (VAN); il Rapporto Benefici/Costi Attualizzati (RBCA); il Tasso Interno di Rendimento (TIR); il Pay Back Period (PBP). Analisi di sensibilità. Impatti interni nell'analisi costi-benefici: tempi e costi. Esempi di determinazione dei costi di costruzione, esercizio, manutenzione, di un opera di trasporto. Il valore residuo di un opera. Impatti esterni nell'analisi costi-benefici: congestione stradale, incidentalità, inquinamento atmosferico, inquinamento acustico, riscaldamento globale. I limiti dell'analisi costi-benefici. Analisi multicriteria: i diversi obiettivi che si pone il decisore, i criteri di giudizio. Matrice di valutazione. Matrice di paragone. Un metodo di analisi multicriteria: il metodo Electre I. Indici di concordanza e indici di discordanza. Un esempio di applicazione del metodo Electre I.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma.

UNIVERSITÀ DI PISA

Bibliografia e materiale didattico

- Lucidi presentati a lezione; scaricabili dal sito http://www.dic.unipi.it/marino.lupi/ e dalla piattaforma Teams dell'insegnamento.

I lucidi non costituiscono un libro di testo: sono di ausilio per seguire le lezioni. Non possono sostituire la presenza a lezione che è fortemente consigliata.
Parti, riguardanti gli argomenti in programma, dei seguenti testi:

- Ferrari P.: " Fondamenti di Pianificazione dei Trasporti", Pitagora, Bologna, 2001.
- Pratelli A.: "Ingegneria dei Sistemi di Trasporto ", Pitagora, II edizione, Bologna, 2007.

Testi per la consultazione:

- Cascetta E. , "Modelli per i Sistemi di Trasporto – Teoria e Applicazioni", UTET Università, 2006.

Indicazioni per non frequentanti

La frequenza dell'insegnamento non è obbligatoria, ma fortemente consigliata.

Modalità d'esame

Esame orale

Altri riferimenti web

Piattaforma per ricevimento studenti e caricamento materiale dell'insegnamento: Microsoft Teams
Pagina web del docente: http://www.dic.unipi.it/marino.lupi/
Registro delle lezioni: https://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=10335929:::&ri=6048

Note

- Gli studenti sono invitati a fare attenzione agli avvisi riportati sul sito docente: http://www.dic.unipi.it/marino.lupi/ e/o sulla piattaforma Teams dell'insegnamento.
- Si ricorda che per essere ammessi a sostenere l'esame **è obbligatoria l'iscrizione sul portale** https://esami.unipi.it

Ultimo aggiornamento 14/12/2023 12:02