

# Ricerca Operativa

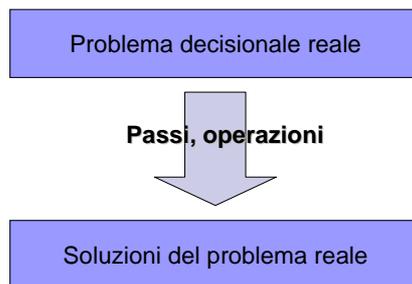
## 1. Introduzione

### Docente

- Luigi De Giovanni
- Dipartimento di Matematica Pura e Applicata (Torre Archimede) – uff. 427
- Tel. 049 827 1349
- email: [luigi@math.unipd.it](mailto:luigi@math.unipd.it)
- [www.math.unipd.it/~luigi](http://www.math.unipd.it/~luigi)
  
- Ricevimento: mercoledì , h 9.30 – 11.30  
(su appuntamento via e-mail)

# Cosa è la Ricerca Operativa?

- Supporto ai processi decisionali in sistemi complessi



Ricerca delle  
operazioni con  
metodo scientifico

## Una definizione (wikipedia)

La **ricerca operativa** (nota anche come **teoria delle decisioni**, **scienza della gestione** o, in inglese, **operations research** -"Operational Research" in Europa- e indicata con le sigle RO o OR) fornisce strumenti **matematici** di supporto alle attività decisionali in cui occorre gestire e coordinare attività e risorse limitate al fine di **massimizzare o minimizzare** una funzione obiettivo.

La ricerca operativa si occupa di **formalizzare** un problema in un modello matematico e calcolare una soluzione ottima, quando possibile, o approssimata (detta anche subottima) per esso.

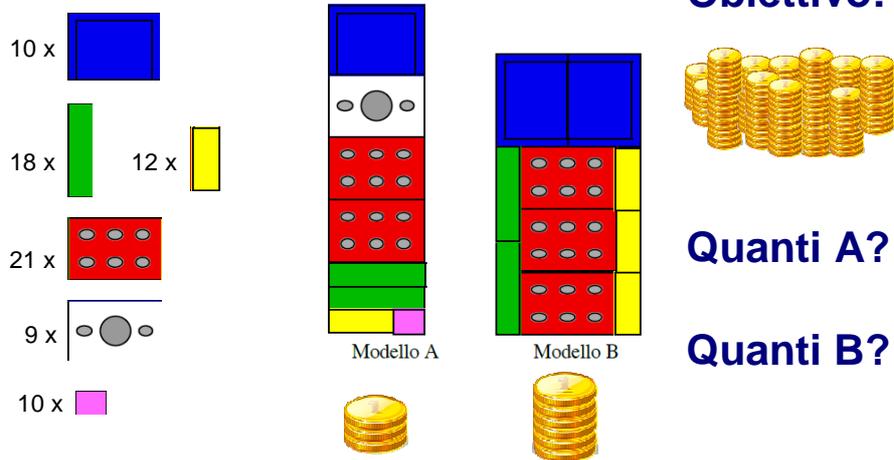
Essa costituisce un **approccio scientifico** alla risoluzione di problemi complessi, si può ricondurre all'ambito della matematica applicata ma presenta forti caratteristiche **interdisciplinari** relative in prevalenza a matematica, informatica, economia e finanza, ingegneria ed altre. Inoltre la ricerca operativa ha molte applicazioni commerciali soprattutto negli ambiti economico, infrastrutturale, logistico, militare, della progettazione di servizi e di sistemi di trasporto e nelle tecnologie. (...)

La ricerca operativa riveste un ruolo importante nelle attività decisionali perché permette di operare le **scelte migliori** per raggiungere un determinato obiettivo rispettando vincoli che sono imposti dall'esterno e non sono sotto il controllo di chi deve compiere le decisioni.

<http://www.scienceofbetter.org/what/index.htm>

*...operations research is the discipline of applying advanced analytical methods to help make better decisions...*

## Problemi di ottimizzazione: un “gioco”



## Problemi di ottimizzazione

- Determinare la migliore configurazione di sistemi complessi sotto condizioni di utilizzo di risorse scarse
  - Pianificazione della produzione
  - Determinazione dei turni del personale
  - Determinazione di percorsi ottimali
  - Organizzazione dei flussi di dati in una rete di telecomunicazione
  - etc. etc. etc.

## Gli scopi della Ricerca Operativa

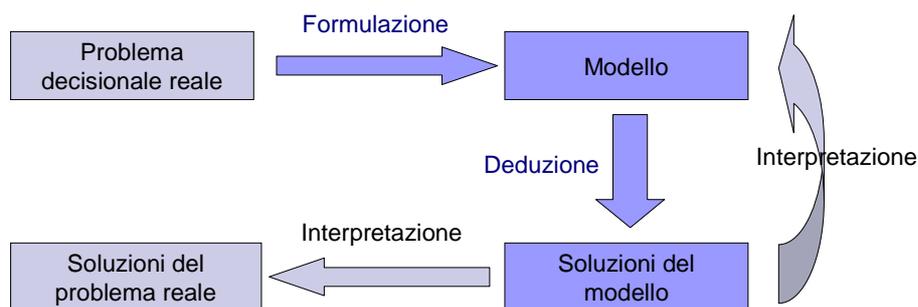
- E' "facile" generare soluzioni ammissibili
- E' "facile" proporre soluzioni "ragionevoli"

Ma...

- Come **certificare** che una soluzione proposta è la migliore in assoluto (ottima)?
- Come valutare il **valore intrinseco** delle risorse (un ettaro di terreno)
- Come valutare la **stabilità** della soluzione proposta in funzione di variazioni dei dati (rendite della produzione, risorse disponibili etc.)?
- Come stabilire le soluzioni ottime in problemi simili (prospettiva **modellistica** e **algoritmica**)?

Uso di **strumenti** matematici e algoritmici: Ricerca Operativa!

## Il metodo della Ricerca Operativa



- **Formulazione**: modelli matematici, modelli su grafo, modelli di simulazione, modelli di teoria dei giochi etc.
- **Deduzione**: metodi quantitativi, algoritmi efficienti

## Esempio

Un coltivatore ha a disposizione 12 ettari di terreno da coltivare a lattuga o a patate. Le risorse a sua disposizione, oltre al terreno, sono: 70 kg di semi di lattuga, 18 t di tuberi, 160 t di concime. Supponendo che il mercato sia in grado di assorbire tutta la produzione e che i prezzi siano stabili, la resa stimata per la coltivazione di lattuga è di 3000 €/ettaro e quella delle patate è di 5000 €/ettaro. L'assorbimento delle risorse per ogni tipo di coltivazione è di 7 kg di semi e 10 t di concime per ettaro di lattuga, e 3 t di tuberi e 20 di concime per le patate. Stabilire quanto terreno destinare a lattuga e quanto a patate in modo da massimizzare la resa economica e sfruttando al meglio le risorse disponibili.

## Costruzione del modello

- Cosa bisogna decidere?  
⇒ **variabili decisionali (incognite)**
- Quale è l'obiettivo?  
⇒ **funzione obiettivo**
- Come sono caratterizzate le soluzioni ammissibili?  
⇒ **vincoli del problema (relazioni tra incognite)**
- **Modelli matematici:** funzione obiettivo e vincoli sono espressi come relazioni matematiche tra le variabili decisionali

## Modello matematico

- Variabili decisionali:

$x_L, x_P$ : quantità in ettari da destinare a lattuga e a patate

- Funzione obiettivo:

$$\max 3000 x_L + 5000 x_P$$

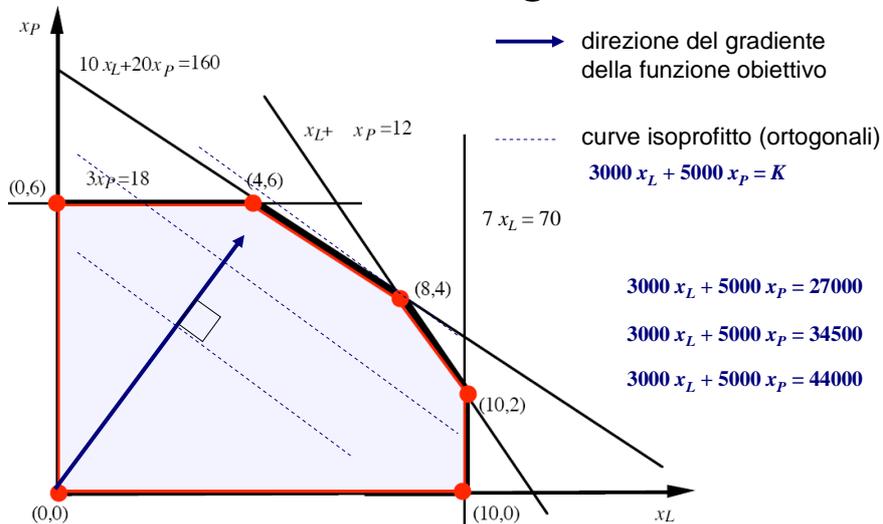
- Sistema dei vincoli:

$x_L + x_P \leq 12$	(ettari disponibili)
$7 x_L \leq 70$	(semi disponibili)
$3 x_P \leq 18$	(tuberi disponibili)
$10 x_L + 20 x_P \leq 160$	(concime disponibile)
$x_L \geq 0, x_P \geq 0$	(dominio)

## Soluzione

- Soluzione empirica con [foglio elettronico](#)
- Facile ottenere soluzioni ammissibili...
- ...ma abbiamo ottenuto la soluzione **ottima?**

## Soluzione: metodo grafico



## Modelli di programmazione lineare

- Il metodo grafico funziona grazie a:
  - ⇒ linearità della funzione obiettivo
  - ⇒ linearità dei vincoli
- Sotto queste ipotesi (come vedremo meglio in seguito), una soluzione si trova su un vertice della regione ammissibile: l'ultimo toccato traslando le rette isoprofitto nella direzione del gradiente
- Si parla in questi casi di **modelli di programmazione lineare (PL)**
- Con più variabili... geometria  $\approx$  algebra

## Soluzione: sw di ottimizzazione

- **Risolutore di Excel**  
(Menu: Strumenti – [Componenti aggiuntivi per l'eventuale installazione] –Risolutore...)
- **Software di ottimizzazione**
  - Linguaggi di modellazione matematica (AMPL, Mosel, OPL, Lingo, GAMS etc.)
  - Motori di ottimizzazione (Cplex, Xpress, GPLK, LPsolve etc.)
- **Importante disporre di un buon modello matematico: considereremo modelli di programmazione lineare (PL)**

## Programma di massima del corso

1. **Problemi di ottimizzazione e modelli. Utilizzo di pacchetti software.**
2. **Programmazione lineare:**
  - teoria e metodo del simplesso;
  - teoria della dualità e applicazioni.
3. **Ottimizzazione su grafi:** modelli e algoritmi per
  - albero ricoprente di costo minimo;
  - problema del cammino minimo;
  - problema del flusso massimo.
4. **Introduzione alla Programm. Lineare Intera e all'Ottimizzazione Combinatoria:**
  - metodo del Branch & Bound per PLI;
  - metodo del Branch & Bound per problemi di zaino.

### TESTI DI RIFERIMENTO

- Dispense fornite dal docente.
- Matteo Fischetti, "Lezioni di Ricerca Operativa", II edizione, Edizioni Libreria Progetto, Padova, 1999 (per consultazione).



# Organizzazione del corso

- **Lezioni / Esercitazioni**

- martedì 11.30 – 13.30
- mercoledì 11.30 – 13.30
- venerdì 9.30 – 11.30

- **Ricevimento**

- mercoledì 9.30 – 11.30 (su appuntamento via e-mail)

- **Modalità d'esame ([regole](#))**

- Scritto (integrabile con la discussione di un mini-progetto)

- **Materiali e avvisi su**

<http://www.math.unipd.it/~luigi/courses/ricop/ricop.html>