Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Computación

IC-6400 Investigación De Operaciones
Grupo 20

Estudio de Caso: Problema del Transporte

Profesor:
Manuel Alejandro Mendez Flores

Subgrupo #5:
Carvajal Oreamuno Valery Mishel
Cordero Diaz Jesus Gabriel
Rojas Fuentes Anthony Josue

Noviembre, 2024
II Semestre

Índice

I. Introducción

El problema del transporte es un modelo clave en optimización, ampliamente utilizado en logística, gestión de recursos y planificación de cadenas de suministro. Su objetivo principal es encontrar la forma más eficiente de distribuir productos desde múltiples puntos de origen (como fábricas o centros de distribución) hacia múltiples destinos (como tiendas o clientes finales), minimizando los costos asociados al transporte. Esto se realiza bajo dos restricciones fundamentales: que las capacidades de los orígenes no sean excedidas y que las demandas de los destinos sean completamente satisfechas.

En la práctica, el problema surge en escenarios cotidianos como la distribución de mercancías en empresas, la asignación de recursos en emergencias o la planificación de redes de transporte. Por ejemplo, una empresa con varias fábricas y múltiples tiendas necesita decidir cuánto enviar de cada fábrica a cada tienda. Cada fábrica tiene una capacidad limitada, las tiendas tienen necesidades específicas, y el transporte entre estos puntos tiene costos variados debido a factores como la distancia o el medio utilizado. El desafío es asignar recursos de manera óptima para cumplir con todos los requisitos mientras se minimizan los costos.

Desde una perspectiva matemática, el problema del transporte es un caso especial de programación lineal. Se modela como una función objetivo que representa el costo total de transporte, sujeta a restricciones lineales que garantizan el balance entre las ofertas de los orígenes y las demandas de los destinos. Este modelo es particularmente atractivo porque puede ser resuelto de manera eficiente mediante algoritmos especializados, como el método de transporte o el método simplex.

Las aplicaciones del problema del transporte son diversas y abarcan sectores como la logística, donde se optimiza la entrega de bienes; la gestión de recursos en situaciones de emergencia, para enviar suministros de manera eficiente; y la planificación estratégica en cadenas de suministro, para reducir costos operativos. Además, sirve como base para abordar problemas más complejos, como el diseño de redes de distribución o la planificación multiperiodo.

Globalizando un poco, el problema del transporte es una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia en sistemas complejos. Su capacidad para optimizar recursos y reducir costos lo convierte en un aliado indispensable en la toma de decisiones estratégicas, ofreciendo tanto valor práctico como teórico en el campo de la optimización.

II. El Problema del Transporte

En este caso, consideramos:

- Centros de distribución (orígenes): Hay 3 centros con capacidades limitadas para suministrar productos.
- Tiendas (destinos): Hay 4 tiendas que necesitan una cantidad específica de productos.
- Costos de transporte: Cada ruta tiene un costo asociado por unidad transportada.
- El objetivo es determinar cuánto enviar de cada centro a cada tienda para minimizar el costo total de transporte, asegurando que:

La oferta de los centros no sea excedida.
La demanda de las tiendas sea satisfecha.

Datos del Problema

Los datos iniciales incluyen:

1. **Centros de distribución (ofertas):**
    a. Centro1: 15 unidades.
    b. Centro2: 25 unidades.
    c. Centro3: 10 unidades.

2. **Tiendas (demandas):**

    a. TiendaA: 5 unidades.
    b. TiendaB: 15 unidades.
    c. TiendaC: 15 unidades.
    d. TiendaD: 15 unidades.

3. **Matriz de costos:** Representa los costos de transporte desde cada centro a cada tienda.

	TiendaA	TiendaB	TiendaC	TiendaD	Ofertas
Centro1	10	2	20	11	15
Centro2	12	7	39	20	25
Centro3	4	14	16	18	10
Demandas	5	15	15	15	50

III. Código en R

```
%load_ext rpy2.ipython
%%R
# Instalar y cargar lpSolve
install.packages("lpSolve")
library(lpSolve)

# Definir la matriz de costos de transporte correctamente
cost_matrix <- data.frame(
  row.names = c("Centro1", "Centro2", "Centro3", "Demanda"), # Nombres de filas
  TiendaA = c(10, 12, 4, 5),    # Costos desde cada centro hacia Tienda A
  TiendaB = c(2, 7, 14, 15),    # Costos desde cada centro hacia Tienda B
  TiendaC = c(20, 39, 16, 15),  # Costos desde cada centro hacia Tienda C
  TiendaD = c(11, 20, 18, 15),  # Costos desde cada centro hacia Tienda D
  oferta = c(15, 25, 10, 50)    # Oferta total de cada centro y Demanda
)

# Mostrar la matriz de costos
print("Matriz de Costos:")
print(cost_matrix)

# Separar la oferta y la demanda
oferta <- cost_matrix$oferta[1:3]    # Ofertas de los centros
demanda <- as.numeric(cost_matrix["Demanda", 1:4])  # Demanda por tienda

# Mostrar ofertas y demandas
print("Ofertas:")
print(oferta)

print("Demandas:")
print(demanda)

# Verificar que la suma de ofertas sea igual a la suma de demandas
if (sum(oferta) != sum(demanda)) {
  stop("La suma de ofertas no coincide con la suma de demandas.")
}

# Definir la matriz de costos sin la columna de oferta y sin la fila de demanda
costos <- as.matrix(cost_matrix[1:3, 1:4]) # Filas Centro1, Centro2, Centro3; Columnas TiendaA-D

# Asignar nombres a filas y columnas
rownames(costos) <- rownames(cost_matrix)[1:3]
```

```r
colnames(costos) <- colnames(cost_matrix)[1:4]

# Mostrar la matriz de costos preparada
print("Matriz de Costos Preparada:")
print(costos)

# Resolver el problema de transporte
transporte_sol <- lp.transport(
  costos,                # Matriz de costos
  "min",                 # Dirección: minimizar
  rep("=", length(oferta)),  # Restricciones de oferta
  oferta,                # Valores de oferta
  rep("=", length(demanda)), # Restricciones de demanda
  demanda                # Valores de demanda
)

# Verificar y mostrar la solución
if (transporte_sol$status == 0) {
  cat("Solución óptima encontrada.\n")
  print("Asignaciones:")
  print(transporte_sol$solution)
  cat("Costo total mínimo:", transporte_sol$objval, "\n")
} else {
  cat("No se encontró una solución óptima.\n")
}
```

IV. Resultados Obtenidos

- Matriz de Costos:

```
[1] "Matriz de Costos:"
        TiendaA TiendaB TiendaC TiendaD oferta
Centro1      10       2      20      11     15
Centro2      12       7      39      20     25
Centro3       4      14      16      18     10
Demanda       5      15      15      15     50
```

- Ofertas:

```
[1] "Ofertas:"
[1] 15 25 10
```

- Demandas:

```
[1] "Demandas:"
[1]  5 15 15 15
```

- Matriz de Costos Preparada:

```
[1] "Matriz de Costos Preparada:"
        TiendaA TiendaB TiendaC TiendaD
Centro1      10       2      20      11
Centro2      12       7      39      20
Centro3       4      14      16      18
Solución óptima encontrada.
```

- Asignaciones Óptimas:

```
[1] "Asignaciones:"
     [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,]    0    0    5   10
[2,]    5   15    0    5
[3,]    0    0   10    0
```

- Costo Total Mínimo:

```
Costo total mínimo: 635
```

Análisis de Resultados

1. **Asignaciones Óptimas:**
    a. Centro1: Envía 5 unidades a TiendaC y 10 unidades a TiendaD.
    b. Centro2: Envía 5 unidades a TiendaA, 15 unidades a TiendaB y 5 unidades a TiendaD.
    c. Centro3: Envía 10 unidades a TiendaC.

2. **Restricciones Cumplidas:**
    a. La oferta total de cada centro no se excede.
    b. La demanda total de cada tienda se satisface.

3. **Costo Total Mínimo:**
    a. El costo total de transportar los bienes es 635, lo cual es el valor más bajo posible bajo las restricciones dadas.

V. Conclusiones

El problema del transporte es una herramienta eficaz para optimizar costos en la distribución de bienes entre múltiples orígenes y destinos. En este caso, el modelo permitió encontrar una asignación óptima que respeta las restricciones de oferta y demanda mientras minimiza el costo total de transporte. Esto evidencia la capacidad del enfoque para mejorar la eficiencia operativa en escenarios logísticos complejos.

Las conclusiones más relevantes incluyen:

- Cumplimiento de Restricciones: Las ofertas de los centros y las demandas de las tiendas fueron atendidas de manera óptima, demostrando la validez del modelo.
- Minimización de Costos: Se identificó la solución con el costo total más bajo posible, lo que destaca la efectividad del enfoque para optimizar recursos.
- Aplicabilidad Práctica: Este modelo es aplicable en sectores como logística, transporte y gestión de recursos, aportando decisiones informadas y basadas en datos.

Podemos concluir que, el problema del transporte no solo ahorra costos, sino que también mejora la toma de decisiones estratégicas, siendo una herramienta esencial para enfrentar los desafíos de distribución y planificación en la actualidad.

VI. Bibliografía

García Narváez, M. (2014). Problemas de transporte y problemas de transporte con carga fija. Trabajo de fin de grado en Matemáticas, Universidad de Zaragoza. https://zaguan.unizar.es/record/15108/files/TAZ-TFG-2014-932.pdf

Romero, A. (s.f.). Investigación de Operaciones: El problema del transporte. El blog de Leo. https://blog.nekomath.com/investigacion-de-operaciones-el-problema-del-transporte/

Salazar López, B. (2019, junio 11). Problema del transporte o distribución. Ingeniería Industrial Online. https://ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/problema-del-transporte-o-distribucion/