

## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "MODELLI E ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE"

SSD MAT/09\*

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: STERLE CLAUDIO

TELEFONO: 081 768 5911

EMAIL: CLAUDIO.STERLE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

SEMESTRE: II

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti conoscenze avanzate di programmazione matematica per la modellazione e risoluzione esatta di problemi decisionali complessi di ottimizzazione su rete in ambito ingegneristico. Lo studio teorico dei principali algoritmi per il calcolo della soluzione ottima dei problemi decisionali affrontati è completato dalla sperimentazione numerica di tali algoritmi mediante l'utilizzo di software di ottimizzazione. Al termine del corso lo studente avrà acquisito la conoscenza di metodologie avanzate per la modellazione e soluzione di problemi di ottimizzazione continua, intera e mista-intera su reti informatiche e di telecomunicazioni.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Il percorso formativo ha l'obiettivo di fornire agli studenti le metodologie di ottimizzazione continua, intera e mista-intera necessarie per la modellazione e risoluzione esatta di problemi ingegneristici nell'ambito delle reti informatiche e di telecomunicazioni. Lo studente deve dimostrare di aver acquisito gli strumenti necessari a formulare un problema decisionale mediante un modello di programmazione matematica, individuando funzione obiettivo, variabili decisionali e vincoli del sistema oggetto di studio. Lo studente deve inoltre essere in grado di individuare il miglior metodo risolutivo da utilizzare per la determinazione della soluzione ottima di un problema decisionale, in relazione alle sue specifiche caratteristiche. Infine, lo studente deve essere in grado di analizzare la sensibilità della soluzione ottenuta rispetto alla variabilità delle condizioni al contorno e comprenderne i nessi causali.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Il percorso formativo è orientato a trasmettere gli strumenti metodologici e operativi necessari ad applicare concretamente le conoscenze di programmazione matematica a problemi di ottimizzazione su rete emergenti nel contesto informatico e delle telecomunicazioni. In particolare, lo studente deve dimostrare di saper sviluppare tutte le fasi di un processo decisionale: analisi del sistema (definizione delle sue componenti, dei parametri che lo caratterizzano, assunzioni e specifiche di funzionamento); definizione del problema decisionale; selezione/costruzione di un modello matematico di simulazione del sistema; implementazione e risoluzione del modello tramite un algoritmo e/o un software di ottimizzazione; analisi ed interpretazione dei risultati al fine di verificare la qualità della soluzione e mettere in atto eventuali meccanismi di retroazione.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

- Ottimizzazione non lineare multidimensionale non vincolata
  - Metodi di gradiente
  - Algoritmo di discesa e salita ripida, gradiente coniugato
  - Analisi grafica ed esercitazioni numeriche
  
- Ottimizzazione non lineare e lineare multidimensionale vincolata
  - Condizioni di ottimo nei problemi di ottimizzazione vincolata (condizioni di Kuhn-Tucker)
  - Rilassamento Lagrangiano
  - Metodi a direzione ammissibile
  - Analisi grafica ed esercitazioni numeriche
  - Ottimizzazione lineare come caso particolare della Ottimizzazione non lineare
  - Algoritmo del simpleso, analisi di stabilità e dualità
  
- Metodi avanzati di ottimizzazione lineare intera (PLI)

- Formulazione di problemi ottimizzazione lineare intera e nocciolo convesso
  - Metodi avanzati di risoluzione basati su "row e column generation"
  - Branch and Bound e Branch and Cut
  - Tecniche di rilassamento
- Problemi avanzati di instradamento, localizzazione e progetto su rete (modellazione e soluzione).
    - Problemi di percorso: problemi di minimo percorso e minimo percorso vincolato (minimi percorsi attraverso specificati vertici, con finestre temporali, con risorse limitate), minimo percorso con vincoli di capacità (Quickest path e quickest flow); problema del percorso massimo
    - Problemi di flusso: dei problemi di flusso single e multi-commodity con costi costanti e costi variabili; problemi di massimo flusso; problemi con flussi unicast e multicast;
    - Problemi di network design: problemi di localizzazione; progettazione di reti multi-layer; progettazione e dimensionamento di reti di comunicazione; progettazione di reti affidabili e resilienti.
  - Software di ottimizzazione:
    - introduzione ai software di ottimizzazione (Xpress, Cplex);
    - modellazione e risoluzione di problemi reali di programmazione lineare continua, intera e mista-intera tramite tecniche esatte

## MATERIALE DIDATTICO

- A. Sforza, Modelli e Metodi della Ricerca Operativa, III ed., ESI, Napoli
- F. S. Hillier, G. J. Lieberman, Ricerca operativa - Fondamenti, 9/ed., McGraw-Hill
- C. Guéret, C. Prins, M. Sevaux, Applications of optimization with Xpress-MP, Editions Eyrolles, Paris
- IBM ILOG CPLEX V12.7 User's Manual for CPLEX
- Materiale didattico integrativo fornito durante il corso e materiale disponibile on-line

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: lezioni frontali (60%), seminari (10%), esercitazioni di tipo numerico e di introduzione all'uso di software di ottimizzazione (30%). Il materiale del corso sarà reso disponibile on-line agli studenti.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

L'esame prevede lo svolgimento di un elaborato progettuale in cui lo studente deve sviluppare e risolvere un modello

di programmazione matematica (continua, intera o mista-intera, rappresentativo di un problema decisionale reale. Il modello sviluppato deve essere implementato in un software di ottimizzazione (Xpress o Cplex) e risolto tramite l'utilizzo delle relative librerie di metodi esatti. L'elaborato progettuale viene assegnato allo studente prima della fine del corso e dovrà essere consegnato prima del colloquio orale. Il colloquio orale avrà come oggetto sia la discussione dell'elaborato progettuale che l'accertamento dell'acquisizione dei concetti e delle metodologie illustrati durante le lezioni.

**b) Modalità di valutazione:**

La consegna dell'elaborato progettuale è vincolante ai fini dell'accesso al colloquio orale. L'elaborato progettuale e la prova orale contribuiscono ognuna per il 50% della valutazione finale. La consegna dell'elaborato progettuale non è sufficiente per il superamento dell'esame.