

## Implementación del método de transporte en la COOTRAMUSUN R.L

Bra. Paola Ariana López Cantarero, Bra. Elieth Damaris Montoya Benavidez,  
Bra. Brenda Lucrecia Osejo Bermúdez,  
Bra. Gabriela del Rosario Zeledón.

Facultad Regional Multidisciplinaria-Matagalpa.<sup>1</sup>

Recibido 30 de abril 2013-Aprobado 28 de octubre 2013.

### INTRODUCCIÓN

El aumento en el precio de los combustibles y el transporte público también afecta al transporte de carga y ya aquí las cosas se agravarían, dijo el economista René Vallecillo: “El incremento del combustible, del pasaje y del transporte de carga, tiene un efecto transversal sobre toda la economía, ya que afecta la producción y la distribución de diferentes rubros, por tanto eso encarece los productos”, advirtió. Para el economista, a la población no le queda de otra que priorizar sus gastos y ahorrar para poder enfrentar la racha alcista del transporte, de la canasta y de los combustibles. Debemos de priorizar os gastos; hay que saber administrar los recursos para obtener una economía sostenible. Por ejemplo, a la hora de comprar la canasta básica priorizar lo más importante. (Silva, 2012)

La decisión gubernamental de aumentar el 15 por ciento del valor de los pasajes intermunicipales afecta la economía de las familias nicaragüenses. Al aumento del valor del pasaje se suma la duodécima subida en el precio de la gasolina regular que mañana aumentan 43 centavos hasta alcanzar 30.94 córdobas por litro; mientras el diesel, que es el combustible más usado por el servicio del transporte público, en su sexto aumento en lo que va del año se eleva 24 centavos y su precio es de 28.63 córdobas por litro. Debido a la alza del combustible afecta directamente al transporte publico intermunicipal provocando así alzas consecutivas en el costo del pasaje. Por ejemplo cambia el costo del pasaje a los lugares que transporta la cooperativa COOTRAMUSUN R.L. (Silva, 2012) Sumado a eso, el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor reportó este mes un incremento de 432 córdobas en el precio de la canasta básica, que se cotiza en 11,943 córdobas.es por eso que las cooperativas en especial la que estamos tratando, COOTRAMUSUN R.L se ve en la necesidad de minimizar costos para favorecer a la población y así también buscar la manera como ambas partes salgan ganando y así la cooperativa pueda maximizar sus ganancias y minimizar sus costos. (Silva, 2012)

### DESARROLLO

Una cooperativa de servicio son aquellas empresas que prestan servicios a la comunidad en diferentes áreas. La cooperativa COOTRAMUSUN R.L trabaja en las áreas de transporte intermunicipal en la zona norte de Matagalpa. La cooperativa es inscrita al INFOCOOP y desde entonces es rectorada por este instituto cumpliendo con la aportación del 2 % sobre excedente neto de las cooperativas al INFOCOOP.

Actualmente la COOTRAMUSUN está compuesta por 84 socios y 124 unidades activas con una cobertura intermunicipal e intermunicipal, se mueven alrededor y 5,000 personas diarias y transporte de mercaderías para comercio. La cooperativa está dividida, partiendo de un consejo de administración compuesto de la siguiente manera: Administración, Gerencia y Oficina de control operacional (supervisores). Los

<sup>1</sup> Trabajo dirigido por la maestra Gioconda del Pilar Obando.

## Implementación del método de transporte...

requisitos para entrar a la cooperativa son: pagar una inscripción de \$ 1,000 dólares; ser mayor de edad; tener unidad de trabajo.

Ellos tienen conformada una asamblea directiva en la cual funcionan 6 cargos: Presidente: Eulalio Arauz; Vicepresidente: Elizabeth Molinares; Financiero: Julio Castillo; Secretario: Erick Arceda; Vocales: Samuel Tinoco; Junta de vigilancia: José Ángel, Guillermo Hernández

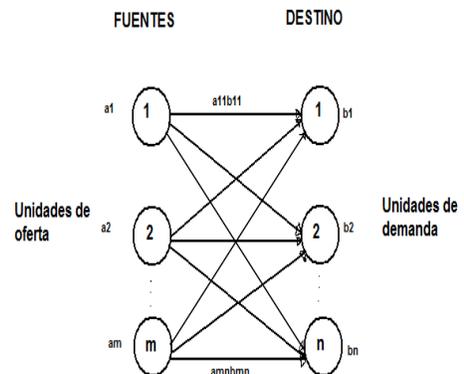
El cambio de directiva se da cada 2 años. Tienen asambleas ordinarias 2 veces al año y extraordinarias cuando la ocasión amerite. El tratamiento contable es el mismo que cualquier empresa a excepción de 3 cuentas especiales existentes dentro de la cooperativa las cuales son: Ingreso y mantenimiento de cooperativa; Fondos de reinversión y Bonos de ahorro

Y después actividades rutinarias que van de acuerdo al itinerario de transporte, que es después de cada término de jornada laboral se hace el respectivo pago de roll de transporte.

### Modelo de transporte:

El modelo de transporte es básicamente un programa lineal que se puede resolver a través del método Simplex regular. Sin embargo su estructura especial hace posible el desarrollo de un procedimiento de solución, conocido como técnica de transporte, que es más eficiente en términos de cálculo. Un plan de embarque factible consiste en números en cada celda del cuadro de transportación de modo tal que se cumpla lo siguiente:

- ✓ Cada número es un entero no negativo.
- ✓ Los números de cada hilera se suman para producir la cifra de suministro que está a la derecha de esa hilera.
- ✓ Los números de cada columna se suman para producir la cifra de demanda que se encuentra en la parte inferior de esa columna.



El método más usado y que estudia todos los costos es el de la matriz mínima, el cual consiste:

- ✓ Identifique una celda no tachada cuyo costo sea el menor. (En caso de empate, escoja cualquiera de las celdas).
- ✓ Para la celda identificada, determine el menor de los suministros restantes en ese renglón y de la demanda en esa columna. Para esto se realiza lo siguiente:
  1. Coloque la cantidad que acaba de determinar en la celda identificada.
  2. Reduzca el suministro restante en el renglón en la cantidad enviada en esta celda.
  3. Reduzca la demanda restante en la columna en la cantidad enviada en esta celda.
  4. Tache el renglón o la columna cuyo suministro o cuya demanda restante haya sido reducida a cero.

Repitiendo los pasos exactamente  $m + n - 1$  veces trae como resultado un plan de embarque factible que no contiene ciclos.

**Nota:** Para encontrar un plan de embarque óptimo, se toma en consideración solamente aquellos planes que no contengan ciclos. Además, para un problema que contenga  $m$  nodos de suministro y  $n$  nodos de demanda, los investigadores han determinado que cada plan de embarque deberá contener cuando mucho  $m + n - 1$  celdas no vacías.

### Pasos conceptuales del algoritmo de escalón

**Paso 0:** *Inicio:* encuentre un plan de entero factible inicial que tenga  $m + n - 1$  celdas no vacías y no contenga ciclos, continúe con el paso 1. (Existen muchas maneras diferentes de encontrar este plan de embarque inicial, el que utilizaremos es el método de la matriz mínima).

**Paso 1.** *Prueba de optimalidad:* verifique si el plan de embarque actual tiene el menor costo total. Si esto es así, detenga el proceso y obtenga un plan de embarque óptimo; en cualquier otra circunstancia, continúe con el paso 2.

**Paso 2.** *Traslado:* si el plan de embarque actual no es óptimo, construya un nuevo plan de embarque entero factible que tenga  $m + n - 1$  celdas no vacías, que no contenga ciclos y cuyo costo total sea estrictamente menor que el actual. Regrese al paso 1. El nuevo plan de embarque se construye utilizando la información obtenida en el paso 1. A partir del paso 1(b), es posible identificar una celda actualmente vacía cuyo costo reducido sea el más negativo. Debido a que cada unidad enviada en esta celda tiene como resultado un ahorro, es natural enviar todo lo que se pueda en la celda en cuestión. El nuevo plan se obtiene, por consiguiente, mediante el embarque del número máximo de unidades posible en tal celda (y cambiando las cantidades enviadas en algunas de las celdas no vacías, para satisfacer las restricciones de suministro y de demanda). El hacer esto tiene como resultado un nuevo plan de embarque que tiene  $m + n - 1$  celdas no vacías y no contiene ciclos.

**Paso 3:** Cambio hacia un plan de embarque mejorado. Una vez que se ha determinado, en el paso 1(b), que el plan de embarque actual no es óptimo, usted puede ahora construir un nuevo plan entero factible cuyo costo total de embarque sea menor que el del actual. La información obtenida en el paso 1(b) le permite llevar a cabo lo anterior de la manera siguiente:

- a. Escoja la celda cuyo costo reducido es más negativo (en este caso, la celda de la hilera 3 y columna 3)
- b. Determinar el número máximo de unidades que pueden ser enviadas en la celda identificada en (a), recordando que cada unidad enviada en esa celda reduce los costos totales de embarque en el valor del costo reducido.

### Paso 1: prueba de optimalidad de un plan de embarque

Después de obtener un plan de embarque inicial, a continuación se determina si éste es el de menor costo de embarque. Cada celda vacía del cuadro actual significa que no se envían unidades en esa celda. La prueba de optimalidad se lleva a cabo mediante el cálculo de un solo número, conocido como costo reducido para cada celda vacía. El costo reducido representa el cambio en el costo total que se obtendría al enviar una unidad en esa celda vacía. Si un costo reducido es negativo, el plan de embarque actual no es óptimo.

#### Paso 1 (A): cálculo de los costos reducidos utilizando ciclos:

Para calcular costos reducidos, seleccione cualquier celda vacía del cuadro actual. Esto se lleva a cabo sin utilizar cualquiera de las celdas vacías restantes. El proceso de mantener en equilibrio el suministro y la demanda continúa hasta que se equilibra la columna de la celda inicial. Esta colección de celdas forma un ciclo. El  $+$  o  $-$ , de cada celda del ciclo indica si una unidad de más o de menos es enviada en esa celda para mantener el equilibrio de suministro y demanda.

Ahora, con el equilibrio entre suministro y demanda, es posible calcular el cambio en los costos totales de embarque. Por cada celda del ciclo que requiere un envío adicional de una unidad (indicada por el signo

## Implementación del método de transporte...

+) , colocado encima de la cantidad de envío actual, se incurre en un costo adicional igual al costo unitario de embarque en esa celda. De igual modo, por cada celda que requiere una disminución en el envío de una unidad (indicado con el signo -), colocado encima de la cantidad de envío actual, existe un ahorro igual al costo de envío unitario en dicha celda. Sumando y restando los costos y los ahorros adicionales de las celdas del ciclo se produce el cambio neto en los costos totales de embarque si una unidad es enviada en la celda vacía elegida.

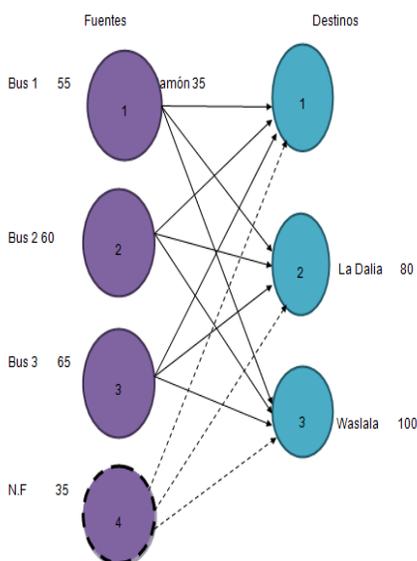
Ahora es necesario calcular un costo reducido para cada celda vacía. Hacerlo requiere hallar el ciclo apropiado cada vez. Hasta un cierto grado, éste es un proceso de prueba y error, pero siempre existe uno y sólo uno de tales ciclos. Para encontrar este ciclo único, pensemos en cada hilera y en cada columna del cuadro como si fueran calles, y en cada celda no vacía como si fuera un semáforo. Dada la celda inicial cuyo costo reducido se está calculando, empezamos a conducir a lo largo de la hilera y seleccionamos un semáforo en el cual dar vuelta. Conduciendo en esa columna, seleccionamos otro semáforo en el cual dar vuelta, y así sucesivamente, con el objetivo final de regresar a la celda de inicio. (El mismo ciclo se obtiene si empezamos en la celda vacía y se dirige primero a lo largo de la columna). Una vez que se ha encontrado el ciclo deseado, empezamos a colocar + en la celda vacía inicial y, de manera alternada, colocamos un - y un + en cada celda del ciclo en donde dé vuelta. El costo reducido de la celda inicial se calcula sumando y restando los costos por unidad de las celdas en el ciclo, según lo indiquen los + y los -.

## Problemática de la COOTRAMUSUN R.L

La cooperativa de buses del departamento de Matagalpa COOTRAMUSUN R.L, está estudiando la posibilidad de reducir sus costos operacionales por día, esta cuenta con 3 unidades de transportes intramunicipales; cada unidad tiene una capacidad de 55, 60, 65 pasajeros todos sentados, cuya demanda por cada unidad de transporte es de 35, 80, 100. Los costos de transporte por cada unidad están reflejados en la siguiente tabla:

Costos de transporte en córdobas (C\$)			
Unidades	San Ramón	La Dalia	Waslala
Bus 1	15	30	60
Bus 2	15	30	60
Bus 3	15	30	60

## RED DE DISTRIBUCIÓN



## MODELO MATEMÁTICO

$$\text{Min } Z: 15X_{11}+30X_{12}+60X_{13}+15X_{21}+30X_{22}+60X_{23}+15X_{31}+30X_{32}+60X_{33}+0X_{41}+0X_{42}+0X_{43}$$

S.a Fuente Destinos

$$\sum_{i=1}^3 X_{1i} \leq 55$$

$$\sum_{i=1}^3 X_{2i} \leq 60$$

$$\sum_{i=1}^3 X_{3i} \leq 65$$

$$\sum_{i=0}^3 X_{4i} \leq 35$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{i1} \geq 35$$

$$\sum_{i=2}^4 X_{i2} \geq 80$$

$$\sum_{i=3}^4 X_{i3} \geq 100$$

$X_{ij} \geq 0$  para todas  $i, j$

**CUADRO DE TRASPORTE INICIAL**

	San Ramón	La Dalia	Waslala	Oferta
Bus1	15	30	60	55
Bus2	15	30	60	60
Bus3	15	30	60	65
N.F	0	0	0	35
Demanda	35	80	100	

**MÉTODO DE LA MATRIZ MÍNIMA**

	San Ramón	La Dalia	Waslala	Oferta
Bus1	15	20	30	35
Bus2	15	60	30	60
Bus3	15	30	30	60
N.F	0	0	0	35
Demanda	35	80	100	

**Plan de embarque inicial**

$$(20)(C\$30)+(35)(C\$60)+(60)(C\$30)+(35)(C\$15)+(30)(C\$60)+(35)(C\$0)$$

$$C\$ (600+2100+1800+525+1800+0)$$

$$=C\$6825.00$$

m+n-1 variable básica

4+3-1 variable básica

=6

**MÉTODO DEL ALGORITMO DE ESCALÓN**

	San Ramón	La Dalia	Waslala	Oferta
Bus1	15 +0 0	20 + - + +	35 - - + - -	55
Bus2	0 +	60 - - -	30 +	60
Bus3	35 - - -	30 0 +	60 30 + + - + +	65
N.F	0 +	0 +	0 35 + -	35
Demanda	35	80	100	

$$15-60+60-15=0$$

$$15-15+60-60+30-30=0$$

$$30-30+60-60=0$$

$$60-30+30-30=0$$

$$0-15+60-0=45$$

$$0-30+30-60+60-0=0$$

$$(20)(C\$30)+(35)(C\$60)+(60)(C\$30)+(35)(C\$15)+(30)(C\$60)+(35)(C\$0)$$

$$C\$ (600+2100+1800+525+1800+0)$$

$$=C\$6825.00$$

**CONCLUSIÓN**

Aplicando el método de matriz mínima obtuvimos nuestro plan de embarque inicial óptimo, ya que al aplicar el algoritmo de escalón nos dio el mismo costo, es decir que los costos que obtuvimos con la matriz mínima fueron nuestros costos factibles. Como resultado final de nuestra investigación pudimos aplicar el método de transporte en la COOTRAMUSUN R, L al cual podemos ayudar a reducir sus costos y darles como alternativa y recomendación que apliquen siempre este método para que minimicen los costos operacionales.

**BIBLIOGRAFÍA**

Investigación de operaciones. (s.f.). Obtenido de investigación de operaciones:

www.investigaciondeoperaciones.net

Silva, J. A. (2012). *Alzas castigan a todo el pueblo*. Managua: La Prensa.