

## Programación Lineal

### Problemas de transporte y asignación

#### Características de los problemas de transporte

En general los problemas de transporte se ocupan (en forma literal o imaginaria) de la distribución desde cualquier grupo de centros de suministro, llamados orígenes, a cualquier grupo de centros de recepción, llamados destinos, de modo que se minimice el costo total de distribución.

*Suposición de requerimientos:* cada origen tiene un suministro fijo de unidades, donde este suministro completo tiene que distribuirse entre los destinos. De manera similar, cada destino tiene una demanda fija de unidades, donde esta demanda completa tiene que recibirse desde los orígenes.

*Propiedades de soluciones factibles:* un problema de transporte tendrá soluciones factibles si y sólo la suma de sus recursos es igual a la suma de sus demandas (equilibrio entre suministro total de todos los orígenes y la demanda total de todos los destinos).

En algunos problemas reales, los recursos en realidad representan cantidades máximas (y no cantidades fijas) para distribuir.

*Suposición de costo:* el costo de distribuir unidades de cualquier origen a cualquier destino dado es directamente proporcional al número de unidades distribuidas. Por lo tanto, este costo es justo el costo unitario de distribución por el número de unidades distribuidas.

*El modelo:* cualquier problema (involucre o no transporte) se ajusta al modelo de un problema de transporte si se puede describir por completo en términos de una tabla de parámetros (origen-destino: costos, recursos, demanda) y satisface tanto la suposición de requerimientos como la suposición de costo. El objetivo es minimizar el costo total de distribuir las unidades. Todos los parámetros del modelo están incluidos en la tabla de parámetros.

¡ Se requiere solo llenar una tabla de parámetros para formular el problema de transporte. !

#### **Ejemplo :**

La compañía X produce su producto líder en tres fábricas diferentes, los cuales se envían por camión a cuatro bodegas de distribución las cuales se encargan de su venta.

La producción por fábrica es la siguiente (se utiliza como unidad de medida – camiones de producto):

<b>Fábrica</b>	<b>Producción</b>
1	75 camiones
2	125 camiones
3	100 camiones
<b>Total</b>	<b>300 camiones</b>

La capacidad de cada bodega es la siguiente (se utiliza como unidad de medida – camiones de producto):

<b>Bodega</b>	<b>Capacidad</b>
1	80 camiones
2	65 camiones
3	70 camiones
4	85 camiones
<b>Total</b>	<b>300 camiones</b>

Los costos asociados a enviar productos desde las diferentes fabricas a las bodegas, es el siguiente:

<b>Fábrica</b>	<b>Bodega 1</b>	<b>Bodega 2</b>	<b>Bodega 3</b>	<b>Bodega 4</b>
<b>1</b>	\$ 464	\$ 513	\$ 654	\$ 867
<b>2</b>	\$ 352	\$ 416	\$ 690	\$ 791
<b>3</b>	\$ 995	\$ 682	\$ 388	\$ 685

La empresa actualmente utiliza el siguiente plan, donde se muestra la cantidad de camiones que envía de cada fábrica a cada bodega

<b>Fábrica</b>	<b>Bodega 1</b>	<b>Bodega 2</b>	<b>Bodega 3</b>	<b>Bodega 4</b>
<b>1</b>	75	0	0	0
<b>2</b>	5	65	55	0
<b>3</b>	0	0	15	85

Este plan genera el siguiente costo de envío: \$ 165.595

$$75 (\$464) + 5 (\$352) + 65 (\$416) + 55 (\$690) + 15 (\$388) + 85 (\$685)$$

**La empresa desea conocer si existe un plan de envío diferente al de uso actual, el cual permita minimizar el costo total.**

Formulación del problema en términos de programación lineal

Se necesita identificar las actividades y los requerimientos de este problema para formularlo como un problema de programación lineal. En este caso se han mencionado dos tipos de actividades – la producción de un nuevo producto en las dos fábricas y el envío de los productos a través de varias rutas.

Sin embargo, se conocen las cantidades específicas que debe producir cada fábrica, de modo que no se requiere tomar decisiones sobre las actividades de producción. La toma de decisiones se ocupa de los niveles de las actividades de envío, cuánto enviar a través de cada ruta.

Se utilizará las variables  $F_i$ , para identificar la fábrica  $i$  ( $i$  desde 1 hasta 3), y la variable  $B_j$  para identificar la bodega  $j$  ( $j$  desde 1 hasta 4).

$E_{(F1-B1)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F1 hasta la B1

$E_{(F1-B2)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F1 hasta la B2

$E_{(F1-B3)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F1 hasta la B3

$E_{(F1-B4)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F1 hasta la B4

$E_{(F2-B1)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F2 hasta la B1  
 $E_{(F2-B2)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F2 hasta la B2  
 $E_{(F2-B3)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F2 hasta la B3  
 $E_{(F2-B4)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F2 hasta la B4

$E_{(F3-B1)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F3 hasta la B1  
 $E_{(F3-B2)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F3 hasta la B2  
 $E_{(F3-B3)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F3 hasta la B3  
 $E_{(F3-B4)}$ : Cantidad de unidades enviadas desde la F3 hasta la B4

Fábrica	Bodega 1	Bodega 2	Bodega 3	Bodega 4	Producción
1	\$ 464	\$ 513	\$ 654	\$ 867	75
2	\$ 352	\$ 416	\$ 690	\$ 791	125
3	\$ 995	\$ 682	\$ 388	\$ 685	100
Capacidad	80	65	70	85	

Minimizar Costo = costo total de enviar los productos

$$\text{Costo} = 464 * E_{(F1-B1)} + 352 * E_{(F2-B1)} + 995 * E_{(F3-B1)} + 513 * E_{(F1-B2)} + 416 * E_{(F2-B2)} + 682 * E_{(F3-B2)} + 654 * E_{(F1-B3)} + 690 * E_{(F2-B3)} + 388 * E_{(F3-B3)} + 867 * E_{(F1-B4)} + 791 * E_{(F2-B4)} + 685 * E_{(F3-B4)}$$

Sujeta a las siguientes restricciones:

1. Restricciones de requerimientos fijos:

$$E_{(F1-B1)} + E_{(F1-B2)} + E_{(F1-B3)} + E_{(F1-B4)} = 75$$

$$E_{(F2-B1)} + E_{(F2-B2)} + E_{(F2-B3)} + E_{(F2-B4)} = 125$$

$$E_{(F3-B1)} + E_{(F3-B2)} + E_{(F3-B3)} + E_{(F3-B4)} = 100$$

$$E_{(F1-B1)} + E_{(F2-B1)} + E_{(F3-B1)} = 80$$

$$E_{(F1-B2)} + E_{(F2-B2)} + E_{(F3-B2)} = 65$$

$$E_{(F1-B3)} + E_{(F2-B3)} + E_{(F3-B3)} = 70$$

$$E_{(F1-B4)} + E_{(F2-B4)} + E_{(F3-B4)} = 85$$

2. Restricciones de no negatividad:

$$E_{(F1-B1)}, E_{(F1-B2)}, E_{(F1-B3)}, E_{(F1-B4)}, E_{(F2-B1)}, E_{(F2-B2)}, E_{(F2-B3)}, E_{(F2-B4)}, E_{(F3-B1)}, E_{(F3-B2)}, E_{(F3-B3)}, E_{(F3-B4)} \geq 0$$

	B1	B2	B3	B4	Producción	
F1	0	20	0	55	75	= 75
F2	80	45	0	0	125	= 125
F3	0	0	70	30	100	= 100
Total	80	65	70	85	152.535	
Capacidad	80	65	70	85		