



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN
LA ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS

SAMANIEGO ENCALADA KERLY THALIA
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA
OPTIMIZACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS

SAMANIEGO ENCALADA KERLY THALIA
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL

EXAMEN COMPLEXIVO

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA
ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS

SAMANIEGO ENCALADA KERLY THALIA
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

URIGUEN AGUIRRE PATRICIA ALEXANDRA

MACHALA, 01 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
01 de diciembre de 2020

Programación Lineal_Samaniego

por Kerly Samaniego

Fecha de entrega: 17-nov-2020 08:49p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1449546756

Nombre del archivo: EXAMEN_COMPLEXIVO_KERLY_SAMANIEGO_ENCALADA_17_2.docx (638.5K)

Total de palabras: 4521

Total de caracteres: 24405

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, SAMANIEGO ENCALADA KERLY THALIA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de diciembre de 2020



SAMANIEGO ENCALADA KERLY THALIA
0704891126

Dedicatoria

El presente trabajo esta dedicado a mi familia, gracias por apoyarme y creer en mí. Acompañarme en este proceso, sin su ayudar y amor no hubiese tenido los mismos resultados. Gracias por ser mi soporte y estar ahí en los momentos cuando más los necesite.

Agradecimiento

Mi total agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron de una u otra forma en la culminación de mis estudios.

A los docentes de la Universidad Técnica de Machala por brindar sus conocimientos y contribuir a convertirme en una profesional.

Resumen

A través de la asignación de los recursos se busca identificar una asignación óptima sobre una cantidad fija de recursos a las actividades y de esta manera minimizar el costo en el que se incurre por lo asignación. El objetivo general de la presente investigación es: Determinar un modelo de programación lineal para la optimización en la asignación de los recursos en una empresa industrial. La metodología del trabajo responde a una investigación de tipo descriptiva donde se analiza el objeto de estudio tal y como se presenta, sin que se realice ningún tipo de manipulación en las variables de estudio. La investigación también es de tipo documental, debido a que se sustenta sobre la consulta a fuentes bibliográficas, gestores de documentos, publicaciones científicas, bibliotecas virtuales, libros, informes, etc. El caso analizado corresponde a la empresa ACUATECNOLY S.A. que busca alcanzar una mayor competitividad a partir de la minimización de sus costos. Los resultados de la investigación demostraron que las dos sucursales de la empresa deben funcionar por un número determinado de días, de esta manera obtendrán un costo mínimo A partir de esta información los directivos de la empresa podrán tomar las decisiones más adecuadas alcanzando mayor productividad y competitividad.

Palabras clave: modelo de programación lineal, asignación de los recursos, optimización, competitividad, minimización de los costos.

Abstract

Through the allocation of resources it is sought to identify an optimal allocation of a fixed amount of resources to activities and in this way minimize the cost incurred by the allocation. The general objective of this research is: To determine a linear programming model for optimization in the allocation of resources in an industrial company. The work methodology responds to a descriptive research where the object of study is analyzed as it is presented, without any type of manipulation in the study variables. The research is also documentary, because it is based on consulting bibliographic sources, document managers, scientific publications, virtual libraries, books, reports, etc. The case analyzed corresponds to the company ACUATECNOLY S.A. that seeks to achieve greater competitiveness from the minimization of its costs. The results of the investigation showed that the two branches of the company must operate for 1.56 days, in this way they will obtain a minimum cost of \$ 31.2. Based on this information, company managers will be able to make the most appropriate decisions, achieving greater productivity and competitiveness.

Keywords: linear programming model, allocation of resources, optimization, competitiveness, minimization of costs.

Índice General

Dedicatoria.....	- 1 -
Resumen	- 3 -
Abstract.....	- 4 -
Índice General.....	- 5 -
Índice de Figuras	- 6 -
1. Introducción	- 7 -
2. Desarrollo.....	- 8 -
2.1. Fundamentación Teórica	- 8 -
2.1.1. Investigación Operativa	- 8 -
2.1.2. Programación Lineal.....	- 9 -
2.1.3. Optimización en la Asignación de los Recursos.....	- 10 -
2.1.4. Modelo de Programación Lineal para la Asignación de los Recursos.....	- 11 -
2.2. Metodología.....	- 11 -
2.3. Caso de Análisis	- 12 -
3. Conclusiones	- 17 -
Bibliografía.....	18

Índice de Figuras

Figura 1. Gráfica de la Región Factible.....	- 14 -
Figura 2. Punto Óptimo	- 15 -

1. Introducción

En la presente investigación se va a analizar un problema relacionado con un modelo de programación lineal para la optimización en la asignación de los recursos. Tema tiene gran relevancia, debido que, a través de la asignación de los recursos se busca identificar una asignación óptima sobre una cantidad fija de recursos a las actividades y de esta manera minimizar el costo en el que se incurre por lo asignación. Asignar de forma eficiente los recursos es un problema que por lo general suele aparecer en organizaciones con un entorno de toma de decisiones centralizado, es decir que funcionan bajo una unidad central para el control de algunos parámetros de decisión, como los recursos (Wu, et al. 2016).

Es importante aclarar que la asignación de los recursos se refiere a determinar el empleo que se les dará a los diferentes factores de la producción y que cantidades de ellos serán utilizados en las distintas actividades. De esta manera, los problemas de asignación de recursos comprenden una amplia variedad de planteamientos, entre los que es común encontrar: a) problemas de minimización de entrada, donde tan pocos recursos como sean posible deben ser utilizados para alcanzar un objetivo definido y b) problemas de maximización de resultados, donde en un determinado objetivo, el criterio debe satisfacer lo mejor posible mediante el uso de recursos limitados (Martinovic, et al. 2017).

Es decir, los problemas correspondientes a la asignación de los recursos consideran la distribución de los recursos entre las diferentes alternativas con el objetivo de minimizar los costos totales o a su maximizar el rendimiento total. Encontrándose conformados por los siguientes elementos: a) un conjunto de recursos que se encuentran disponibles en cantidades determinadas; b) un conjunto de trabajos por realizar; c) consumo de una cantidad específica de recursos y d) un conjunto de costos o retornos para cada trabajo o recurso.

Este tema es de vital importancia para las empresas, en este sentido, cuando una organización establece su visión y su objetivo, la asignación de los recursos desempeña un papel relevancia, debido a que la adecuada asignación de los recursos puede contribuir en la satisfacción de las necesidades del proyecto, haciendo que se alcancen los objetivos y metas inicialmente planteados y eliminando los riesgos existentes. De acuerdo con Bodaghi y Sukhorukova (2018) cuando se tratan de casos simples o sin grandes complicaciones, el problema de la asignación de los recursos puede realizarse a través de

modelos de programación lineal o convexos, mientras que otros requieren la aplicación de programas más avanzados.

Son muchas las industrias que hacen uso de la programación lineal como herramienta estándar, por ejemplo, la utilizan para la asignación de un conjunto finito de recursos de manera óptima. De acuerdo con Gupta (2013) la Programación Lineal es uno de los métodos generales más importantes de la investigación de operaciones. A partir de su aplicación pueden ser resueltos innumerables problemas de optimización, ayudando en gran medida a la toma de decisiones.

Como se observa, la asignación de los recursos es un tema de gran importancia para las distintas organizaciones, razón por la cual el objetivo general de la presente investigación es: Determinar un modelo de programación lineal para la optimización en la asignación de los recursos en una empresa industrial. Para el cumplir con el objetivo de la investigación, en primer se realiza la fundamentación teórica y luego se analiza la aplicación de la programación lineal en la asignación de los recursos de una empresa de tecnología.

La metodología del trabajo responde a una investigación de tipo descriptiva donde se analiza el objeto de estudio tal y como se presenta, sin que se realice ningún tipo de manipulación en las variables de estudio. La investigación también es de tipo documental, debido a que se sustenta sobre la consulta a fuentes bibliográficas, gestores de documentos, publicaciones científicas, bibliotecas virtuales, libros, informes, etc.

2. Desarrollo

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Investigación Operativa

La investigación operativa es una rama de las matemáticas, la cual consiste en el uso de modelos matemáticos, estadísticos y algorítmicos que tienen el propósito de modelar y resolver problemas complejos, identificando la solución óptima, lo que permite la toma de decisiones. La aparición de la investigación operativa se da en el año de 1937 en Inglaterra por medio de la iniciativa de A.P. Rowe de la firma Bawdsey Research Station, quien se encontraba dirigiendo a un equipo de científicos que enseñaban a jefes militares el recién inventado radar (Rincón 2005). Es considerada una de las ramas de las

matemáticas y contribuye en el proceso de toma de decisiones y generalmente se la asocia con la programación lineal (Kowalski, y otros 2015).

Actualmente la investigación operativa se ha convertido en una gran herramienta de optimización, la cual es utilizada en diversas áreas para la administración eficiente de los procesos en todos los ámbitos de la economía desde hace algunos años, convirtiéndose en una práctica habitual en la ciencia, ingeniería y los negocios (Bermúdez 2011). La investigación operativa ha tenido un gran impacto para mejorar la eficiencia de las organizaciones siendo vital para la toma de decisiones.

2.1.2. Programación Lineal

La planificación de la producción es un proceso continuo y complejo que consiste en determinar de forma anticipada las decisiones que permitan optimizar el uso que se le da a los recursos productivos (Reyes, y otros 2017). Una de las herramientas que contribuyen en este objetivo es la Programación Lineal. La Programación Lineal es un modelo matemático que fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial, su propósito principal era la planificación de los gastos y los retornos económicos generados por la guerra, y cuyo fin era la disminución de los costos diarios que significaba la batalla (Manco 2020).

De acuerdo con Gonzalez, et al. (2018) muchas personas piensan que la Programación Lineal es una parte integral de las matemáticas, pero sin aplicación en el mundo real, mientras que varios investigadores coinciden en que su uso corresponde a la aplicación de modelos de optimización para empresas netamente productivas. Sin embargo, su importancia si es reconocida en el ámbito empresarial como una herramienta que brinda soporte en la toma de decisiones. En este sentido, la Programación lineal determina la forma de lograr el mejor resultado, como el beneficio máximo o el costo mínimo en un determinado modelo matemático y dada una lista de requisitos (Akpan y Iwok 2016).

En este sentido, la programación lineal se refiere principalmente a la maximización de una función lineal, donde se toman en consideración variables primarias, esta recibe el nombre de función objetivo que se encuentra sometido a restricciones, donde ninguna puede presentar el signo negativo (Cevallos, Guijarro y Torres 2016). Esta técnica ha sido útil para orientar decisiones cuantitativas en la planificación empresarial, en la ingeniería industrial y, en menor medida, en las ciencias sociales y físicas (Valencia 2018)

2.1.3. Optimización en la Asignación de los Recursos

Todas las empresas en la actualidad tienen bien planeados sus objetivos y dirigen sus esfuerzos al incremento de su rentabilidad a partir de la obtención de utilidades, por lo que buscan diversas maneras de lograr este propósito. El problema de la asignación de los recursos se convirtió en objeto de investigación durante muchos años en las diferentes actividades de la vida cotidiana, actualmente este término también es utilizado para tratar determinados tipos de problemas como lo son: la asignación de personal, en el área de transporte, la programación de las actividades, entre otras.

La asignación de los recursos se encuentra estrechamente relacionada con la investigación operativa. Siendo esta una herramienta de gran ayuda para la toma de decisiones, por lo que se considera que su mayor fortaleza es la modelar problemas que presenten cierta complejidad, por lo tanto, contribuye a la resolución de problemas (Ortíz y Caicedo 2014). De acuerdo con Corrêa, Corrêa, Gonçalves, y Pagán (2018) la investigación operativa es la evolución de las matemáticas y como estas interactúan con otras ciencias para la solución de problemas cotidianos.

De acuerdo con lo manifestado, la investigación de operaciones ha llegado a constituirse en una herramienta científica de gran valor para la toma de decisiones adecuada en la asignación de los recursos (De la Hoz, Vélez y López 2017). En la óptima asignación de los recursos de acuerdo con el contexto en el que se analice, responde a una gran diversidad de circunstancias, por lo que su resolución puede plantearse en innumerables contextos (Salazar 2019)

En este sentido, se ha determinado que la investigación de operaciones resulta fundamental para la toma de decisiones, considerándose importante que los tomadores de decisiones dispongan de información que ayude en la disminución de los riesgos para llegar a la toma de decisiones más adecuada, viéndose las empresas en la necesidad de disponer de sistemas de información que les provean de esta información (López, López y Peña 2015)

La investigación de operaciones pone en consideración una amplia gama de técnicas y métodos de resolución de problemas que son aplicados en la búsqueda de una mejor toma de decisiones, en la óptima asignación de los recursos, en la oferta de mejores servicios y en la mejora de la eficiencia de las operaciones. El desafío se presenta al elegir el mejor enfoque para abordar un problema empresarial específico.

2.1.4. Modelo de Programación Lineal para la Asignación de los Recursos

Entre los modelos disponibles para resolver problemas matemáticos se encuentran los de programación lineal. De acuerdo con Narro (1996) el modelo lineal, entre los disponibles, es el más viable económicamente y el más flexible, debido a que actualmente existen diversos programas que permiten encontrar la solución a un problema lineal. De acuerdo con Ospina, Rodas y Botero (2008) citado por Zambrano, Arguello, Domínguez, & Bautista (2019) la programación lineal a partir de la ejecución de modelos matemáticos resolver un problema, el cual se presenta por medio de ecuaciones lineales que permiten la optimización de la función objetivo.

De acuerdo con Kumar, Babae, Goli, & Dehnavi-Arani (2019) los modelos de programación lineal ayudan a marcar criterios de decisión, asignado la proporción que le corresponde a cada criterio, la multiplicación de puntajes y pesos y, por último, la suma total que condujo a la toma de decisiones óptima. Además, que de acuerdo con Woubante (2017) a partir de la asignación óptima de los recursos, lo que se busca es mejorar las prácticas de la empresa. Por lo tanto, a partir del modelo de programación lineal se busca determinar la combinación de productos que maximizará el beneficio total a un tiempo especificado. Se ha convertido en el mejor método para determinar una solución óptima entre varias alternativas para cumplir una función objetivo específica que se encuentra limitada por varias restricciones.

2.2. Metodología

La metodología con la que se resolvió el presente trabajo corresponde a una investigación descriptiva. Díaz & Calzadilla (2015) la investigación descriptiva es utilizada cuando es necesario delimitar las características específicas que ya fueron abordadas en otras investigaciones. De acuerdo con los mismos autores, esta descripción puede realizarse a partir de métodos cualitativos y en un estado superior de la descripción es posible que sean utilizados métodos cuantitativos. Algo que queda claro es que en la investigación descriptiva los hechos serán presentados tal y como se encuentran en la realidad (Rojas 2015).

La investigación también es de tipo documental, debido a que se sustenta sobre la consulta a fuentes bibliográficas, gestores de documentos, publicaciones científicas, bibliotecas virtuales, libros, informes, etc. Desde la investigación documental se pretende dar a la

investigación un carácter interpretativo y comprensivo, realizando una búsqueda en los textos para identificar lo que se dice del objeto de estudio (Gómez 2011).

En la metodología de la presente investigación se aplicó el método de optimización de los recursos, a partir del cual se determinará la mejor solución posible a partir de un problema en función de un objetivo específico y de las restricciones existentes, estos valores deberán encontrarse determinados por funciones y relaciones matemáticas (Daghighi, Nahvi y Kim 2017). En el siguiente trabajo se considera el método de programación lineal para la optimización de los recursos de la empresa ACUATECNOLY S.A.

2.3. Caso de Análisis

La empresa ACUATECNOLY S.A. fabricante de computadoras, tiene colocado en el mercado dos modelos de computadoras: SPEED y RACER. Para la fabricación de sus productos, la empresa dispone de dos sucursales en la ciudad de Quito. En la sucursal 1 se producen 4 computadoras modelo SPEED y 7 computadoras modelo RACER, las mismas que tienen un costo de \$12 diarios. Mientras que en la sucursal 2 se fabrican 5 computadores SPEED y 2 RACER, por un costo que llega a los \$8.00 diarios. La empresa espera lograr que lo invertido en la sucursal 1 sea igual a lo invertido en la sucursal 2.

La empresa estima que para abastecer el mercado deben ponerse a la venta máximo 20 computadoras del modelo SPEED y 14 del modelo RACER. En este sentido, es indispensable para la empresa responder:

¿Determinar el número de días que debe funcionar cada una de las sucursales para minimizar los costos?

¿Identificar el valor de ese costo?

Los datos del problema son los siguientes:

Variables
X1: Número de días que debe funcionar la sucursal 1
X2: Número de días que debe funcionar la sucursal 2

Función objetivo:
Minimizar: $Z=12x_1 + 8x_2$

Restricciones
$\begin{cases} 4x_1 + 5x_2 \leq 20 & (1) \\ 7x_1 + 2x_2 \geq 14 & (2) \\ x_1 \leq x_2 & (3) \end{cases}$
No negación: $x_1, x_2 \geq 0$

Cálculo de los puntos que permiten graficar la inecuación

Inecuación # 1	Inecuación # 2	Inecuación # 3
$4x_1 + 5x_2 \leq 20$	$7x_1 + 2x_2 \geq 14$	$x_1 \leq x_2$
$5x_2 \leq -4x_1 + 20$	$2x_2 \geq -7x_1 + 14$	$x_2 \geq x_1$
$x_2 \leq \frac{-4x_1 + 20}{5}$	$x_2 \geq \frac{-7x_1 + 14}{2}$	Recta que pasa por el origen

Tabla de valores	Tabla de valores	Tabla de valores																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>x1</th> <th>x2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	x1	x2	0	4	5	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>x1</th> <th>x2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	x1	x2	0	7	2	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>x1</th> <th>x2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	x1	x2	0	0	2	2
x1	x2																			
0	4																			
5	0																			
x1	x2																			
0	7																			
2	0																			
x1	x2																			
0	0																			
2	2																			

Gráfica de la región factible:

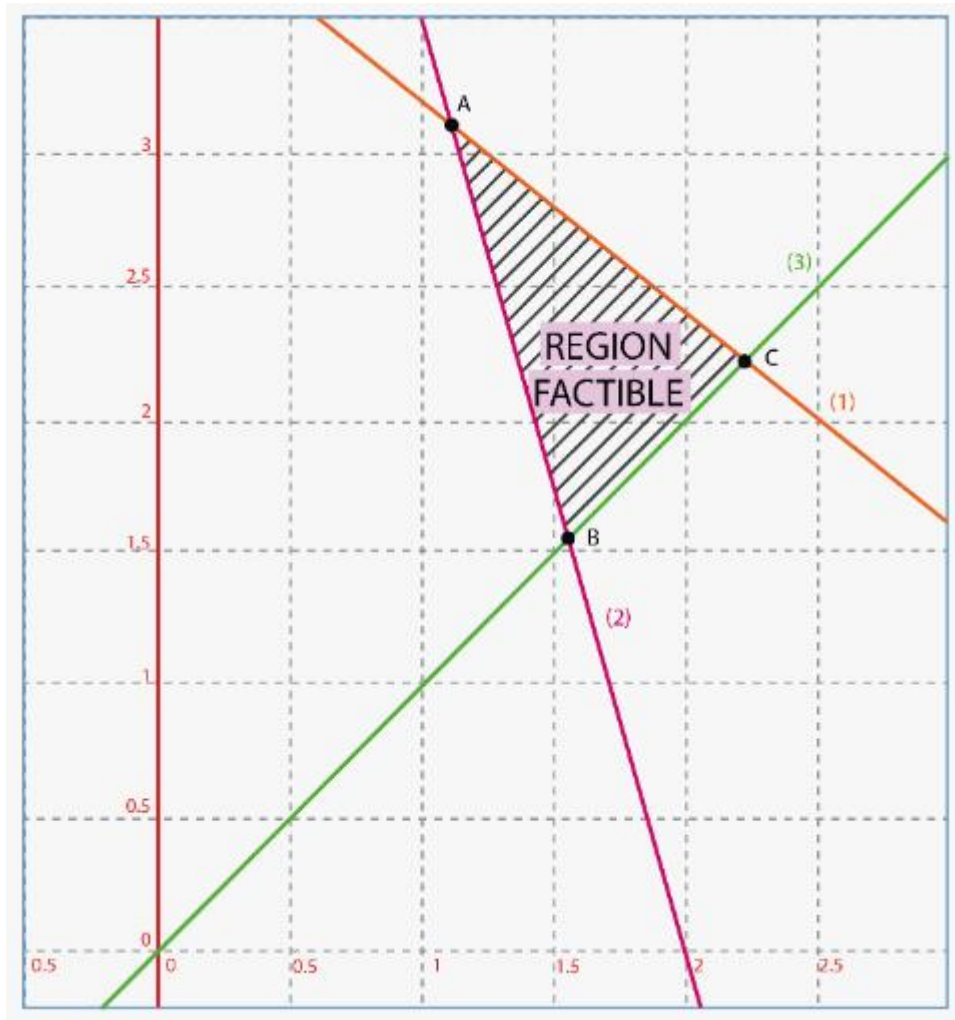


Figura 1. Gráfica de la Región Factible

Cálculo de los vértices:

COORDENADA A	COORDENADA B	COORDENADA C
Recta 1 y 2	Recta 2 y 3	Recta 1 y 3
$4x_1 + 5x_2 = 20(7)$ $7x_1 + 2x_2 = 14(-4)$	$7x_1 + 2x_2 = 14$ $x_1 - x_2 = 0(-7)$	$4x_1 + 5x_2 = 20$ $x_1 - x_2 = 0$
$28x_1 + 35x_2 = 140$ $-28x_1 - 8x_2 = -56$	$7x_1 + 2x_2 = 14$ $-7x_1 + 7x_2 = 0$	$4x_1 + 5x_2 = 20$ $-4x_1 + 4x_2 = 0$
<hr/> $27x_2 = 84$	<hr/> $9x_2 = 14$	<hr/> $9x_2 = 20$
$x_2 = \frac{84}{27}$	$x_2 = \frac{14}{9}$	$x_2 = \frac{20}{9}$
$x_2 = 3.1$	$x_2 = 1.56$	$x_2 = 2.22$

Reemplazamos en 1	Reemplazamos en 2	Reemplazamos en 1
$4x_1 + 5x_2 = 20$	$7x_1 + 2x_2 = 14$	$4x_1 + 5x_2 = 20$
$4x_1 + 5(3.1) = 20$	$7x_1 + 2(1.56) = 14$	$4x_1 + 5(2.22) = 20$
$4x_1 = 20 - 15.5$	$7x_1 = 14 - 3.12$	$4x_1 = 20 - 11.10$
$x_1 = \frac{4.5}{4}$	$x_1 = \frac{10.88}{7}$	$x_1 = \frac{8.9}{4}$
$x_1 = 1.1$	$x_1 = 1.56$	$x_1 = 2.22$
$A = (1.1; 3.1)$	$B = (1.56; 1.56)$	$C = (2.22; 2.22)$

Gráfica del punto óptimo

Para el grafico del punto óptimo, se lleva a cabo el gráfico del vector: $v(-B, A)$, acompañado de los coeficientes que componen la función objetivo,

$$Z(\min) = 12x_1 + 8x_2$$

$v(-12, 8)$, debido a la escala, se ha tomado la decisión de dividir el vector para 4, dando como resultado: $v(-3 ; 2)$

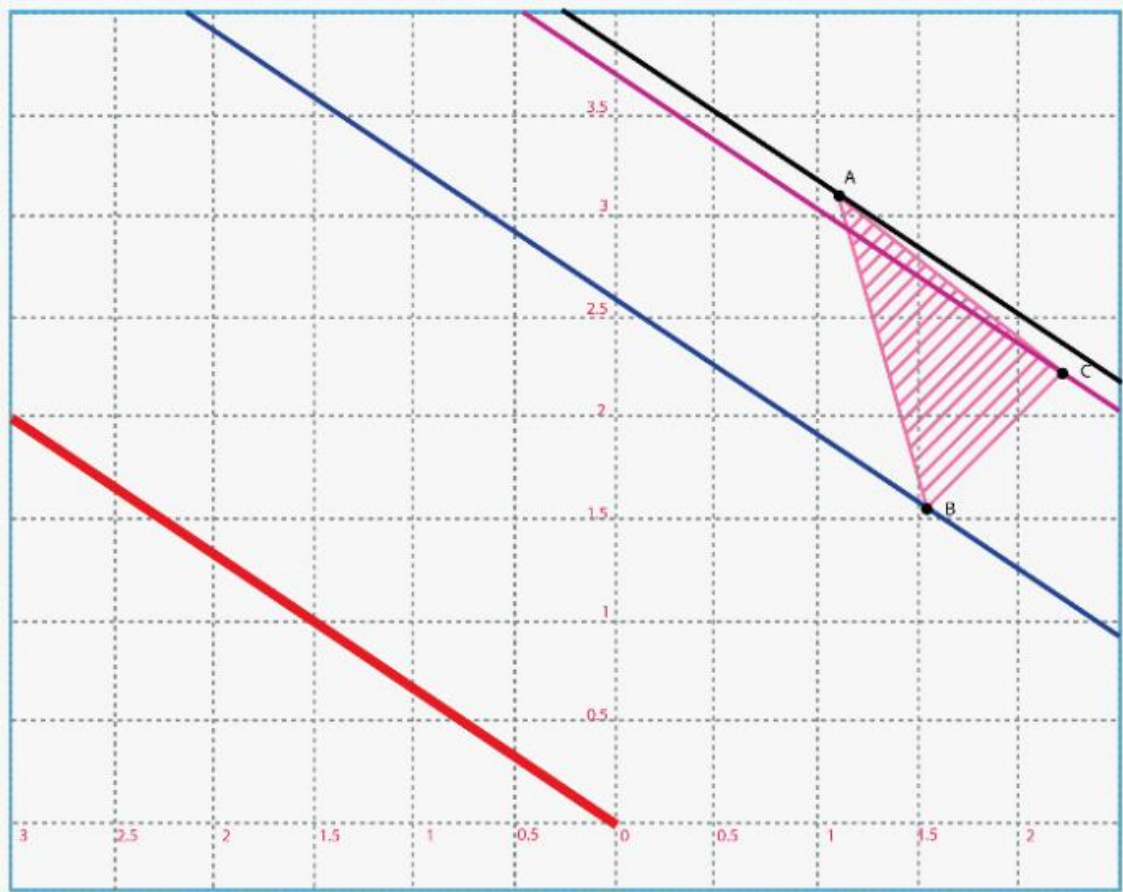


Figura 2. Punto Óptimo

La solución gráfica del punto óptimo corresponde a: $B = (1.56; 1.56)$.

La determinación algebraica del punto óptimo

P (x_1, x_2)	$12x_1$	$8x_2$	z
A (1.1; 3.1)	12(1.1)	8(3.1)	38
B (1.56; 1.56)	12(1.56)	8(1.56)	31.20
C (2.22; 2.22)	12(2.2)	8(2.22)	44.20

Interpretación:

Los resultados obtenidos a partir de la resolución del problema evidencian que la sucursal 1 debe trabajar 1,56 días. Los resultados obtenidos para la sucursal 2 también indican que esta debe trabajar 1,56 días para alcanza un costo mínimo de \$31,2.

La sucursal uno debe funcionar 1,56 días, y la sucursal dos también 1,56 días para obtener un costo mínimo de \$31,2.

Comprobación:

Inecuación # 1	Inecuación # 2	Inecuación # 3
$4x_1 + 5x_2 \leq 20$	$7x_1 + 2x_2 \geq 14$	$x_1 \leq x_2$
$4(1) + 5(1) \leq 20$	$7(2) + 2(2) \geq 14$	$(1) \leq (1)$
$4 + 5 \leq 20$	$14 + 4 \geq 14$	$1 \leq 1$
$9 \leq 20$	$18 \geq 14$	
Verdadero	Verdadero	Verdadero

Como se ha observado en el desarrollo del ejercicio, el modelo de optimización matemática aplicado a la empresa, se compone de una función objetivo y un conjunto de restricciones que toman la forma de inecuaciones. Como observamos con la empresa ACUATECNOLY S.A los modelos de optimización pueden ser utilizados en todas las áreas que corresponden a la toma de decisiones, como en este caso, en el área de producción.

3. Conclusiones

La programación lineal no solo se ha convertido en una parte importante de las matemáticas, sino que se ha convertido en una herramienta de relevancia para la toma de decisiones en las distintas áreas de la empresa, además de que resultan de gran utilidad para la toma de decisiones porque permiten la asignación eficiente de los recursos ilimitados. Como se observó en el trabajo, la regresión lineal puede ser aplicada en las diversas áreas empresariales, sirviendo para la toma de decisiones y haciendo que las empresas puedan ser más competitivas en cualquier ámbito.

El objetivo que pretendía cumplir la presente investigación era el de determinar un modelo de programación lineal para la optimización en la asignación de los recursos en una empresa industrial, siendo analizado el caso de la empresa ACUATECNOLY S.A, donde a partir de un modelo de programación lineal se puede determinar su combinación de productos óptima, para lo cual se obtuvieron los resultados que le permite a la empresa ser competitiva a partir de la minimización de sus costos.

Los resultados de la investigación demostraron que ambas sucursales de la empresa deben funcionar por 1.56 días, de esta manera obtendrán un costo mínimo de \$31.2. A partir de esta información los directivos de la empresa ACUATECNOLY S.A podrán tomar las decisiones más acertadas y alcanzar una mayor productividad y competitividad en el mercado.

Bibliografía

- Akpan, N., y I. Iwok. «Application of Linear Programming for Optimal Use of Raw Materials in Bakery.» *International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI)* 4, nº 8 (2016): 51-57.
- Bermúdez, Yeicy. «Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta.» *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* 2, nº 7 (2011): 85-104.
- Bodaghi, Behrooz., y Nadezda Sukhorukova. *Solving multi-resource allocation and location problems in disaster management through linear programming*. Cornell University, 2018.
- Cevallos, Lorenzo, Alfonso Guijarro, y Ignacia Torres. «Relación teoría - práctica para la investigación de operaciones: Caso práctico en Modelos de Programación Lineal.» *Didasc@lia: Didáctica y Educación*. 2, nº 1 (2016): 29-40.
- Corrêa, Cristiane, Viviane Corrêa, Ricardo Gonçalves, y Marta Pagán. «Perspectivas históricas de la Investigación Operacional.» *Bolema, Rio Claro (SP)* 32, nº 61 (2018): 354-374.
- Daghighi, Amin, Ali Nahvi, y Ungtae Kim. «Optimal Cultivation Pattern to Increase Revenue and Reduce Water Use: Application of Linear Programming to Arjan Plain in Fars Province.» *Agriculture* 7, nº 73 (2017): 1-11.
- De la Hoz, Efraín, Jorge Vélez, y Ludys López. «Modelo de Programación Lineal Multiobjetivo para la Logística Inversa en el Sector Plástico de Polipropileno.» *Información Tecnológica* 28, nº 5 (2017): 31-36.
- Díaz, Víctor, y Aracelys Calzadilla. «Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud.» *Revista Ciencias de la Salud* 14, nº 1 (2015): 115-121.
- Gómez, Luis. «Un espacio para la investigación documental.» *Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica* 1, nº 2 (2011): 226-233.
- Gonzalez, Víctor, David Sabado, Kleber Barcia, Karina Oñete, Denny Murillo, y Gabriela Zambrano. «Modelo de programación lineal aplicado a una empresa Pyme de calzado.» *16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*:. Perú, 2018. 1-9.
- Gupta, Dinesh. *Strategic Allocation of Resources Using Linear Programming Model with Parametric Analysis*. India: Dr. B. R. Ambedkar National Institute of Technology, 2013.

- Kowalski, Víctor, Héctor Enríquez, Iván Santelices, y Mercedes Erck. «Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa: un enfoque desde la formación por competencias.» *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* 4, n° 15 (2015): 67-80.
- Kumar, Arun, Erfan Babae, Alireza Goli, y Saeed Dehnavi-Arani. «Robust optimization and mixed-integer linear programming model for LNG supply chain planning problem.» *Soft Computing. A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications* 24, n° 1 (2019): 7885–7905.
- López, Jesús, Luis López, y Jesús Peña. «Sistemas de Información de Marketing: una visión integradora.» *Tourism & Management Studies* 11, n° 2 (2015): 197-203.
- Manco, J. «Aplicación del GeoGebra en la programación lineal.» 2020.
- Martinovic, John, Eduard Jorswieck, Guntram Scheithauer, y Andreas Fischer. «Integer Linear Programming Formulations for Cognitive Radio Resource Allocation.» *IEEE Wireless Communications Letters* 6, n° 4 (2017): 1-4.
- Narro, Ana. «Aplicación de algunos modelos matemáticos a la toma de decisiones.» *Política y Cultura* 6, n° 2 (1996): 183-198.
- Ortíz, Viviana, y Álvaro Caicedo. «Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia.» *Ingeniería Industrial* 35, n° 2 (2014): 114-130.
- Reyes, Yunuem, Díaz Mula, Manuel, y Eduardo Gutiérrez. «Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos.» *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* 24, n° 1 (2017): 147-168.
- Rincón, Edgar. «La Investigación Operativa: Un Proyecto Aplicado al Quehacer Militar.» *Revista Científica General José María Córdova* 3, n° 3 (2005): 25-27.
- Rojas, Marcelo. «Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación.» *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 16, n° 1 (2015): 1-14.
- Salazar, Bryan. *Problemas de asignación*. 12 de Junio de 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/problemas-de-asignacion/>.
- Valencia, Edinson. *Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2018.

- Woubante, Gera. «The Optimization Problem of Product Mix and Linear Programming Applications: Case Study in the Apparel Industry.» *Open Science Journal* 2, nº 2 (2017): 1-11.
- Wu, Jie, Qingyuan Zhu, Qingxian An, Junfei Chu, y Xiang Ji. «Resource allocation based on context-dependent data envelopment analysis and a multi-objective linear programming approach.» *Computers & Industrial Engineering* 1, nº 101 (2016): 81-90.
- Zambrano, Dennis, Luis Arguello, Javier Domínguez, y Eladio Bautista. «Programación lineal y software para cobertura aplicado a la instalación del servicio de internet en la empresa Solintel S.A.» *Dominio de las Ciencias* 5, nº 1 (2019): 299-325.