UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL: MAXIMIZACIÓN UTILIDAD EN EMPRESA OBRECO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE MACHALA.

ARBOLEDA JARAMILLO RICARDO ANDRES
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

MACHALA
2020

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ECONOMÍA MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL: MAXIMIZACIÓN UTILIDAD EN EMPRESA OBRECO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE MACHALA.

ARBOLEDA JARAMILLO RICARDO ANDRES
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: MAXIMIZACIÓN UTILIDAD EN EMPRESA OBRECO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE MACHALA.

ARBOLEDA JARAMILLO RICARDO ANDRES
ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

URIGUEN AGUIRRE PATRICIA ALEXANDRA

MACHALA, 01 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
01 de diciembre de 2020

Examen complexivo PL

por Ricardo Arboleda

Fecha de entrega: 16-nov-2020 11:02a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1447869978
Nombre del archivo: Reactivo_Pr_ctico_Arboleda_Jaramillo.docx (288.58K)
Total de palabras: 4844
Total de caracteres: 27381

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

El que suscribe, ARBOLEDA JARAMILLO RICARDO ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Modelo de programación lineal: Maximización utilidad en empresa Obreco en la construcción de viviendas en la ciudad de Machala., 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.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones 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.

El autor 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

ARBOLEDA JARAMILLO RICARDO ANDRES
0704884022

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres por apoyarme en todo ámbito en toda mi preparación académica y a cada uno de mis maestros que supieron enseñarme cada una de las asignaturas cursadas.

Agradecimiento

Agradezco a todas las personas que hicieron posible que esté culminando mis estudios de tercer nivel, desde mis padres por ser el soporte fundamental en mi formación académica y a todos los maestros que sirvieron de guía para conseguir cumplir con esta meta.

Resumen

El presente trabajo de investigación busca maximizar la utilidad de la empresa "Obreco Cía. Ltda." en la construcción de dos tipos de vivienda (Tipo "A" de 200m^2 y tipo "B" de 226m^2) en la urbanización "La Arboleda" de la ciudad de Machala ubicada en el sector "Ciudadela El Periodista", debido a que, esta localidad presenta una demanda insatisfecha en este sector económico. Dicha maximización se la realizó mediante el uso de la programación lineal, específicamente el método gráfico debido a la constancia de solo dos variables de decisión. A su vez, se realizaron pruebas de sensibilidad para lograr un análisis más profundo y determinar el efecto de un cambio en los coeficientes de la función objetivo.

Cabe destacar que, para un análisis más acertado de resultados, se realizó una investigación profunda de la teoría relacionada a la investigación de operaciones y su relación con el sector de la producción, obteniendo como resultados finales la cantidad óptima de casas a construir y la cantidad en la que pueden variar los coeficientes de nuestra función objetivo sin modificar nuestra cantidad óptima encontrada.

Palabras clave: Programación lineal, método gráfico, maximización, sector de la construcción, demanda insatisfecha.

Abstract

This research work seeks to maximize the profit of the company “Obreco Cía. Ltda. " in the construction of two types of housing (Type "A" of 200m2 and type "B" of 226m2) in the "La Arboleda" urbanization of the city of Machala located in the "Ciudadela El Periodista" sector, due to the fact that this town presents an unsatisfied demand in this economic sector. Said maximization was carried out through the use of linear programming, specifically the graphic method due to the constancy of only two decision variables. In turn, sensitivity tests were performed to achieve a deeper analysis and determine the effect of a change in the coefficients of the objective function.

It should be noted that, for a more accurate analysis of the results, an in-depth investigation of the theory related to operations research and its relationship with the production sector was carried out, obtaining as final results the optimal number of houses to build and the quantity in which the coefficients of our objective function can vary without modifying our optimal quantity found.

Keywords: Linear programming, graphical method, maximization, construction sector, unsatisfied demand.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. DESARROLLO	7
2.1 Fundamentación teórica	7
2.1.1 Investigación operativa	7
2.1.2 Programación lineal	8
2.1.3 Método gráfico	9
2.1.4 Análisis de Sensibilidad	9
2.2 Contextualización	10
2.2.1 Sector de la construcción en Ecuador	10
2.2.2 Programación lineal y el sector de la construcción	10
2.2.3 Definición del problema	10
2.2.4 Indicadores del problema	11
2.2.5 Ventaja Competitiva	11
2.3 Procedimientos y cálculos	12
2.3.1 Metodología	12
2.3.2 Caso Práctico	12
2.3.3 Análisis de los resultados	15
3. CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19
ANEXO	21

1. Introducción

Se consideran necesidades básicas de la sociedad el alimento, vestimenta y refugio. El refugio o necesidad de vivienda, se considera además una base importante para el mejoramiento de la situación socioeconómica de las personas. El refugio se encarga de la protección de la vida y la propiedad de las familias promoviendo su prosperidad y aportando para el desarrollo local. (Kathirvel y Vimalagracy 2012; Cortés y Winfield 2006)

Por esta razón, los proyectos de vivienda se han concentrado en llegar a los sectores que mayormente lo requieren dentro de la sociedad, es decir, la clase media y baja. Con la finalidad de dotarlas de infraestructura y así mejorar la calidad de vida de estos estratos sociales. En el caso de Ecuador, que en el 2013 efectuó el Programa de Exoneración de Pago de Impuestos a las familias que accedan a una residencia social en el Registro Oficial 877 de 23 de enero del 2013 del Reglamento para Aplicación Ley de Régimen Tributario interno LORTI. (Reategui 2015; Cortés y Winfield 2006; LORTI 2014)

La construcción de viviendas trae consigo algunos problemas técnicos a resolver, relacionados con la práctica profesional en campos como el urbanismo, la arquitectura y la ingeniería. Tomando como referencia estos elementos técnicos implicados en el diseño y construcción de viviendas, se busca destacar las causas para las posibles privaciones o conflictos que esta actividad traiga consigo y tomar medidas para minimizarlos. (Angarita 2006)

Además de esto, en la ciudad de Machala, el sector de la construcción enfrenta al igual que todos los sectores económicos, el declive económico vivido en la actualidad, reflejado en la falta de inversión privada. Sin embargo, este sector se ha encaminado a construir viviendas al alcance de las familias machaleñas gracias a la adaptación de las empresas al ofrecer productos de calidad y a su vez accesibles que pueden ser atractivos para los demandantes. (Briceño Pineda, Niño Corredor y Arango Cano 2018; Montenegro Miranda 2013)

Otra acción que ha venido encaminando el crecimiento del sector de la construcción ha sido la evolución del rol del estado en cuanto a la política habitacional, en donde ha cambiado su función de regulador, para desarrollar a una función de organismo facilitador y articulador del cúmulo de gestiones realizadas bajo su respectivo control. (Córdova 2015; Montenegro Miranda 2013; Briceño Pineda, Niño Corredor y Arango Cano 2018)

La problemática de este trabajo de investigación, es cubrir la demanda insatisfecha en el sector de la construcción en la ciudad de Machala, mediante la empresa constructora “Obreco Cia. Ltda.”, la cual ofrece dos tipos de viviendas tomando en cuenta variables como ingresos, gastos, precios de venta, disponibilidades, etc. Para lo cual la empresa antes mencionada, aplicará el método gráfico de programación lineal (Izar Landeta 2018; Render , Stair y Hanna 2012), con la finalidad de encontrar la solución óptima para que tanto las familias y la misma empresa se vean beneficiadas.

El objetivo principal de esta investigación es encontrar mediante el método gráfico el valor óptimo que maximice las ganancias para la empresa “Obreco Cía. Ltda.”, a su vez satisfaciendo la demanda de los hogares machaleños. En cuanto a los objetivos específicos, se espera medir mediante análisis gráficos el nivel de sensibilidad en los coeficientes de la función objetivo del ejercicio y el efecto de un cambio por cada unidad adicional en las restricciones del ejercicio (Render , Stair y Hanna 2012),utilizando la herramienta de Precio sombra.

2. Desarrollo

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1 Investigación Operativa

La investigación operativa es la disciplina que se encarga de planificar, implementar y evaluar actividades dentro de un sistema o modelo. Existen diferentes enfoques de la investigación operativa, por lo tanto, esta se relaciona con otras ciencias. Los modelos o sistemas de optimización, se componen principalmente de lo siguiente: función objetivo, variables de decisión y un conjunto de restricciones. (Capan, y otros 2017; Broz, y otros 2017)Otro concepto de investigación de operaciones, según (Lenos y Andrianos 2018), es un conjunto de técnicas que busca resolver un problema tomando las mejores decisiones posibles en condiciones de incertidumbre. (Broz, y otros 2017)

En la actualidad, la investigación de operaciones ha experimentado un crecimiento importante en la comunidad científica. Todo parte desde el establecimiento oficial de la Sociedad de Investigación de Operaciones de América (ORSA) en 1952, en donde esta y otras asociaciones de investigación operativa han cooperado colectivamente mediante

conferencias y asociaciones internacionales vinculadas. A partir de esto se han logrado muchos avances importantes en las diferentes ramas de la ciencia vinculadas con la investigación operativa. (Merigó y Yang 2016; Broz, y otros 2017)

2.1.2 Programación Lineal

La programación lineal es una técnica que data desde la segunda Guerra mundial. Utilizada para la resolución de problemas con la movilización y alimentación de los soldados de las diferentes naciones. (Hernández Ramírez, Bluhm Gutiérrez y Valle Rodríguez 2016; Broz, y otros 2017; Chávez 2020)

Desde entonces, la programación lineal es una de los métodos más utilizados para la resolución de problemas de la vida cotidiana según las encuestas empíricas. Esta es una programación matemática que se compone de una función objetivo lineal y un conjunto de restricciones de igualdades y desigualdades lineales los cuales pueden ser representados mediante un sistema de ecuaciones de primer orden. (Hernández Ramírez, Bluhm Gutiérrez y Valle Rodríguez 2016) Se considera al proceso de fabricación de petróleo como el pionero en la utilización del método de programación lineal con la finalidad de optimizar recursos. (Abdel-Basset, y otros 2019)

Cabe destacar, que las restricciones, según (Herrera Vidal, y otros 2018; Izar Landeta 2018) nos ayudan a alcanzar de mejor manera nuestro objetivo. Estas restricciones pueden ser: Físicas (la limitación se presenta en un factor tangible en la producción), mercado (la limitación es impuesta por los demandantes de los bienes o servicios; y políticas (limitaciones impuestas por normas y leyes que rigen en la empresa o en el sector donde la empresa produce).

Además, según Munier, Hontoria y Jiménez-Sáez (2019) un problema está conformado por alternativas o proyectos (j) en columnas, que se encontrarán en función del criterio (i) en filas. Una idea de un sistema de programación lineal es imaginar una empresa fabricante de dos productos (x, y), en donde, el objetivo es establecer qué producto producir o el beneficio máximo de la combinación de producir ambos.

Cabe recalcar, que para que un problema pueda ser resuelto mediante cualquier método de

programación lineal, se debe cumplir cinco condiciones básicas: escasos recursos (una cantidad limitada de recursos como capital, suministros, materiales, espacio), objetivos planteados con claridad (se refiere a especificar si se desea maximizar-beneficios o minimizar-costos), linealidad, homogeneidad y divisibilidad. (Gavilánez Álvarez y Puente Riofrío 2017)

2.1.3 Método gráfico

El método gráfico es considerado como la forma más sencilla de resolver problemas de programación lineal. Este consiste en graficar las ecuaciones proporcionadas por las restricciones en las coordenadas cartesianas adecuadas, en donde, las variables representan los ejes. Esto, a su vez, permitirá dejar a la vista la zona factible o solución, para posteriormente encontrar el punto óptimo que maximice o minimice, según sea el caso, la función objetivo. (Izar Landeta 2018; Render , Stair y Hanna 2012; Anderson, y otros 2011)

Se debe tener en cuenta, que el método gráfico solo puede ser aplicado cuando existen solo dos variables de decisión en el problema a optimizar. Cuando tenemos dos o más variables se debe aplicar otros métodos con una complejidad superior, sin embargo, el método gráfico nos muestra algunos lineamientos de cómo funcionan otros métodos. (Render , Stair y Hanna 2012; Anderson, y otros 2011)

2.1.4 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad o también denominado análisis de postoptimalidad, debido a que este análisis empieza una vez se haya encontrado la solución óptima para el problema de programación lineal, es el estudio de las variaciones en los coeficientes de un caso de programación lineal afectan su solución óptima. (Anderson, y otros 2011)

El análisis de sensibilidad consta de dos partes, por lo que nos permite conocer qué pasaría si existiese un cambio en los coeficientes de la función objetivo y un cambio en el lado derecho de las restricciones. La variación de estos coeficientes se lleva a cabo de dos formas: en la primera se ejecuta cambios en uno de los coeficientes de la función objetivo, mientras que los otros coeficientes y las restricciones del modelo quedan constantes. (Jarrín Mantilla y Quintana Sánchez 2017; Render , Stair y Hanna 2012)

Mientras que, la segunda parte del análisis de sensibilidad se centra en los cambios que se efectúan en la derecha de las restricciones, así como, su cambio en el área de solución factible como en la variación de la función objetivo. El aumento de una unidad en el lado derecho de las restricciones puede alterar la utilidad (maximización) o el costo (minimización), que muestra la función objetivo, a este análisis de sensibilidad se le denomina específicamente "Precio Sombra". (Render , Stair y Hanna 2012; Anderson, y otros 2011)

2.2 Contextualización

2.2.1 Sector de la construcción en Ecuador

El sector de la construcción en Ecuador ha mostrado interesantes progresos en los últimos años, por lo que ha inferido de una manera importante en la economía del país. Lo que ha permitido este progreso ha sido la colaboración entre el sector público con el privado. (Narváez Cumbicos, y otros 2018; Sánchez Suárez y Toral Castro 2018)

Históricamente, las políticas de vivienda en Ecuador datan desde la década de 1920, específicamente en ciertos programas residenciales promovidos desde el ámbito municipal y de la seguridad social, sin embargo, concretamente a finales de la década de 1960 se comienza a conformar una política en el estricto sentido. (Córdova 2015)

Por este motivo, el sector de la construcción ha sido identificado como una línea de negocio, debido a sus "características específicas, cultura y términos de negociación. Para ello, la asociatividad es muchas veces puntual entre distintos proveedores y otros inversionistas quienes han optado juntos a invertir en proyectos temporales, en diferentes etapas del proceso de producción." (Narváez Cumbicos, y otros 2018)

2.2.2 Programación lineal y el sector de la construcción

El sector de la construcción es una sección adecuada para el uso de la programación lineal, debido a que esta nos permite una correcta planificación, un control adecuado de la producción y suministros (Delgado Hidalgo y Toro Díaz 2010), por lo tanto, la programación lineal desempeña un papel esencial en la gestión de una empresa, además de inferir en procesos de compra, producción, mercado, entre otros. Planificar la producción mediante el uso de la PL permite controlar y optimizar la utilización de recursos (capital humano,

maquinaria y dinero) en la empresa. (Cáceres Cárdenas, y otros 2015)

2.2.3 Definición del problema

La investigación de operaciones según indica (Hillier y Lieberman 2010), indaga sobre las operaciones, por lo tanto, se relaciona con la dirección y coordinación de procesos en una empresa. Esta ha sido utilizada en diferentes sectores como el manufacturero, sector de transporte, construcción, comunicación, bienestar social, planificación financiera, entre otros.

En esta investigación, una empresa busca establecer mediante un modelo de programación lineal, específicamente usando el método gráfico, la cantidad de cada tipo de vivienda que debería construir con la finalidad de maximizar sus utilidades, basándose en las conclusiones finales de la investigación.

2.2.4 Indicadores del problema

La empresa "Obreco Cía. Ltda." busca construir un modelo de programación lineal y resolverlo mediante el método gráfico para especificar cuántas casas de cada tipo deberá construir para maximizar sus ganancias.

El problema se resolverá mediante la implementación de una función objetivo, y los otros parámetros se medirán mediante las restricciones (Herrera Vidal, y otros 2018), es decir, este modelo utiliza tres conjuntos esenciales de elementos o indicadores. (Castillo Edua y Aguirre Mendoza 2018)

• Delimitación de las variables de decisión

• Elaboración del conjunto de restricciones

• Elaboración de la función objetivo

2.2.5 Ventaja Competitiva

La competitividad es cada vez más importante en el ámbito empresarial, por ello, las empresas cuentan con un área de Dirección de Operaciones con la finalidad de buscar estratégicamente conseguir ventaja competitiva frente a otras empresas. (Niño López 2003)

El uso de un modelo de optimización usando la programación lineal trae consigo la ventaja competitiva de calcular el número exacto donde la empresa maximiza sus ganancias en la

construcción de dos tipos de casas, tomando en cuenta algunas variables presentadas como restricciones como tipo de casa, dinero, porcentaje máximo de cada tipo de casas, entre otros. Todo esto se lleva a cabo con la finalidad que la empresa tome las mejores decisiones y sea competitiva en el mercado, específicamente en el sector de la construcción.

2.3 Procedimientos y cálculos

2.3.1 Metodología

Para resolver el caso práctico del presente trabajo de investigación, se elaboró una investigación sobre la programación lineal (Abdel-Basset, y otros 2019), relacionada al sector de la construcción de viviendas, con la finalidad de dar resolución al caso mediante la utilización del método gráfico, el cual utiliza los conceptos básicos de la investigación operativa. (Capan, y otros 2017; Lenos y Andrianos 2018)

Comenzando con una solución factible que satisfaga todas las restricciones (Herrera Vidal, y otros 2018), y consecutivamente obtiene soluciones en las intersecciones que ofrecen los valores óptimos para la función objetivo (Capan, y otros 2017). Finalmente, este método de solución proporciona un gráfico que muestra el valor óptimo.

Además, se realizará un análisis de sensibilidad, este análisis consta de dos partes, cambio en los coeficientes de la función objetivo y cambio en el lado derecho de las restricciones, análisis también denominado precio sombra. (Jarrín Mantilla y Quintana Sánchez 2017; Render , Stair y Hanna 2012)

2.3.2 Caso Práctico

La constructora "Obreco Cía. Ltda." desea construir dos tipos de viviendas (A de $200m^2$y B de $226m^2$) en la urbanización "La Arboleda", perteneciente al Cantón Machala. Para dicha edificación se dispone de $800.000, sabiendo que el costo de cada tipo de casa es de $50.000 y $75.000, respectivamente. El número de casas de tipo A ha de ser por lo menos el 45% del total y del 25% al menos del tipo B. Si la vivienda tipo A se la vende a $80.000 y tipo B en $100.000. Determinar:

a) ¿Cuántas casas de cada tipo se deben construir con la finalidad de obtener un mayor beneficio?

b) ¿Cuáles son los rangos en los cuales los coeficientes de la función objetivo pueden cambiar para que la solución óptima se mantenga?

c) ¿Cuánto se incrementa la utilidad por cada unidad adicional?

Solución:

Variables de decisión:

x=N° de casas tipo A

y=N° de casas tipo B

Función objetivo:

F(x,y)=(80000-50000)x+(100000-75000)y=30000x+25000y

Una vez que ya tenemos definida la función objetivo se procede a obtener las restricciones en forma de inecuaciones, las cuales son:

1) **$50000x+75000y\leq 800000$**
2) **$x\geq 45(x+y)/100$**

   $0,55x-0.45y\geq 0\rightarrow$ Se multiplica por 20

   $11x-9y\geq 0$

3) **$y\geq 25(x+y)/100$**

   $y\geq 0.25x+0.25y$

   $0,25x-0.75y\leq 0\rightarrow$ Se multiplica por 4

   $x-3y\leq 0$

4) **$x\geq 0$**
5) **$y\geq 0$**

Una vez que ya tenemos todas las restricciones que salen del enunciado del ejercicio, se procede a la resolución. Para este caso, se lo va a realizar mediante el método gráfico debido a que este procedimiento es el más indicado cuando se tiene dos incógnitas, es decir, x y y. Es

importante destacar que también existen otros métodos como el simplex, pero para una mejor comprensión del ejercicio se optó por el método gráfico, el cual se resuelve de la siguiente manera:

Método Gráfico

La gráfica se la obtiene con cada una de las restricciones y se realiza fácilmente, por lo que a una variable se le debe asignar el valor de cero y luego se procede a calcular la intersección con la otra variable.

Primera restricción:

Primero le daremos el valor de 0 a la variable x; por lo tanto, la ecuación queda de la siguiente forma:

50000x+75000y=800000

Cuando x=0 **Coordenada 1 (0;10.67)**

75000y=800000

y=800000/75000

y=10.67

Cuando y=0 **Coordenada 2 (16;0)**

50000x=800000

x=800000/50000

x=16

Segunda restricción:

11x-9y=0

Cuando x=5 **Coordenada 1 (5;6.11)**

y=(11(5))/9

y=6.11

Cuando y=0 **Coordenada 1 (0;0)**

x=(9(0))/11

x=0

Tercera restricción

x-3y=0

Cuando x=10 **Coordenada 1 (10;3.33)**

y=10/3

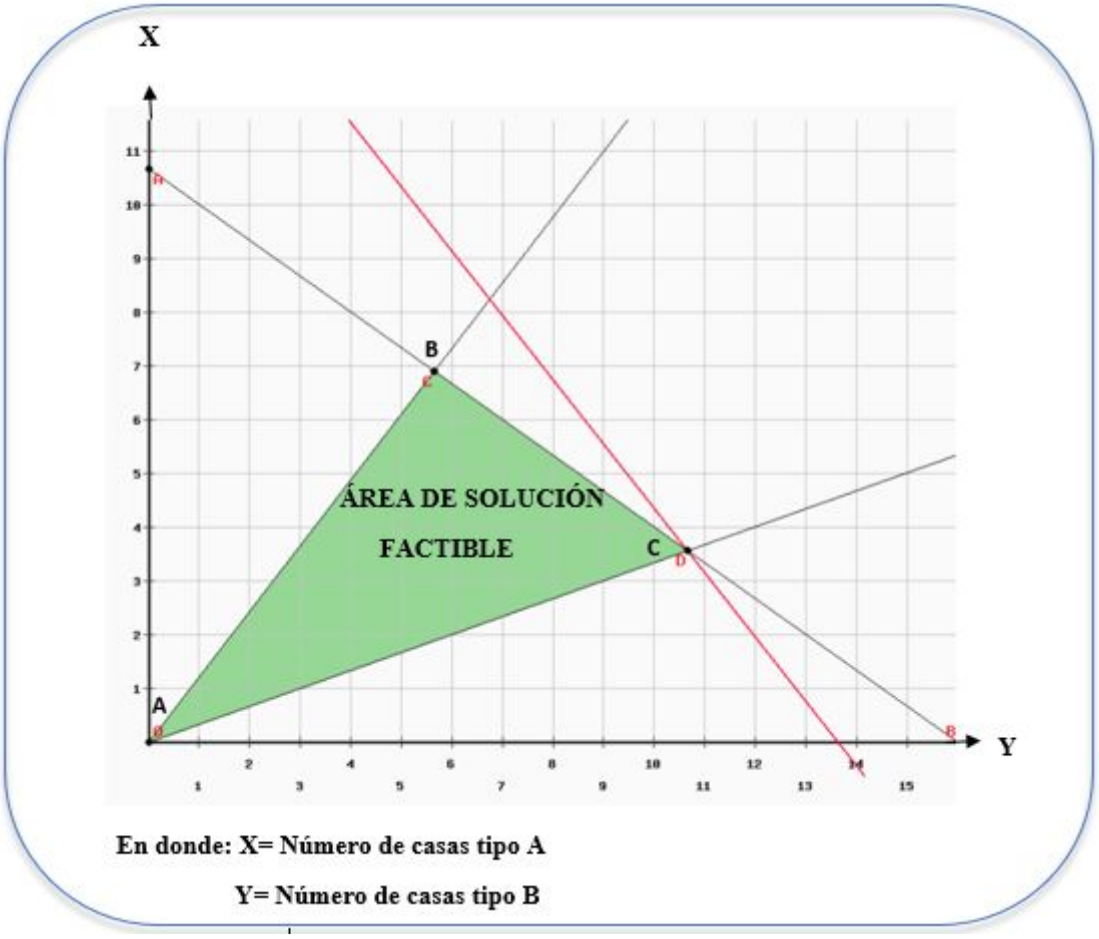
y=3.33

Cuando y=0 **Coordenada 1 (0;0)**

x=3(0)

x=0

Gráfico del ejercicio



Elaborado por: El autor

2.3.3 Análisis de Resultados

Después de graficar las coordenadas de las respectivas restricciones, procedemos a seleccionar los puntos que se encuentran en la zona factible para saber las coordenadas exactas de los puntos B y C se realiza un sistema de ecuaciones.

PUNTO B: (5.65 ;6.90)

50000x+75000y=800000

11x-9y=0

Despejamos x en la segunda ecuación:

11x-9y=0

x=9y/11=(9(6.90))/11=5.65

Reemplazamos el valor de x en la primera ecuación.

50000(9y/11)+75000y=800000

y=6.90

PUNTO C: (10.67 ;3.56)

50000x+75000y=800000

x-3y=0

Despejamos x en la segunda ecuación:

x-3y=0

x=3y=3(3.56)=10.67

Reemplazamos el valor de x en la primera ecuación.

50000(3y)+75000y=800000

y=3.56

PUNTO A: (0 ;0)

Luego que ya tenemos definidos los puntos de la zona factible se reemplaza cada coordenada en la función objetivo.

PUNTO A: (0 ;0)

30000(0)+25000(0)=0

PUNTO B: (5.65 ;6.90)

30000(5.65)+25000(6.90)=342000

PUNTO C: (10.67 ;3.56)

30000(10.67)+25000(3.56)=409100

Respuesta: Se deben vender aproximadamente 10 casas tipo A y 3 casas tipo B para obtener un mayor beneficio de $409.100.

Una vez que hemos calculado la solución óptima sobre el problema, a continuación, se presentarán los análisis de sensibilidad correspondientes para determinar los efectos de cambio en los coeficientes de la función objetivo y restricciones del problema.

Análisis de Sensibilidad

Determinar cuánto podría variar la utilidad por cada tipo de casa, manteniendo constante la utilidad por cada tipo de casa.

Sea en términos generales la función objetivo $z=c_1 x_1+c_2 x_2$, donde $c_1=50000$ y $c_2=25000$. Por lo que la pendiente de las curvas de nivel de la función objetivo es $-c_1/c_2$. De este modo se conserva la actual solución óptima (Punto C)

Nombre	Final Valor	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
X	10,66666667	30000	1E+30	13333,33333
Y	3,555555556	25000	20000	115000

.

- El coeficiente 30000 que multiplica en la función objetivo la cantidad de casas tipo A se puede aumentar en 1E+30 o disminuir en 13.333,33 sin afectar el resultado óptimo.
- El coeficiente 25.000 que multiplica en la función objetivo la cantidad de casas tipo B se puede aumentar en 25.000 o disminuir en 115.000 sin afectar el resultado óptimo.

Precio Sombra

Para calcular el precio de sombra se debe identificar la máxima y mínima variación para el lado derecho de las restricciones.

Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
R1	800.000	0,511111111	800.000	1E+30	800.000
R2	-85,3333	0	0	1E+30	85,33333333
R3	0	4444,444444	0	16	15,05882353

- Por cada unidad adicional de la primera restricción se incrementa la función objetivo o la utilidad $0.51.
- Por cada unidad adicional de la segunda restricción se incrementa la función objetivo o la utilidad $0.
- Por cada unidad adicional de la tercera restricción se incrementa la función objetivo o la utilidad $4.444,44.

3. Conclusiones

El presente trabajo de investigación, muestra la importancia de la aplicación de la investigación operativa, específicamente la rama de la programación lineal, dentro del ámbito empresarial, debido a la necesidad de las organizaciones de adaptarse a los constantes cambios en las necesidades de la sociedad. Siendo este el caso del sector de la construcción, donde, las empresas deben implementar sistemas de producción que les permitan ofrecer productos de calidad y accesibles para los hogares machaleños.

El objetivo principal de esta investigación se cumplió a cabalidad, ya que, se encontró mediante el método gráfico el valor óptimo de viviendas de tipo "A" de 200m^2 y tipo "B" de 226m^2 que se debe construir para maximizar las ganancias de la empresa "Obreco Cía. Ltda." con la finalidad que cierta parte de la demanda insatisfecha de los hogares machaleños sea subsanada, siendo los valores encontrados los siguientes: Se deben vender aproximadamente 10 casas tipo "A" y 3 casas tipo "B" para obtener un mayor beneficio de $409.100.

Los objetivos específicos de igual forma fueron cumplidos mediante la aplicación de los análisis de sensibilidad y precio sombra, en donde el primer análisis nos permite delimitar hasta qué cantidad es permisible aumentar o disminuir ciertos parámetros o coeficientes en nuestra función objetivo con la finalidad de seguir contando con la misma cantidad óptima de producción encontrada, mientras que en análisis de precio sombra nos indica en cuánto se incrementa la función objetivo por cada unidad adicional en cada una de nuestras restricciones.

Cabe destacar que, el método gráfico se puede aplicar al caso delimitado en la presente investigación (sector de la construcción), así como a un sinnúmero de sectores específicos, teniendo en consideración las particularidades, características, tácticas y objetivos de la organización a la cual se desea efectuar la aplicación. En el caso de tener más de dos variables de decisión, se debe tomar en cuenta la utilización de otros métodos de solución como el método Simplex, el cual se desarrolla con lineamientos muy parecidos al método Gráfico.

Bibliografía

Abdel-Basset, Mohamed , M. Gunasekaran, Mohamed Mai, y Florentin Smarandache. «A novel method for solving the fully neutrosophic linear programming problems.» *Neural Computing and Applications*, 2019: 1595–1605.

Anderson, David, Dennis Sweeney, Thomas Williams, Jeffrey Camm, y Kipp Martin. *MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS.* México D.F.: Cengage Learning , 2011.

Angarita, Carlos. «Estudios, proyectos y obras. La experiencia de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda.» *TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN*, 2006: 43-52.

Briceño Pineda, Diva, Rigoberto Niño Corredor, y Vanessa Arango Cano. «Diseño de propuesta para la construcción de Vivienda de Interés Social en barrios populares cercanos a las centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible.» *Repositorio de la Universidad Católica de Colombia.* 2018. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15996/1/1.%20Proyecto%20de%20construcci%C3%B3n%20de%20VIS%20en%20Bogot%C3%A1.pdf.

Cáceres Cárdenas, David, John Reyes Vásquez, Mario García Carrillo, y Carlos Sanchez Rosero. «Modelo de Programación Lineal para Planeación de Requerimiento de Materiales.» *Revista Tecnológica ESPOL*, 2015: 24-33.

Capan, Muge, y otros. «From Data to Improved Decisions : Operations Research in Healthcare Delivery.» *MEDICAL DECISION MAKING*, 2017: 1-11.

Castillo Edua, Bertha, y Zhofre Aguirre Mendoza. «Modelación del raleo mediante el uso de la programación lineal en plantaciones de Pinus caribaea Morelet de la Empresa Agroforestal Pinar del Río, Cuba.» *Arnaldoa*, 2018: 597-614.

Córdova, Marco Antonio. «Transformación de las políticas de vivienda social. El Sistema de Incentivos para la Vivienda en la conformación de cuasi-mercados en Ecuador.» *Revista Íconos de Ciencias Sociales*, 2015: 127-149.

Gavilánez Álvarez, Óscar, y Mariana Puente Riofrío. «Programación lineal. Caso de estudio. Maximización de utilidades aplicando el método gráfico mediante software libre.» *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2017: 1-8.

Hernández Ramírez, Daniel, Jorge Bluhm Gutiérrez, y Santiago Valle Rodríguez. «Conceptos básicos de Programación Lineal aplicación en

el manejo de Recursos Naturales .» *Ambiente y Sostenibilidad*, 2016: 97-104.

Herrera Vidal, Germán, Jorge Campo Juvinao, Jhony Bernal Hernández, y Richard Tilves Martínez. «Modelo de teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación – Un caso de estudio.» *Espacios*, 2018: 10.

Hillier, Frederick, y Gerald Lieberman. *Introducción a la Investigación de Operaciones.* México, D.F.: McGRAW-HILL, 2010.

Izar Landeta, Juan Manuel. *Investigación de Operaciones.* México D.F.: Editorial Universitaria Potosina, 2018.

Jarrín Mantilla, Walter , y Armando Quintana Sánchez. «Análisis de sensibilidad en modelos de programación lineal mediante uso de software.» *Yura: Relaciones Internacionales*, 2017: 221-237.

Kathirvel, N., y P. Vimalagracy. «A study on individual house owners towards select reasons for promoters in Tamil Nadu with reference to coimbatore.» *Journal of Management and Science*, 2012: 99-218.

Lenos, Trigeorgis, y Tsekrekos Andrianos. «Real Options in Operations Research: A Review.» *European Journal of Operational Research*, 2018: 1-24.

LORTI. «Reglamento para la Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno.» *Sitio Web del Servicio de Rentas Internas.* Mayo de 2014.

Merigó, José, y Jian-Bo Yang. «A Bibliometric Analysis of Operations Research.» *Omega*, 2016: 1-28.

Munier, Nolberto , Eloy Hontoria, y Fernando Jiménez-Sáez. «Linear Programming Fundamentals.» *Strategic Approach in Multi-Criteria Decision Making*, 2019: 101-116.

Narváez Cumbicos, José, Alfredo Yagual Velástegui, Lizbeth Sánchez León, y Melvin Lopez Franco. «La contribución del sector de la construcción sobre el producto interno bruto PIB en Ecuador.» *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 2018: 286-299.

Niño López, Myriam Leonor. «Modelamiento a través de la Programación Linealentera mixta del problema de programación de operaciones en el taller de trabajo.» *Revista de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas*, 2003: 9-17.

Reategui, Ana Inés. «La importancia de la calidad de vivienda: Determinantes de la calidad de Vivienda Social.» 2015.

Render , Barry, Ralph Stair, y Michael Hanna . *Métodos cuantitativos para los negocios.* México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN, 2012.

4. Anexos

Reactivo práctico 4456

Contexto o situación del Problema:

En un sector de la ciudad de Machala, se observa una cierta demanda insatisfecha de bienes o servicios que ofrecen las empresas. Los consumidores están solicitando según sus necesidades, reemplazos para los productos de mala calidad o con materiales dañinos para la salud o materiales no duraderos, entre otros.

Fuente de consulta:
En base a la revisión de artículos científicos , Libros (Winston, W. 4ta. edición y Eraso J. 2007, entre otros), normas internacionales, reglamentos y/o demás documentos jurídicos describa

Preguntas a resolver:
1.- Elabore un ejemplo de un Problema de una empresa XYZ del SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN que ofrezca 2 tipos de productos y/o servicios que satisfagan a una parte de la demanda insatisfecha que Ud. considere necesario para un sector de la ciudad, indicando aspectos tales como ingresos, gastos, precios de ventas, disponibilidades, etc.. Éste ejemplo debe permitir plantear un Modelo de Programación Lineal para lograr la Optimización de sus recursos.
2.- Con el ejemplo elaborado por Ud. Diseñe el modelo de programación lineal para la empresa XYZ (Función Objetivo y Restricciones)
3.- Realice la Solución Gráfica del Problema de la Empresa XYZ
4.- Realice un Análisis gráfico del efecto de un cambio en un coeficiente de la función objetivo.
5.- Realice un Análisis gráfico del efecto de un cambio en el lado derecho de la solución óptima del PL