

MÉTODOS DE ESQUINA NOROESTE Y SALTO DE PIEDRA EN PIEDRA PARA UNA RED DE PEQUEÑOS EDITORES DE VALPARAÍSO-CHILE

Claudio Gamero Henríquez

Universidad de Playa Ancha, Playa Ancha. Valparaíso, Chile.

claudio.gamero@upla.cl

Recibido el 10 de noviembre de 2020. Aceptado el 28 de noviembre de 2020

Resumen

En base a tres pequeños editores independientes en Valparaíso a los que se les propuso aplicar un sistema de control logístico para sus entradas de materiales desde proveedores y para sus salidas de productos terminados hasta los puntos de ventas. Se relevaron datos reales en cuanto a distancias y existencias de estas pequeñas empresas, seguido se prepararon una serie de supuestos sobre los cuales se desarrolla el ejercicio de forma completa. Relevada la información sobre sus ventas y compras, se calculó una estimación para los costos de transporte con lo cual proceder al desarrollo del método de la esquina noroeste para hacer explícitas sus rutas y seguido mediante el método de salto de piedra en piedra optimizar para obtener la ruta más eficiente entre estas.

Palabras Clave: Logística de entradas y salidas - Métodos de esquina NO y Salto de piedra en piedra - Industrias Creativas de Valparaíso-Chile.

Abstract

Based on three small independent publishers in Valparaíso who were proposed to apply a logistics control system for their inputs of materials from suppliers and for their outputs of finished products to the points of sale. Real data regarding distances and stocks of these small companies were collected, followed by a series of assumptions on which the exercise is fully developed. Once the information on their sales and purchases was gathered, an estimate was calculated for the transport costs with which to proceed to the development of the method of the northwest corner to make their routes explicit and followed by the method of jumping from stone to stone to optimize to obtain the most efficient route between these.

Keywords: Logistics of entrances and exits - Methods of NW corner and Stone jump in stone - Creative Industries of Valparaíso-Chile.

Introducción

En el actual escenario globalizante, lo local se mezcla con lo global (Robertson, R. 1992, 2014; Beck, U. 1997, 1998), siendo necesario una visión sistémica para lograr una acabada comprensión de la complejidad y lograr viabilidad en este nuevo contexto. Esto es posible con la ayuda de tecnologías blandas, a saber, entre otras más diversas y sofisticadas, las metodologías cuantitativas, apoyadas en el planteamiento matemático del problema y su resolución mediante el cálculo y el álgebra lineal.

En Valparaíso existe un gran número de pequeñas editoras, (Lorena Fuentes, Pierina Ferretti, 2015) que editan libros y revistas de autores locales. Estas pequeñas editoras, cuentan con pocos recursos y para realizar sus objetivos muchas veces recurren a los aportes y beneficios que el estado ofrece. Sin embargo, existen dificultades de la asociatividad en la ciudad de Valparaíso en donde estas pequeñas editoras aún no logran la suficiente confianza para lograr formalizar sus vínculos. La componente colaboración o asociatividad es un factor clave a la hora de lograr economías de escala, o acceder a mercados más grandes y distantes, sin embargo, la producción se mantiene a nivel local y muy personalizada, quizá sea una forma de mantener viva la comunidad entre editores y escritores sin contaminarse de la llamada globalización (Lorena Fuentes, Pierina Ferretti, 2015).

La propuesta a trabajar implica la mejora del proceso logístico de una red de pequeños editores en Valparaíso. Este trabajo trata acerca de la aplicación del método de la esquina noroeste y su optimización con el método de salto de piedra en piedra, a objeto de lograr mejoras en el proceso logístico de entradas y salidas para una red de pequeños editores independientes de Valparaíso, Chile.

1. Sistemas de regulación y control, procesos logísticos y aplicaciones de la programación lineal y de la optimización iterativa.

El enfoque sistémico (Bogdanov, 1984), difundido en occidente por el biólogo Ludwig Von Bertalanffy, fue fortaleciéndose en las primeras décadas del siglo XX con el aporte de matemáticos como Norbert Wiener, Prigogine, Ashby, entre otros. El concepto de *cibernética* (del griego *kybernetes*, timón) fue llamado así al estudio de los procesos de regulación y control en máquinas y seres vivos (Wiener, 1965). La *recursividad* de los procesos fue planteada, y cómo tras una determinada cantidad de iteraciones emergen patrones de orden que permiten regular y controlar procesos. Así, mediante las *transformaciones recursivas*, un proceso acotado a lo lineal puede ser mejorado y llevado a su máxima eficiencia (Ashby, 1991). En la disciplina de investigación de operaciones, se define como *proceso logístico* a todas aquellas operaciones relacionadas con la compra e ingreso de materias primas, almacenamiento y uso en la producción de bienes o servicios hasta la distribución de los productos terminados en los puntos de venta.

La Segunda Guerra Mundial presionó a la innovación y a la eficiencia, fue así que los conceptos de la *Programación lineal* desarrollados por el ruso Kolmogorov fueron puestos en práctica en el ámbito militar directamente sobre toda la logística requerida por la guerra. Pero no fue hasta 1947 que George Dantzig desarrolló el algoritmo *simplex*, método por el cual se acotaba la complejidad respecto a cuántas rutas podría haber, y a qué costo, para determinado problema de transporte. Existen variados métodos de programación lineal los que comparten algunas propiedades (Render, 2012):

1. Una función objetivo
2. Una o más restricciones
3. Cursos de acción alternativos
4. La función objetivo y las restricciones son lineales: proporcionalidad y divisibilidad
5. Certeza
6. Divisibilidad

7. Variables no negativas

El método de *esquina noroeste* es un método de programación lineal cuya teoría matemática sostiene que la solución óptima debe estar en uno de los puntos esquina de la región factible. Los pasos en el método de la esquina noroeste (Render, 2012) son:

1. Graficar todas las restricciones y encontrar la región factible.
2. Encontrar los puntos esquina de la región factible.
3. Calcular la utilidad (o el costo) en cada uno de los puntos esquina factibles.
4. Seleccionar el punto esquina con el mejor valor de la función objetivo determinado en el paso 3. Ésta es la solución óptima.

Sobre la *cadena de logística* se aplican el método de la esquina noroeste para encontrar todas las rutas tanto de entrada de materia primas como de salida de productos terminados seguido del método de salto de piedra en piedra, así optimizar la búsqueda hasta encontrar la ruta más eficiente. Por medio de la esquina noroeste se logran encontrar todas las rutas que satisfacen las restricciones cubriendo sus ofertas como demandas, esto es, las fuentes/origen de materias primas y los destinos o puntos de ventas en el caso de logística de producción y ventas. Lo anterior es hacer visibles las rutas que posibles, pero no nos dice cuál es la óptima.

Por otra parte, el *método de salto de piedra en piedra* es un procedimiento iterativo que consiste, en los procesos logísticos, en distribuir todos los envíos dejando en cero las bodegas de origen o fuentes y encontrar la ruta más eficiente entre todas las rutas encontradas y que satisfacen las restricciones. Para lograr esta optimización es necesario tener balanceada la *matriz de asignaciones*, a saber, la cantidad de fuentes o filas *versus* la cantidad de destinos o columnas. Si naturalmente no está balanceado, se puede agregar una fila o columna con ceros de modo de igualar el número filas y columnas. Siempre que la matriz esté balanceada, podremos aplicar este método para encontrar al más eficiente ruta entre todas las posibles.

2. Diseño de la investigación y propuesta de trabajo con tres productores (editoras) en Valparaíso, Chile.

Tras iniciar este trabajo de aplicación, en el verano de 2019, se buscó alguna red asociativa o cooperativa de editores en Valparaíso, sólo encontrando este tipo de organización en Santiago, Concepción y Valparaíso. Las causas pueden ser variadas, cosa que escapa a esta tarea. Por lo tanto, se optó por contactar al menos a tres pequeñas editoras en Valparaíso y proponerles el trabajo en red. De esta forma se podría relevar la información necesaria para aplicar las metodologías mencionadas y visibilizar sus procesos logísticos con el objeto de lograr eficiencias económicas de escala.

Tras consultas por escrito y llamados telefónicos se logra acopiar el set de datos requeridos para este estudio. Por tanto y en base a los datos reales en cuanto a distancias y existencias de estas pequeñas empresas, se prepararon una serie de supuestos sobre los cuales se desarrolla el ejercicio de forma completa. Una vez relevada también la información sobre sus ventas y compras, se realizó la estimación de los costos de transporte con lo cual se pudo proceder al desarrollo del método de la esquina noroeste para obtener todas las rutas posibles para seguido optimizar con el método de salto de piedra en piedra hasta la obtención de la ruta óptima y más eficiente.

Las pequeñas editoras son: *Puerto de Escape*, *Perro de Puerto*, y *Narrativa Punto*, ubicados en Valparaíso tanto sus oficinas como sus talleres gráficos. El volumen de libros no es grande, oscilando entre las 100 y 500 copias. Las ventas y mercadeo se hacen en gran medida por internet, sin embargo, el desarrollo de los puntos de ventas además de vender les permite visibilizarse y ocupar un espacio tangible en el mercado y a la mano de los compradores.

Estas editoras aún cuando se conocen entre sí, no trabajan asociadas, resolviendo sus compras como sus ventas de modo individual. Con todo, las tres coinciden en muchos de sus puntos de ventas como en sus proveedores, con lo cual se pudo hacer las estimaciones requeridas y sobre algunos supuestos hacer posible este trabajo de aplicación metodológica.

Supuestos del método de esquina NO

La información de los proveedores se ha acotado a sólo tres proveedores en común, dos en Valparaíso y uno en Santiago (a 120 km de Valparaíso). Luego, la información de los puntos de ventas se ha acotado a sólo tres puntos de ventas en común, dos en puntos de ventas en Valparaíso y uno en Santiago. La capacidad de producción de cada taller gráfico ha sido la base para el cálculo de las demandas de cada punto de ventas, así como para estimar el stock de cada proveedor.

- Los costos de producción en cada taller gráfico son idénticos
- Los costos de envío son constantes, independientemente del volumen enviado
- Los talleres gráficos producen lo que se requiere en puntos de venta, por tanto, está balanceado.

Para fundamentar el supuesto del costo de envío constante (Díez De Castro y Navarro García, 2004; Render, 2012), se realizó la siguiente tabla de estimaciones y costeo con información relevada de entrevistas personales con algunos editores.

Conjunto de Tablas 1: Costos de transporte por unidad

TABLA DETALLE DE ESTIMACIÓN DE COSTOS DE TRANSPORTE POR UNIDAD

Las premisas que se establecen son:

- a) los costos de producción en cada taller gráfico son idénticos
- b) los costos de envío son constantes, independientemente del volumen enviado
- c) se produce lo que se requiere en puntos de venta, por tanto está balanceado

Costo de transporte opcional		costos clp	costos usd
a	Tarifa fija valpo en clp	20000	30
	Tarifa fija stgo en clp	70000	104
	valor 1 usd en clp		670
b	costos de flota x cada viaje		
Costo Ind. de Transporte		total	1850 3
	hh chofer 300.000 x mes	800	
	hm desgaste van 4,5m/Señals	350	
	combustible lts x clp	700	
	precio combustible	700	
	km	10	
	10km x cada litro. Lts usado	1	

In-prom	promedio de compras estimadas en unidades de libros por capacidad máxima de producción de taller
vts prom	ventas promedio en unidades de libros vendidos x periodo
km	Kms en valpo y Sigo, se asume ida y vuelta
CTI	Costo Indirecto Transporte es el cálculo de costos indirectos asociados al transporte

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Se asume 300.000 pesos chilenos (clp) como salario del chofer, por lo cual se asignan 10.000 clp por día, y de éstos se divide en 8 horas, de los cuales se descuentan el 20% por leyes sociales, restando 800 clp neto por cada hora de trabajo. Las horas máquina por desgaste o depreciación, se calcularon en base a 4.500.000 clp el costo de una camioneta nueva, con vida útil estimada en 5 años, resultando neto cada hora máquina por 350 clp. Se asume un rendimiento de 10 km x cada litro de combustible, con un precio de 700 clp c/lt.

Supuestos del método de salto de piedra en piedra

Se debe cumplir la regla de que "el número de rutas ocupadas siempre debe ser igual a la suma del número de filas más el número de columnas menos uno" (Sorel los Santos, 2001, 2004).

En este caso:

Número de envíos ocupados = 5

Número de filas = 3

número de columnas = 3

$5 = 3 + 3 - 1$

3. Obtención de alternativas de rutas para el esquema de tres proveedores y tres puntos de ventas

La regla de esquina noroeste tiene como procedimiento sistemático:

- 1.- Agotar la oferta (capacidad de fábrica) en cada fila antes de descender a la fila siguiente.
 - 2.- Agotar los requerimientos (almacén) de cada columna antes de continuar hacia la derecha a la columna siguiente.
 3. Comprobar que todas las ofertas y demandas se satisfagan
- El detalle de todas las tablas puede revisarse en los anexos al final de este trabajo.

La tabla de trayectos muestra los kilómetros de ida y vuelta desde el origen hacia los destinos respectivos. Nótese que P3 (proveedor 3) está en Santiago por lo que se asumen kilómetros dentro de Valparaíso de viaje a Santiago y de vuelta al taller gráfico de origen.

Conjunto de Tablas 2: Costos de entradas de transporte por unidad

TABLA DE COSTOS DE ENTRADAS DE TRANSPORTE POR UNIDAD

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Proveedores ----- - ORIGEN Tgs	p1	p2	p3
Tg Puerto de Escape	3	3	29
Tg Perro de Puerto	3	3	28
Narrativa Punto a Parte tg	3	3	28

TRAYECTOS DE ENTRADAS EN KMS

DESDE	Hasta, se asume de ida/vuelta		
en kms	P1	P2	P3
Tg Puerto de Escape	8	9	258
Tg Perro de Puerto	12	15	256
TG Narrativa PaP	8	10	250

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Conjunto de Tablas 3: Costos de salidas de transporte por unidad

TABLA DE COSTOS SALIDAS DE TRANSPORTE POR UNIDAD

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados
Tg Puerto de Escape	2	3	29
Tg Perro de Puerto	3	3	28
Narrativa Punto a Parte tg	2	2	28

TRAYECTOS DE SALIDAS EN KMS

DESDE	Hasta, se asume de ida/vuelta		
en kms	mar de libros	crisis	metales pesados
Tg Puerto de Escape	7	9	258
Tg Perro de Puerto	10	12	256
TG Narrativa PaP	3	6	250

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

En base a estas tablas de costos de entradas y salidas respectivamente, se desarrollan las tablas de stocks de entradas y salidas, que relevan el costo de ida y vuelta a cada uno de los 3 proveedores y las 3 librerías de puntos de ventas respectivamente hacia los talleres gráficos. P1, p2, p3, son los proveedores, donde p1 y p2 son locales mientras p3 se encuentra en Santiago a 120 kilómetros de Valparaíso. El punto de venta librería Metales Pesados, se encuentra en Santiago, y aún cuando está distante, sus altas ventas hacen necesario mantener stock de venta en ella.

En base a las respectivas tablas de costeo de entrada como de salida se realiza el método de la esquina noroeste resultando las siguientes rutas como solución inicial en cada caso. Misma información de la matriz de solución inicial, tabuladas todas las rutas y sus costos en usd.

Conjunto de Tablas 4: Unidades en Stock de costos de entradas

TABLA DE STOCK DE COSTOS DE ENTRADAS

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ----- ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte Ig	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	29	28	28	650
p2	3	3	3	130
p1	3	3	3	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

TRAYECTOS DE ENTRADAS EN KMS

DESDE	Hasta, se asume de ida/vuelta		
	P1	P2	P3
en kms			
Tg Puerto de Escape	8	9	258
Tg Perro de Puerto	12	15	256
TG Narrativa PaP	8	10	250

Supuestos para la estimación del costeo del transporte

El volumen de compra de mp se define en función de la capacidad de producción de cada taller gráfico en unidades de libros terminados

Se asume el Stock de cada proveedor al promedio mensual de stock informado por los proveedores

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Conjunto de Tablas 5: Unidades en Stock de costos de salidas

TABLA DE STOCK DE COSTOS DE SALIDAS

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2	3	29	500
Tg Perro de Puerto	3	3	28	200
Narrativa Punto a Parte tg	2	2	28	200
Unidades demandas x puntos de ventas	600	100	200	900

TRAYECTOS DE SALIDAS EN KMS

DESDE	Hasta, se asume de ida/vuelta		
en kms	mar de libros	crisis	metales pesados
Tg Puerto de Escape	7	9	258
Tg Perro de Puerto	10	12	256
TG Narrativa PaP	3	6	250

Supuestos para la estimación del costo del transporte

El volumen de compra de mp se define en función de la capacidad de producción de cada taller gráfico en unidades de libros terminados

Se asume el Stock de cada proveedor al promedio mensual de stock informado por los proveedores

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Conjunto de Tablas 6: Solución inicial de costos de entradas

TABLA SOLUCIÓN INICIAL COSTOS DE ENTRADAS

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte Ig	Unidades en stock mp cada proveedor
$p3$	29*500	28*150	-	650
$p2$	-	3*50	3*80	130
$p1$	-	-	3*120	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

CT: $(500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) =$	19450 usd
---	---------------------

TRAYECTOS DE ENTRADAS EN KMS

DESDE	Hasta, se asume de ida/vuelta		
en kms	P1	P2	P3
Tg Puerto de Escape	8	9	258
Tg Perro de Puerto	12	15	256
TG Narrativa PaP	8	10	250

Supuestos para la estimación del costo del transporte

- El volumen de compra de mp se define en función de la capacidad de producción de cada taller gráfico en unidades de libros terminados
- Se asume el Stock de cada proveedor al promedio mensual de stock informado por los proveedores

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Conjunto de Tablas 7. Costos de entradas asignados por la solución inicial

TABLA DE COSTOS DE ENTRADAS ASIGNADOS X SOLUCIÓN INICIAL

COSTO DE ESTA ASIGNACIÓN DE COMPRAS MP				
De	A	unidades enviadas	costo unitario usd	costo total usd
P3 a TgPdE		500	29	14500
P3 a TgPdP		150	28	4200
P2 A TgPdP		50	3	150
P2 a TgNPaP		80	3	240
P1 a TgNPaP		120	3	360
TOTAL				19450

Fuente: Elaboración propia.

Conjunto de Tablas 8. Solución inicial de costos de salidas

TABLA SOLUCIÓN INICIAL COSTOS DE SALIDAS

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen Tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2*200	3*100	29*200	500
Tg Perro de Puerto	-	-	28*200	200
Narrativa Punto a Parte Tg	-	-	28*200	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

$$CT: (200*2)+(100*3)+(200*29)+(200*28) = 17700$$

TRAYECTOS DE SALIDAS EN KMS

DESDE	Hasta, se asume de ida/vuelta		
en kms	mar de libros	crisis	metales pesados
Tg Puerto de Escape	7	9	258
Tg Perro de Puerto	10	12	256
TG Narrativa PaP	3	6	250

Supuestos para la estimación del costo del transporte

El volumen de compra de mp se define en función de la capacidad de producción de cada taller gráfico en unidades de libros armados

Se asume el Stock de cada proveedor al promedio mensual de stock informado por los proveedores

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

4. Proceso de optimización iterativa de las rutas en el esquema de tres proveedores y tres puntos de venta

Optimización para las entradas

En base a las tablas de solución inicial de rutas, se inicia la evaluación de cada una de las rutas. Para el caso de entradas la tabla de evaluación de rutas como sigue.

Conjunto de Tablas 9. Solución inicial de entradas

TABLAS OPTIMAZADAS

SOLUCIÓN INICIAL

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500	150	-	650
p2	-	50	80	130
p1	-	-	120	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

A3=28-3+3-28	0	
B1=3-3+28-29	-1	re iterar
C2=3-3+3-3	0	
C1=3-3+3-3+28-29	-1	re iterar

CT: $(500 \cdot 29) + (150 \cdot 28) + (50 \cdot 3) + (80 \cdot 3) + (120 \cdot 3) =$	19450
---	--------------

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Según la evaluación, se reiteran las rutas B1 y C1 comprobando mejora de 50 usd.

Conjunto de Tablas 10. Primera iteración sobre rutas B1 y C1

PRIMERA ITERACIÓN SOBRE B1				
LOGÍSTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	450 ²⁹	200 ²⁸	-	650
p2	50 ³	0 ³	80 ³	130
p1	-	-	120 ³	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900
CT: $(500 \cdot 29) + (150 \cdot 28) + (50 \cdot 3) + (80 \cdot 3) + (120 \cdot 3) = 19450$				
CT: $(50 \cdot 3) + (450 \cdot 29) + (200 \cdot 28) + (80 \cdot 3) + (120 \cdot 3) = 19400$				

PRIMERA ITERACIÓN SOBRE C1				
LOGÍSTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	450	200	-	650
p2	-	0	130 ³	130
p1	50 ³	-	70 ³	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900
CT: $(500 \cdot 29) + (150 \cdot 28) + (50 \cdot 3) + (80 \cdot 3) + (120 \cdot 3) = 19450$				
CT: $(50 \cdot 3) + (70 \cdot 3) + (130 \cdot 3) + (0 \cdot 3) + (200 \cdot 28) + (450 \cdot 29) = 19400$				

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Misma información de la matriz de soluciones optimizadas de entradas, se muestran tabuladas todas las rutas y sus costos en usd, con la mejora de 19.400 usd total para B1 y C1 en contraste a los 19.450 usd de la solución inicial.

Conjunto de Tablas 11. Costos asignados por optimización

TABLA DE COSTOS DE ENTRADAS ASIGNADOS X OPTIMIZACIÓN			
Desde B2 COSTOS OPTIMIZADOS DE ASIGNACIÓN DE COMPRAS MP			
De	A	unidades enviadas	costo total usd
P3 a TgPdE		450	13050
P3 a TgPdP		200	5600
P2 A TgPdP		50	150
P2 a TgNPaP		80	240
P1 a TgNPaP		120	360
TOTAL			19400

TABLA DE COSTOS DE ENTRADAS ASIGNADOS X OPTIMIZACIÓN			
Desde C1 COSTOS OPTIMIZADOS DE ASIGNACIÓN DE COMPRAS MP			
De	A	unidades enviadas	costo total usd
P3 a TgPdE		450	13050
P3 a TgPdP		200	5600
P2 A TgPdP		50	150
P2 a TgNPaP		70	210
P1 a TgNPaP		130	390
TOTAL			19400

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

Optimización para las salidas

Conjunto de Tablas 12. Solución óptima para salidas

SOLUCIÓN ÓPTIMA FINAL SALIDAS

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2 200	3 100	29 200	500
Tg Perro de Puerto	-	-	28 200	200
Narrativa Punto a Parte tg	-	-	28 200	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200*2)+(100*3)+(200*29)+(200*28)+(200*28) =$	17700
--	-------

EVALUACIÓN DE LAS RUTAS

B1=3-2+29-28	2
B2=3-3+29-28	1
C1=2-2+29-28	1
C2=2-3+29-28	0

En base a evaluación de rutas, no existe otra ruta más eficiente que la ya encontrada. Sin embargo se realizaron las iteraciones comprobando que solo se incrementa el costo por las rutas restantes. Por tanto efectivamente y sin duda la ruta hayada es la más eficiente.

Fuente: Todas las tablas son elaboradas por el autor

En el caso de las salidas, la solución inicial proporciona la ruta más eficiente, ya que tras la evaluación de las rutas se verifican todos los indicadores de mejora positivos. Sin embargo, se comprobó iterando de igual modo todas las rutas de salidas, resultando un incremento en los costos siendo por tanto la más eficiente la ruta dada por la solución inicial.

El detalle de todas las tablas se puede revisar en los anexos al final de este trabajo.

Conclusiones

Respecto de la aplicación de los métodos aquí usados, resulta satisfactorio verificar que efectivamente se logran definir rutas eficientes y más aún optimizarlas, esto en un marco asociativo que periódicamente esté poniendo al día sus variables críticas como distancias de sus proveedores y puntos de ventas, el precio de los combustibles y el volumen de ventas (Kotler, 2008).

Es muy probable que en un futuro muy cercano la colaboración y asociatividad sea una característica fundamental en las nuevas redes de editores independientes de Valparaíso.

Referencias bibliográficas

- Ashby, W. R. (1991). Requisite Variety and Its Implications for the Control of Complex Systems. In *Facets of Systems Science* (pp. 405–417). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0718-9_28
- Beck, U. (1997). ¿Qué es la globalización? *¿Qué Es La Globalización?*
- Beck, U. (1998). La Sociedad del Riesgo. In *Vasa*.
- Bogdanov, A. (Aleksandr). (1984). *Essays in tektology: the general science of organization*.
- Díez De Castro, E., & Navarro García, A. (2004). Naturaleza de la distribución. In *Naturaleza de la Distribución*.
- Robertson, R. (Eds.) (2014). *European Glocalization in Global Context*. Springer.
- Kotler, P. (2008). Dirección de Mercadotecnia. *Prentice Hall*. <https://doi.org/10.1016/B978-85-352-7930-6.50011-X>
- Lorena Fuentes, Pierina Ferretti, F. C. y R. O. (2015). La edición independiente en Chile ESTUDIO E HISTORIA DE LA PEQUEÑA INDUSTRIA (2009-2014). In *Cooperativa de Editores de la Furia*.
- Render, B. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. (PEARSON EDUCACIÓN (ed.); 11º). <http://www.pearsonenespañol.com/render>
- Robertson, R. 1992. *Globalization, Social Theory and Global Culture (Published in association with Theory, Culture & Society)*-Sage Publications Ltd.
- Sorel los Santos. (2001). *Logística comercial y empresarial* (ESIC (ed.); 2º ed.).
- Sorel los Santos, I. (2004). *Logística y marketing para la distribución* (ESIC (ed.); 2º ed.).
- Wiener, N. (1965). *Cybernetics Or Control and Communication in the Animal and the Machine* (M. Press. (ed.)).

ANEXO

Tablas anexas 1. Entradas iteración y movimiento de stock desde a3

INDICADOR DE MEJORA X RUTAS				
A3= 28-3+3*28	0			
B1= 3-3+28*29	-1 re iterar			
C2= 3-3+3*3	0			
C1= 3-3+3+28*29	-1 re iterar			
LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte Tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500	28	50+0	650
p2	-	3	80-50	130
p1	-	-	120	120
Unidades demandadas x cada taller grafico	500	200	200	900
CT: (500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) =				19450
INDICADOR DE MEJORA				
A3	A3 = 0			
1*28 = 28				
(-1)*3 = -3				
1*3 = 3				
(-1)*28 = -28				

PRIMERA ITERACION A3				
LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte Tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500	28	50+0	650
p2	-	3	80-50	130
p1	-	-	120	120
Unidades demandadas x cada taller grafico	500	200	200	900
CT: (500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) =				19450
CT: (500*29)+(100*28)+(100*3)+(50*28)+(30*3)+(120*3)=				19450

Tablas anexas 2. Entradas iteración y movimiento de stock desde B1

INDICADOR DE MEJORA X RUTAS				
A3= 28-3+3*28	0			
B1= 3-3+28*29	-1 re iterar			
C2= 3-3+3*3	0			
C1= 3-3+3+28*29	-1 re iterar			
LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte Tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500-50	28	150+50	650
p2	3	3	50-50	130
p1	-	-	120	120
Unidades demandadas x cada taller grafico	500	200	200	900
CT: (500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) =				19450
INDICADOR DE MEJORA				
B2	B2 = -1 iteracion 1			
1*3 = 3				
(-1)*3 = -3				
1*3 = 3				
(-1)*28 = -28				

PRIMERA ITERACION SOBRE B2				
LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD				
Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte Tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	450	28	-	650
p2	3	3	80	130
p1	-	-	120	120
Unidades demandadas x cada taller grafico	500	200	200	900
CT: (500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) =				19450
CT: (50*3)+(450*29)+(200*28)+(80*3)+(120*3) =				19400

Tablas anexas 3. Entradas iteración y movimiento de stock desde C1

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500-50	150+50	-	650
p2	-	50-50	80+50	130
p1	0+50	-	120-50	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

CT: $(500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) = 19450$
 CT: $(50*3)+(70*3)+(130*3)+(0*3)+(200*28)+(450*29) = 19400$

C1	INDICADOR DE MEJORA		
C1	-1		
1*3=3	INDICADOR DE MEJORA X RUTAS		
(-1)*3=-3	A3=28-3+3-28	0	
1*3=3	B3=3-3+28-29	-1	re iterar
(-1)*3=-3	C2=3-3+3-3	0	
1*28=28	C1=3-3+3-3+28-29	-1	re iterar
(-1)*29=-29			

PRIMERA ITERACIÓN SOBRE C1

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	450	200	-	650
p2	-	0	130	130
p1	70	-	-	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

CT: $(500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) = 19450$
 CT: $(50*3)+(70*3)+(130*3)+(0*3)+(200*28)+(450*29) = 19400$

Tablas anexas 4. Entradas iteración y movimiento de stock desde C2

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500	150	-	650
p2	-	50-50	80+50	130
p1	-	0+50	120-50	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

CT: $(500*29)+(150*28)+(50*3)+(80*3)+(120*3) = 19450$

C2	INDICADOR DE MEJORA		
C2	0		
1*3=3	INDICADOR DE MEJORA X RUTAS		
(-1)*3=-3	A3=28-3+3-28	0	
1*3=3	B3=3-3+28-29	-1	re iterar
(-1)*3=-3	C2=3-3+3-3	0	
	C1=3-3+3-3+28-29	-1	re iterar

LOGISTICA DE COSTOS DE ENTRADA en USD

Dest Tgs ORIGEN Proveedor	Tg Puerto de Escape	Tg Perro de Puerto	Narrativa Punto a Parte tg	Unidades en stock mp cada proveedor
p3	500	150	-	650
p2	-	0	130	130
p1	70	-	-	120
Unidades demandadas x cada taller gráfico	500	200	200	900

CT: $(500*29)+(150*28)+(130*3)+(70*3)+(50*3) = 19450$

C2	INDICADOR DE MEJORA
C2	0
1*3=3	
(-1)*3=-3	
1*3=3	
(-1)*3=-3	

Tablas anexas 5. Salidas iteración y movimiento de stock desde B1

TABLAS DE ITERACIONES PARA LA SOLUCIÓN OPTIMA DE SALIDAS

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2 200-200	3 100	29 200+200	500
Tg Perro de Puerto	3 200+0	3 -	28 200-200	200
Narrativa Punto a Parte tg	2 -	2 -	28 200	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200*2)+(100*3)+(200*29)+(200*28) =$	17700	
B1	Indice de mejora B1 = 2	
EVALUACION DE LAS RUTAS		
1*3 = 3	B1= 3-2+29-28	2
(-1)*2 = -2	B2= 3-3+29-28	1
1*29 = 29	C1= 2-2+29-28	1
(-1)*28 = -28	C2= 2-3+29-28	0

PRIMERA ITERACION B1

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2 0	3 100	29 400	500
Tg Perro de Puerto	3 200	3 -	28 0	200
Narrativa Punto a Parte tg	2 -	2 -	28 200	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200*2)+(100*3)+(200*29)+(200*28) =$	17700
CT: $(200*3)+(100*3)+(400*29)+(200*28) =$	18100

Tablas anexas 6. Salidas iteración y movimiento de stock desde B2

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2 200-200	3 100	29 200+200	500
Tg Perro de Puerto	3 -	-	28 200	200
Narrativa Punto a Parte tg	2 200+0	-	28 200-200	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200 \cdot 2) + (100 \cdot 3) + (200 \cdot 29) + (200 \cdot 28) =$	17700
C1	Indice de mejora C1 = 1
EVALUACIÓN DE LAS RUTAS	
$1 \cdot 2 = 2$	B1 = $3 - 2 + 29 - 28 = 2$
$(-1) \cdot 2 = -2$	B2 = $3 - 3 + 29 - 28 = 1$
$1 \cdot 29 = 29$	C1 = $2 - 2 + 29 - 28 = 1$
$(-1) \cdot 28 = -28$	C2 = $2 - 3 + 29 - 28 = 0$

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	2 0	3 100	29 400	500
Tg Perro de Puerto	3 -	-	28 200	200
Narrativa Punto a Parte tg	2 200	-	28 0	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200 \cdot 2) + (100 \cdot 3) + (200 \cdot 29) + (200 \cdot 28) =$	17700
CT: $(200 \cdot 2) + (100 \cdot 3) + (400 \cdot 29) + (200 \cdot 28) =$	17900

Tablas anexas 7. Salidas iteración y movimiento de stock desde C1

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	200	3	29	500
Tg Perro de Puerto	-	3	28	200
Narrativa Punto a Parte tg	-	2	28	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200*2)+(100*3)+(200*29)+(200*28)+(200*28) =$	17700
B1	Indice de mejora C2 = 0
EVALUACION DE LAS RUTAS	
1*3 = 3	B1=3-2+29-28 = 2
(-1)*2 = -2	B2=3+29-28 = 1
1*29 = 29	C1=2-2+29-28 = 1
(-1)*28 = -28	C2=2-3+29-28 = 0

PRIMERA ITERACION C2

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	200	3	29	500
Tg Perro de Puerto	-	3	28	200
Narrativa Punto a Parte tg	-	2	28	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200*2)+(100*3)+(200*29)+(200*28)+(200*28) =$	17700
CT: $(200*3)+(300*29)+(200*28)+(100*28)+(100*2) =$	17800

Tablas anexas 8. Salidas iteración y movimiento de stock desde C2

PRIMERA ITERACION B1

LOGISTICA DE COSTOS DE SALIDA en USD

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	200	3	29	500
Tg Perro de Puerto	200	-	28	200
Narrativa Punto a Parte tg	-	-	28	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(200*3)+(100*3)+(400*29)+(200*28) = 18100$

SEGUNDA ITERACION SOBRE B1

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	0	3	29	500
Tg Perro de Puerto	200	-	28	200
Narrativa Punto a Parte tg	-	-	28	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(100*3)+(100*3)+(100*3)+(300*29)+(100*28)+(200*28) = 18000$
 CT: $(200*3)+(100*3)+(400*29)+(200*28) = 18100$

Tablas anexas 9. Salidas segunda iteración B1 y movimiento de stock desde A1

SEGUNDA ITERACIÓN SOBRE B1

Destinos puntos de ventas ----- Origen tg	mar de libros	crisis	metales pesados	capacidad de talleres gráficos en unidades
Tg Puerto de Escape	A1 ²	³ 100	²⁹ 400	500
Tg Perro de Puerto	³	³ -	²⁸ 0	200
Narrativa Punto a Parte tg	² -	² -	²⁸ 200	200
Unidades demandas x puntos de ventas	200	100	600	900

CT: $(100 \cdot 3) + (100 \cdot 3) + (100 \cdot 3) + (300 \cdot 29) + (100 \cdot 28) + (200 \cdot 28) =$ **18000**

CT: $(200 \cdot 2) + (100 \cdot 3) + (400 \cdot 29) + (200 \cdot 28) =$ **17900**