

UNIDAD III. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES APLICADA A LOS NEGOCIOS

Tema 3.2 Método de transporte

El modelo de transporte es un problema de optimización de redes donde debe determinarse como hacer llegar los productos desde los puntos de existencia hasta los puntos de demanda, minimizando los costos de envío.

El modelo busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes a varios destinos. Entre los datos del modelo se cuenta:

- Nivel de oferta en cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino.
- El costo de transporte unitario de la mercancía de cada fuente a cada destino.

El modelo de transporte es un modelo matemático que se utiliza para la representación de la realidad, y como todos los modelos tienen sus fortalezas y limitaciones.

Se pueden obtener resultados exactos si los supuestos que incorporan los modelos concuerdan con la realidad, dichos supuestos son.

- Se trasladará una sola especie de bien (es decir, no hay combinaciones de productos)
- Los costos son directamente proporcionales a la cantidad de bienes enviados (es decir, entre mas bienes se transporten el costo se elevará comportándose como una línea recta).

El transporte es el traslado de personas o bienes de un lugar a otro, todos los problemas de transporte que se encuentran en las operaciones industriales o comerciales involucran el elemento de costo (transportar un bien de un lugar a otro tiene un costo determinado).

Por lo cual, en dichas operaciones se busca elaborar una estrategia en la programación de envío, de tal forma en que se lleguen a satisfacer

los requerimientos y al mismo tiempo lograr reducir o minimizar el costo de dicha operación.

Para lograr lo anterior se planteará como definir un problema de transporte como un modelo matemático, posteriormente como se debe colocar dicho modelo en una computadora (usando EXCEL) de tal forma que el programa logre entenderlo, finalmente se indicará como se deben interpretar los resultados.

Adicionalmente se mostraran algunos complementos a los problemas de transporte, como la aplicación de trasbordo y rutas prohibidas.

Definición del modelo

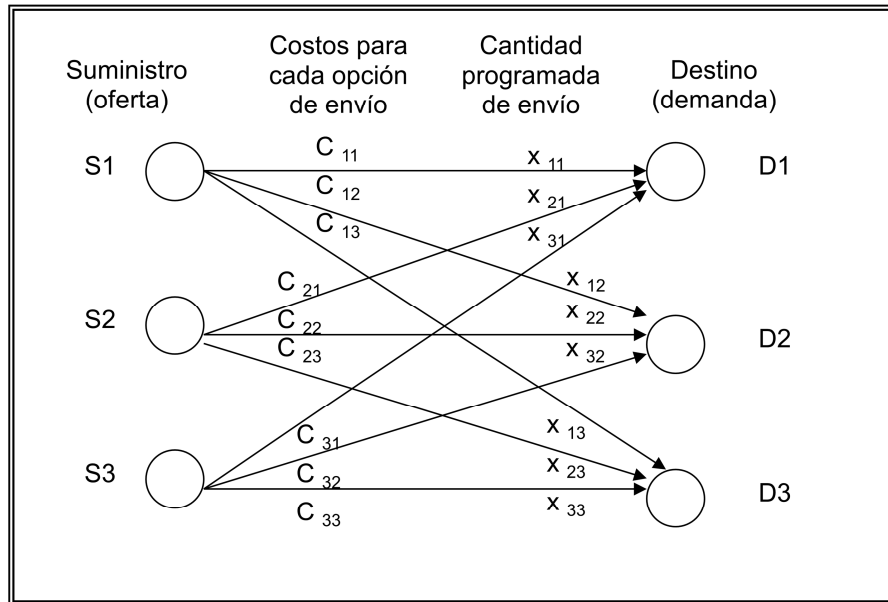
Un modelo es una representación de la realidad, al definir un modelo de transporte como un modelo matemático, pueden realizarse optimizaciones, las cuales en nuestro caso, es reducir los costos.

El modelo de transporte más básico, y con el cual iniciaremos es el siguiente: Se tendrán puntos de suministro o fuentes (fabricas, bodegas, proveedores, etcétera) los cuales enviarán un producto determinado hasta ciertos destinos (clientes, tiendas detallistas, etcétera).

Nomenclatura

Como primer requisito para el planteamiento del problema, se debe conocer la cantidad de los puntos de suministro (oferta) y la cantidad de puntos de destino (demanda). Así como los costos de envío de cada combinación.

Para poder manejar todos estos datos, se requiere estandarizar una nomenclatura, es decir, definir cómo se les llamará a cada variable del modelo. Por ejemplo, para un problema de transporte con tres puntos de origen y tres de destino, se puede plantear como el esquema mostrado.



Modelo de transporte para tres puntos de origen y tres de destino.

Oferta y Demanda (Suministro / Destino). Los puntos de suministro se enumeran (del uno en adelante), lo mismo ocurre con los puntos de destino. En el caso de la figura puede nombrarse suministro 1 como S1 y destino 1 como D1.

Costos, C_{ij} : Los costos se nombran de la siguiente forma: el costo de enviar una unidad de producto del origen “i” al destino “j” se denomina C_{ij} ; es decir: el costo de enviar una unidad de producto del origen o suministro 1 al destino 1, se denomina C_{11} ; de igual manera, el costo de enviar una unidad del suministro 1 al destino 2 se denomina C_{12} y así sucesivamente.

Cantidad de unidades de envío, x_{ij} : La cantidad de unidades del producto a transportar se denominarán de la misma forma, la cantidad programada de envío del suministro i al origen j se denomina x_{ij} . Tal como se muestra en la figura anterior.

Origen (Oferta)	Destino (Demanda)			Total Oferta
	1	2	3	
1	x_{11}, c_{11}	x_{12}, c_{12}	x_{13}, c_{13}	$x_{11} + x_{12} + x_{13}$
2	x_{21}, c_{21}	x_{22}, c_{22}	x_{23}, c_{23}	$x_{21} + x_{22} + x_{23}$
3	x_{31}, c_{31}	x_{32}, c_{32}	x_{33}, c_{33}	$x_{31} + x_{32} + x_{33}$
Total Demanda	$x_{11} + x_{21} + x_{31}$	$x_{12} + x_{22} + x_{32}$	$x_{13} + x_{23} + x_{33}$	

Nótese que la cantidad total de material o unidades que será enviada al destino uno, es la suma de todas las llegadas a ese destino de los tres puntos de origen, es decir, la cantidad de unidades que se enviarán al destino del origen 1 es x_{11} , las provenientes del origen 2 x_{21} y del origen 3 x_{31} . Por lo tanto la cantidad total de unidades que llegan al destino 1 es: $x_{11} + x_{21} + x_{31}$.

Otra forma de decirlo es que si al destino 1 le llegan 5 unidades provenientes del origen 1, más 4 unidades provenientes del origen 2, más 6 unidades provenientes del origen 3, la cantidad total de unidades que llegarán al destino 1 es: $5 + 4 + 6 = 15$.

Ocurre lo mismo para contabilizar las unidades totales que salen de los tres puntos de origen o suministro, así como para el resto de los puntos de destino.

A continuación se definirá el modelo, el cual se compone de una función objetivo, la cual describe el objetivo de la programación, en este caso será reducir el costo del programa de envío al mínimo; además se describen las restricciones del modelo, y las variables que se manejarán, las cuales en este caso serán la cantidad de unidades a enviar por cada ruta.

Función Objetivo, z: Recordando que el objetivo de la programación de envíos es la minimización de los costos, debemos definir una función matemática que represente el costo del programa de envíos; a dicha función se le denomina Z y queda de la siguiente forma:

Por cada unidad que se envía del origen 1 al destino 1 se incurre en el costo C_{11} ; (dicho costo unitario es de $C_{11} = \$50$, si se programa el envío de una unidad del origen 1 al destino 1, el valor de $X_{11} = 1$) Si se envían 2 unidades el costo total será de $2 * \$50 = \100 ; es decir el costo siempre será el costo unitario multiplicado por la cantidad de unidades programadas a enviarse por esa ruta: $C_{11}X_{11}$.

Ya que estamos programando no solo una ruta (del origen 1 al destino 1) sino nueve rutas en nuestro ejemplo, el costo total de la estrategia de programación de envíos será la suma de los costos de esas nueve rutas:

$$\text{Costo total} = Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23} + C_{31}X_{31} + C_{32}X_{32} + C_{33}X_{33} +$$

Restricciones: Si nosotros no tuviéramos restricciones en este modelo, y lo simuláramos tal cual, el resultado sería no enviar nada, de ningún lado a ninguna parte. Es decir, ¿quieres minimizar costos? No envíes nada y no gastes nada. Dado que en este problema debemos cumplir con requisitos de abastecimiento existen restricciones.

Supondremos que la cantidad demandada es la siguiente:

Demanda destino 1 = 50 unidades.

Demanda destino 2 = 40 unidades.

Demanda destino 3 = 60 unidades.

Las restricciones deben definirse de la siguiente manera: La demanda del destino 1 debe ser satisfecha, y se logrará enviando una determinada cantidad de cada punto de origen a dicho destino; es decir:

Demanda destino 1	$x_{11} + x_{21} + x_{31}$	= 50 unidades
Demanda destino 2	$x_{12} + x_{22} + x_{32}$	= 40 unidades
Demanda destino 3	$x_{13} + x_{23} + x_{33}$	= 60 unidades

Las siguientes restricciones se refieren a la capacidad de cada punto de origen de suministrar unidades, es decir, la cantidad de unidades que se programa para enviar de cada origen es:

Oferta origen 1 = 50 unidades.

Oferta origen 2 = 40 unidades.

Oferta origen 3 = 60 unidades.

Por lo tanto las siguientes restricciones o requisitos a cumplir quedan definidos de la siguiente forma:

Oferta origen 1 =	$x_{11} + x_{12} + x_{13}$	= 50 unidades
Oferta origen 2 =	$x_{21} + x_{22} + x_{23}$	= 40 unidades
Oferta origen 3 =	$x_{31} + x_{32} + x_{33}$	= 60 unidades

Asumir No Negativos. La última restricción aun cuando es obvia para una persona, debe ser definida para un modelo matemático y en una computadora, y dicha restricción se refiere a que no es posible una programación de mercancías con números negativos. Es decir, no es posible enviar menos 5 unidades de producto del origen 1 al destino 1.

Variables. Las variables son la cantidad de unidades que se enviarán para cada combinación de origen – destino, en nuestro esquema de la figura son nueve cantidades nombradas de la x_{11} hasta la x_{33} .

Resumiendo lo anterior tenemos:

FUNCIÓN OBJETIVO:

$$Z = C_{11}x_{11} + C_{12}x_{12} + C_{13}x_{13} + C_{21}x_{21} + C_{22}x_{22} + C_{23}x_{23} + C_{31}x_{31} + C_{32}x_{32} + C_{33}x_{33}$$

RESTRICCIONES

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = \text{Demanda destino 1}$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = \text{Demanda destino 2}$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = \text{Demanda destino 3}$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = \text{Oferta origen 1}$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = \text{Oferta origen 2}$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = \text{Oferta origen 3}$$

Para todas las combinaciones: $x_{ij} \geq 0$ Siendo $i = 1$ a 3 y $j = 1$ a 3 .

VARIABLES: $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{31}, x_{32}$ y x_{33} .

Explicación del modelo de transporte:



PARTE 1.

<http://www.youtube.com/watch?v=jlz5NqkDR6A>

PARTE 2.

<http://www.youtube.com/watch?v=3p686BMb1J4>

Ejemplo 1. Considere una mercancía elaborada por una empresa que tiene dos fábricas (F1 y F2) situada en dos ciudades distintas, la producción mensual de dichas fábricas es de 18 y 15 unidades respectivamente y que el número de unidades requeridas al mes por los tres mercados o almacenes (M1, M2 y M3) es de 16, 10 y 7 respectivamente, la siguiente figura indica el costo de transportación desde cualquiera de las fábricas hasta cualquiera de los mercados.

Oferta (Orígenes)	Mercado			Total oferta por Fábrica (Recursos)
	M1	M2	M3	
Fábrica 1	\$ 6	\$ 5	\$ 1	18
Fábrica 2	\$ 4	\$ 2	\$ 4	15
Total demanda por destino	16	10	7	

a) Defina la función objetivo

b) Defina las restricciones

c) Defina las variables

d) Aplique en forma interactiva el método simplex de transporte hasta obtener una solución óptima (Usar la función SOLVER en EXCEL).

Ejemplo 2: Knoxville y Jersey City. Un gerente de materias primas piensa ubicar almacenes, en Knoxville y Jersey City para absorber 30 y 60 unidades por día respectivamente de las dos plantas de la empresa, cada una de las cuales produce 45 unidades diariamente. Los costos unitarios de transporte (\$) se muestran en la siguiente tabla. Calcúlese el costo de transporte óptimo, así como la programación de la distribución óptima usando la función SOLVER en EXCEL.

	Knoxville	Jersey City	Oferta
Planta 1	\$ 9	\$ 11	
Planta 2	\$ 11	\$ 14	
Demanda			



TALLER EN EXCEL:

Descargue el siguiente archivo de EXCEL para realizar el taller de este tema:

<http://marcelrzmur.comx.com/MateAplicadasVIRTUAL/32ModeloDeTransporte.xls>



Ahora para hacer este taller revisa los siguientes videos:

PARTE 1: <http://www.youtube.com/watch?v=jHXkP72qfk8>

PARTE 2: <http://www.youtube.com/watch?v=ghdpU0pFQks>

Práctica 3.2. Modelo de transporte. La Protac Inc. Tiene cuatro plantas ensambladoras en Europa . Las máquinas usadas en éstas plantas llegan de Estados Unidos a Europa a los puertos de Ámsterdam (A) Amberes (B) y El Havre (C) Los requerimientos de la demanda y la cantidad disponible de las máquinas en los puertos así como los costos se muestran en la sig. Tabla. Determine:

- a) Cuantas máquinas se deben de enviar de cada puerto a cada planta de manera óptima
- b) El costo mínimo

Origen	Destino				Oferta
	1	2	3	4	
A	12	13	4	6	500
B	6	4	10	11	700
C	10	9	12	4	800
Demanda	400	900	200	500	

Entrega tus resultados en forma de PRÁCTICA DE EJERCICIOS, siguiendo las rúbricas indicadas en la dirección:

<http://marcelrzm.comxa.com/Rubricas/Rubricas.htm>

Enviar el documento final por correo electrónico a las siguientes direcciones:

marcelrzm@hotmail.com;
marcelusoacademico@hotmail.com; marcelrzm@yahoo.com.mx y
marcelrz2002@yahoo.com.mx con copia a usted mismo.

En asunto colocar: “ACTIVIDAD 3.2 MODELO DE TRANSPORTE”