

# Corso di Progettazione e Gestione della Supply Chain (PGSC)



Facoltà di Ingegneria

---

## Modelli MILP per il Supply Chain Design

**Ing. Tommaso Rossi**

Università C. Cattaneo LIUC



Centro  
di Ricerca  
sulla Logistica

**Modelli MILP**

# ● GLI STRUMENTI PER LA CONFIGURAZIONE

1. gravity location model

2. network optimization models

2.1 allocating demand to production facilities

2.2 the capacitated plant location model

2.3 the capacitated plant location model with single sourcing

2.4 locating plants and warehouses simultaneously

3. simulazione

MILP



# GRAVITY LOCATION MODEL

## 1 obiettivo

1.1 individuare la posizione dello stabilimento che minimizzi i costi di trasporto delle materie prime dai fornitori e i costi di trasporto dei prodotti finiti verso i clienti

## 2 ipotesi

2.1 il costo di trasporto cresce linearmente con la quantità spedita e con la distanza

2.2 i nodi della rete possono essere disposti su un piano

## 3 input

3.1  $x_n, y_n$ : coordinate di un mercato o di una sorgente di fornitura  $n$

3.2  $f_n$ : costo di trasporto di un'unità espresso al chilometro

3.3  $D_n$ : quantità spedita tra stabilimento e mercato o fornitore  $n$

## 4 algoritmo

4.1 per ciascun fornitore o mercato  $n$  ricavare:

$$d_n = \sqrt{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2}$$

4.2 ricavare una nuova posizione per lo stabilimento di coordinate:

$$x^l = \frac{\sum_{n=1}^k \frac{D_n f_n x_n}{d_n}}{\sum_{n=1}^k \frac{D_n f_n}{d_n}} \quad y^l = \frac{\sum_{n=1}^k \frac{D_n f_n y_n}{d_n}}{\sum_{n=1}^k \frac{D_n f_n}{d_n}}$$

4.3 se la nuova posizione  $(x^l, y^l)$  è all'incirca la stessa di  $(x, y)$  fine, altrimenti  $(x, y) = (x^l, y^l)$  e tornare al passo 4.1

# ● ALLOCATING DEMAND TO PRODUCTION FACILITIES

## 1 obiettivo

1.1 allocare la domanda proveniente da più mercati ai diversi stabilimenti in modo da minimizzare i costi totali (quelli legati ai trasporti, alle scorte, alle facility)

## 2 ipotesi

2.1 la domanda complessiva deve essere soddisfatta

## 3 input

3.1  $n$ : numero di siti produttivi

3.2  $m$ : numero di mercati

3.3  $D_j$ : domanda annua del mercato  $j$

3.4  $K_i$ : capacità annua dello stabilimento  $i$

3.5  $c_{ij}$ : costo di produzione e di spedizione di un'unità di prodotto dal sito produttivo  $i$  al mercato  $j$

## 4 modello

$$4.1 \quad \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

s.a.:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j \quad \text{for } j = 1, \dots, m$$
$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq K_i \quad \text{for } i = 1, \dots, n$$

# THE CAPACITATED PLANT LOCATION MODEL

## 1 obiettivo

1.1 definire le locazioni degli stabilimenti produttivi e allocare la domanda tra gli stabilimenti aperti al fine di minimizzare i costi di stabilimento, di trasporto e di mantenimento a scorta

## 2 ipotesi

## 3 input

- 3.1 n: numero di potenziali siti produttivi
- 3.2 m: numero di mercati
- 3.3  $D_j$ : domanda annua del mercato j
- 3.4  $K_i$ : capacità annua dello stabilimento i
- 3.5  $f_i$ : costo fisso annuo per l'apertura del sito produttivo i
- 3.6  $c_{ij}$ : costo di produzione e di spedizione di un'unità di prodotto dal sito produttivo i al mercato j

## 4 modello

$$4.1 \min \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

s.a.:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j \quad \text{for } j = 1, \dots, m$$
$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq K_i y_i \quad \text{for } i = 1, \dots, n$$
$$y_i \in \{0,1\} \quad \text{for } i = 1, \dots, n$$

# THE CAPACITATED PLANT LOCATION MODEL WITH SINGLE SOURCING

## 1 obiettivo

1.1 definire le locazioni degli stabilimenti produttivi e allocare la domanda tra gli stabilimenti aperti al fine di minimizzare i costi di stabilimento, di trasporto e di mantenimento a scorta in un contesto single sourcing

## 2 ipotesi

## 3 input

- 3.1 n: numero di potenziali siti produttivi
- 3.2 m: numero di mercati
- 3.3  $D_j$ : domanda annua del mercato j
- 3.4  $K_i$ : capacità annua dello stabilimento i
- 3.5  $f_i$ : costo fisso annuo per l'apertura del sito produttivo i
- 3.6  $c_{ij}$ : costo di produzione e di spedizione di un'unità di prodotto dal sito produttivo i al mercato j

## 4 modello

$$4.1 \quad \min \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m D_j c_{ij} x_{ij}$$

s.a.:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{for } j = 1, \dots, m$$
$$\sum_{j=1}^m D_j x_{ij} \leq K_i y_i \quad \text{for } i = 1, \dots, n$$
$$x_{ij}, y_i \in \{0, 1\} \quad \text{for } i = 1, \dots, n$$

# ● LOCATING PLANTS AND WAREHOUSES SIMULTANEOUSLY

## 1 obiettivo

1.1 definire le locazioni degli stabilimenti produttivi e dei magazzini e allocare la domanda tra stabilimenti e magazzini aperti al fine di minimizzare i costi totali

## 2 ipotesi

## 3 input

3.1  $n$ : numero di potenziali siti produttivi

3.2  $m$ : numero di mercati

3.3  $l$ : numero di fornitori

3.4  $t$ : numero di potenziali locazioni di magazzini

3.5  $D_j$ : domanda annua del cliente  $j$

3.6  $K_i$ : capacità annua dello stabilimento  $i$

3.7  $s_h$ : capacità di fornitura annua del fornitore  $h$

3.8  $w_e$ : capacità annua del magazzino  $e$

3.9  $f_i$ : costo fisso annuo per l'apertura del sito produttivo  $i$

3.10  $f_e$ : costo fisso annuo per l'apertura del magazzino  $e$

3.11  $c_{hi}$ : costo di spedizione di un'unità dal fornitore  $h$  al sito produttivo  $i$

3.12  $c_{ie}$ : costo di produzione e spedizione di un'unità dal sito produttivo  $i$  al magazzino  $e$

3.13  $c_{ej}$ : costo di spedizione di un'unità dal magazzino  $e$  al cliente  $j$

# LOCATING PLANTS AND WAREHOUSES SIMULTANEOUSLY

## 4 modello

4.1

$$\min \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{e=1}^t f_e y_e + \sum_{h=1}^l \sum_{i=1}^n c_{hi} x_{hi} + \sum_{i=1}^n \sum_{e=1}^t c_{ie} x_{ie} + \sum_{e=1}^t \sum_{j=1}^m c_{ej} x_{ej}$$

s.a.:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{hi} &\leq s_h \quad \text{for } h = 1, \dots, l \\ \sum_{h=1}^m x_{hi} - \sum_{e=1}^t x_{ie} &\geq 0 \quad \text{for } i = 1, \dots, n \\ \sum_{e=1}^t x_{ie} &\leq k_i y_i \quad \text{for } i = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n x_{ie} - \sum_{j=1}^m x_{ej} &\geq 0 \quad \text{for } e = 1, \dots, t \\ \sum_{j=1}^m x_{ej} &\leq w_e y_e \quad \text{for } e = 1, \dots, t \\ \sum_{j=1}^m x_{ej} &= D_j \quad \text{for } j = 1, \dots, m \\ y_i, y_e &\in \{0, 1\} \end{aligned}$$

# FATTORI INFLUENZANTI LA CONFIGURAZIONE

## 1 fattori strategici

1.1 ruolo strategico di ciascun nodo (nodi: offshore, source, server, contributor, outpost, lead)

## 2 fattori tecnologici

## 3 fattori macro-economici

3.1 dazi e incentivi fiscali

3.2 tassi di cambio

## 4 fattori politici

4.1 rischi politici

## 5 fattori infrastrutturali/naturali

## 6 fattori competitivi

6.1 esternalità positive

6.2 frammentazione del mercato

## 7 tempo di risposta concesso dal cliente

## 8 costi logistici

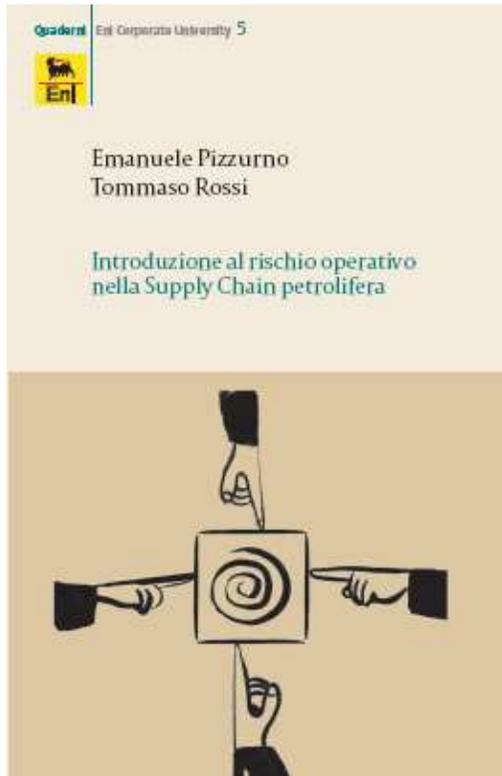
8.1 costo di mantenimento a scorta

8.2 costo di trasporto

8.3 costo di set-up

# ● FATTORI INFLUENZANTI LA CONFIGURAZIONE

## Rischi politici



I rischi politici sono rappresentati da un “qualunque fattore al di fuori degli aspetti tecnici delle operazioni di esplorazione e produzione, finanziari e degli eventi naturali che possa ridurre o distruggere il valore economico delle imprese petrolifere (Boulos, 2003)”

- Rischio valuta
- Rischio espropriazione
- Rischio di corruzione
- Rischio sanzioni unilaterali nei confronti stato ospite
- Rischio di violazione o rottura del contratto
- Rischio guerra e rivolta civile
- Rischio legale
- Rischio per il personale