



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

FACULTAD CIENCIA DE LA INGENIERIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)**

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

TEMA:

**ESTUDIO DE UN MODELO MATEMÁTICO EN LA OPTIMIZACIÓN
DE PRODUCCIÓN EN LAS PYMES DICADAS A LA CONSTRUCCION
DE SILLAS METÁLICAS DEL CANTÓN MILAGRO**

Autor: LEONEL ANIBAL ALVAREZ IZURIETA

Acompañante: ING. ALMEIDA SALAZAR BYRONE ANTONIO

Milagro, MAYO 2018

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Leonel Aníbal Álvarez Izurieta en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática Modelamiento Matemático De Procesos Industriales del Grupo de Investigación “Automatización y el Control Industrial” de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 17 días del mes de Febrero de 2018



Firma del Estudiante
Leonel Anibal Álvarez Izurieta
CI: 092818866-3

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, Ing. Almeida Salazar Byrone Antonio en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por el estudiante LEONEL ANÍBAL ÁLVAREZ IZURIETA, cuyo título es ESTUDIO DE UN MODELO MATEMÁTICO EN LA OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LAS PYMES DICADAS A LA CONSTRUCCION DE SILLAS METÁLICAS DEL CANTÓN MILAGRO, que aporta a la Línea de Investigación SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL previo a la obtención del Grado Ingeniero Industrial; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 17 días del mes de febrero de 2018.



Ing. Almeida Salazar Byrone Antonio
Acompañante
C.I.: 1201858972

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

ALMEIDA SALAZAR BYRONE ANTONIO

PENA DOPICO SERGIO

TORRES ORDOÑEZ LUIS HENRY

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniero Industrial presentado por el señor LEONEL ANIBAL ALVAREZ IZURIETA.

Con el título: ESTUDIO DE UN MODELO MATEMÁTICO EN LA OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LAS PYMES DICADAS A LA CONSTRUCCION DE SILLAS METÁLICAS DEL CANTÓN MILAGRO

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

| | |
|--------------------------|----------|
| Investigación documental | [55.33] |
| Defensa oral | [15.33] |
| Total | [70.67] |

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: Jueves, 17 de Mayo de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

| | Nombres y Apellidos |
|---------------|--------------------------------|
| Presidente | Almeida Salazar Byrone Antonio |
| Secretario /a | Torres Ordoñez Luis Henry |
| Integrante | Pena Dopico Sergio |

Firma



DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que siempre busco la manera de seguir adelante. Los amo con mi vida.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| DERECHOS DE AUTOR | 2 |
| APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL | 3 |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR | 4 |
| DEDICATORIA | 5 |
| AGRADECIMIENTO | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 8 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 9 |
| RESUMEN | 10 |
| ABSTRACT..... | 11 |
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 14 |
| MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL..... | 16 |
| METODOLOGÍA..... | 23 |
| DESARROLLO DEL TEMA | 24 |
| CONCLUSION..... | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Punto de intersección de las restricciones

Figura 2. Hoja inicio para cálculo de SOLVER

Figura 3. Informe de respuestas

Figura 4. Informe de confidencialidad

Figura 5. Informe de límites

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Significados de letras utilizadas en este modelo

Tabla 2. Restricciones de las variables de decisión

Tabla 3. Parámetros a los que está sujeto el modelo

Tabla 4. Punto X y Y para los parámetros de corte

Tabla 5. Punto X y Y para los parámetros de ensamble

TEMA:

ESTUDIO DE UN MODELO MATEMÁTICO EN LA OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LAS PYMES DICADAS A LA CONSTRUCCION DE SILLAS METÁLICAS DEL CANTÓN MILAGRO

RESUMEN

Este trabajo se desarrolla con la finalidad de determinar un Modelo Matemático en la construcción de sillas metálicas de las PYMES, y su incidencia en la Gestión Gerencial, en el trabajo de investigación se explicará en qué consiste los modelos matemáticos a sugerir y la incidencia dentro de la toma de decisiones, con la finalidad de un Nivel Estratégico, con la información que provea los Niveles Operativos y Táctico. Dentro de los modelos matemáticos se analizará la programación lineal que se lo aplica mediante fórmulas en Excel, estas herramientas son utilizadas para las empresas, lastimosamente los emprendedores basan su sostenibilidad en el mercado basándose sólo en el talento, sin considerar la profesionalización. Sabiendo que el 80% de las PYMES desaparecen en el mercado en un lapso de 3 años, es necesario aplicar herramientas como estas, es de conocimiento general que los Sistemas de Información Gerencial, sirven para la toma de decisiones, y la estructura organizativa que tienen las grandes empresas es la que las lleva a su sostenibilidad. En este estudio se utilizarán estos modelos matemáticos, como ejemplo para la simulación de producción en el área de Construcciones Metalmecánicas, y explicar cómo estos modelos nos servirán para la posterior toma de decisiones.

PALABRAS CLAVES:

Modelos Matemáticos, Programación Lineal, Producción, PYMES,

TITLE

STUDY OF A MATHEMATICAL MODEL IN THE OPTIMIZATION OF PRODUCTION IN SMES DATED TO THE CONSTRUCTION OF METALLIC CHAIRS OF THE CANTON MILAGRO

ABSTRACT

This work is developed with the purpose of determining a Mathematical Model in the construction of metallic chairs of SMEs, and its incidence in Management Management, in the research work will be explained in what the mathematical models to suggest and the incidence within the decision making process, in order that the Strategic Level, with the information that provides the Operational and Tactical Levels. Within mathematical models, linear programming will be analyzed and the statistic will be applied using formulas in Excel, these tools are used for companies, pitifully entrepreneurs base their sustainability on the market based only on talent, without considering professionalization. Knowing that 80% of SMEs disappear in the market in a span of 3 years, it is necessary to apply tools such as these, it is general knowledge that the Management Information Systems, serve for decision making, and the organizational structure they have. the big companies is the one that leads them to its sustainability. In this study these mathematical models will be used, as an example for the simulation of production in the area of Metalworking Constructions, and and explain how these models will serve us for the subsequent decision making.

KEYWORDS:

Mathematical Models, Linear Programming, Production, PYMES

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el problema que presentan las pequeñas y medianas empresas en cuanto a su crecimiento o desarrollo económico, es la falta de sistemas de información gerencial, que es la ausencia de modelos de planificación, estrategias, manuales de seguridad, manuales de procedimientos y modelos matemáticos, a la hora de la toma de decisiones. Esto trae como consecuencia que el 80% de estas PYMES desaparezcan en 3 años, sobreviviendo en el mercado sólo el 20%. (Cabrera & Galetovic, 2002)

En la actualidad uno de los factores que inciden en el desarrollo socioeconómico, se debe precisamente a la informalidad de los negocios, y al exceso de confianza por la parte administrativa, a nivel general es fácil identificar por qué muchos emprendedores fracasan con sus negocios debido a que confían más en su talento o dominio de una actividad, que en su profesionalización.

En el emprendimiento de un proyecto se pueden identificar varias actividades para ofertar un producto o un servicio, para el desarrollo de este tema, se enfoca el estudio en el soporte que tienen las técnicas elementales que ayudan a planificar el tiempo, organizar un equipo, y otros recursos. Principalmente los modelos matemáticos y su aplicación en la producción de una empresa y sus proyecciones de venta.

En el desarrollo del trabajo se analiza lo que significa un Modelamiento Matemático, que consiste en la interpretación de la realidad mediante fórmulas matemáticas. La investigación de operaciones, es el estudio que se realiza con la finalidad de optimizar los procesos. Los modelos matemáticos se extraen de un sistema real, que sirve para realizar una representación simbólica mediante fórmulas, se pueden dar ejemplos como tamaño de la población, demanda de un producto, la caída de un objeto, entre otros.

El desarrollo de esta investigación documental se hace énfasis en el estudio de un modelo matemático que se inicia sobre la base de un problema del mundo real, de acuerdo con este estudio nos hemos dado cuenta que las simulaciones de procesos toman un papel muy importante en este tipo de casos, gracias a estas se puede realizar predicciones y extraer conclusiones que nos direccionen a tomar decisiones que se podrán obtener los resultados.

El Modelo Matemático en programación lineal, está compuesto de variables de decisión, las cuales son las incógnitas que se determinan con la solución del problema, los parámetros son valores conocidos, que se pueden experimentar mediante la aplicación de la fórmula, finalmente están compuestos de restricciones que es la relación entre las variables de decisión y las magnitudes que le dan sentido a un problema o valores factibles. Al hablar de la función objetivo, se explicara de la relación matemática entre las variables de decisión, para el ejemplo de número de empleados, los parámetros se refieren a valores conocidos que se enfoca en dar sentido a la solución del problema.

El modelo matemático ayuda a la fase de planificación, ya que posibilita calcular recurso, mano de obra y tiempo, el desarrollo de este trabajo analiza varios principios básicos, que podrían ser adoptados por las PYMES, en el cuerpo se detalla los objetivos de esta técnica y el aporte sustancial que le puede dar para la gerencia y su mejor desarrollo socioeconómico y se propone un ejemplo que se pueda seguir, para la gestión administrativa. (Garza & Gonzalez, 2014)

En el trabajo también se utilizara el programa de Excel para las fórmulas de Excel, con la finalidad de que los resultados sirvan para la toma de decisiones en cuanto a las estrategias que deben tomar dentro de PYMES referidas. Las fórmulas de Excel permiten reflejar valores en fechas puntuales, lo que facilita el análisis del comportamiento de las ventas ya sean mensuales o anuales dependiendo lo que se requiera.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

¿Por qué es necesario la aplicación de los modelos matemáticos en el crecimiento y desarrollo de las PYMES?

Objetivo General

- Fundamentar la necesidad de la aplicación de un modelo matemático que impacta en el crecimiento de la producción en las PYMES.

Objetivo Específico

- Estudiar modelos matemáticos que puedan ser utilizados por los emprendedores
- Analizar diferentes procedimientos de cómo se calcula el crecimiento de las ganancias y aplicarlas en las PYMES para la toma de decisiones y establecer estrategias de mejoras.

Justificación

El trabajo busca proveer de información a las PYMES a nivel nacional, específicamente al cantón Milagro, en los talleres de construcción Metalmecánica de esta ciudad, no existen modelos matemáticos a seguir en la producción, es decir, trabajan en función del talento para la construcción de productos como sillas metálicas, por observación directa los artesanos son realmente artistas en la construcción, con trabajos que pueden ser comercializados en cualquier ciudad del país.

El problema en cuanto a la falta de un modelo matemático en la PYMES, es que al momento de tomar decisiones nos basamos en la intuición. No obstante, antes de decidir sobre algún asunto importante es indispensable realizar un análisis de las posibles alternativas. En ocasiones, el resultado de una decisión equivocada es tan drástico que puede causar angustia el tener que decidir, y es deseable poder auxiliarse de algún instrumento que facilite la elección de la mejor alternativa.

La importancia de un Modelo Matemático es que sirven para representar problemas o situaciones económicas, calidad de manera estadística, gráfica, simbólica o matemática, los estados de la empresa, en este caso particular se busca representar la producción en los talleres de construcciones metalmeccánicas para la toma de decisiones o realizar proyecciones de ventas, estos datos se lo puede hacer como se mencionó anual o mensualmente.

El manejo de fórmulas se lo puede hacer en Excel, también se puede encontrar en el mercado software, que se pueden utilizar y se las puede acoplar en este tipo de negocios, los modelos matemáticos ayudan a que los negocios se automaticen, liberando al emprendedor de la dependencia del negocio y que puedan funcionar sin que el propietario se encuentre.

En el área de la Metalmeccánica en la construcción de sillas metálicas, mediante la aplicación de estos modelos matemáticos, ayudan al control de la producción puesto que registran los datos de productos fabricados, calidad o de ventas, en la que se puede observar fechas con mayor o menor producción e incluso la calidad de los productos, es aquí donde los modelos matemáticos son necesarios porque a través de esto se puede simular la producción a futuro, y las estrategias que se pueden tomar dentro de la administración, recuerden que mediante los modelos matemáticos en programación lineal, se pueden aplicar fórmulas con las cuales se puede controlar o prever la producción aunque estos datos son sujetos a factores externos y no se obtengan resultados exactos, pero que sirven para tomar decisiones en el ámbito administrativo.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

La aplicación de los Modelos Matemáticos y su aplicación en la administración de la producción dentro de las empresas de Metalmecánica, permitirá que se simulen procesos apegados a la realidad, con diferencias pero que servirán para la toma de decisiones identificando las variables, para determinar los posibles resultados.

Según, (Castañeda, 2014) las teorías económicas en términos matemáticos ha contribuido al desarrollo metodológico en las ciencias económicas. Las matemáticas es el lenguaje numérico de datos históricos y proyecciones futuras del desarrollo de una actividad económica.

(Debreu, 1984) Argumenta que las categorías básicas de la economía: precio, cantidad y valor, son cuantificables, por lo que el uso del lenguaje de las matemáticas es espontáneo en nuestra ciencia. Los modelos económicos y su consecuente aplicación de política económica dependen de la escuela de pensamiento económico que se trate. Los extremos se encuentran en los enfoques centralizado y descentralizado. En el primero, conocidos los fundamentales de la economía, existe uno o varios agentes que deciden qué producir, cómo producir y para quién producir; en contraste, en el segundo, las decisiones de los productores y los consumidores son elecciones separadas que coinciden motivadas por los precios. Los modelos de la teoría económica pueden agruparse por diversos criterios, uno de ellos es su evolución histórica una tercer vía es por medio del tipo de política económica (libre mercado, intervencionismo y toda mezcla de mercado-intervencionismo), y una cuarta senda la constituye el lenguaje matemático empleado. (Jimenes, 2014)

Para el profesor de la Universidad de Chicago Robert Lucas, entonces, “somos básicamente narradores, creadores de sistemas económicos ficticios” (Lucas, 1988)y, dado el avance de la ciencia y del tipo de formalización matemática utilizada, se han desarrollado modelos que explican más fehacientemente la realidad y que les confieren de consistencia al quehacer de la profesión. La modelación económica formal hace uso de herramientas matemáticas -desde las rudimentarias hasta las más sofisticadas- para explicar el comportamiento, las conexiones y la relación entre las variables exógenas y las endógenas (dependiendo de cada uno) de los modelos y de la teoría con las cuáles se construyen esos “sistemas paralelos o análogos” (Lucas, 1988). Esa interacción entre las

variables, en el análisis económico, implica considerar nociones de *equilibrio* (también llamado estado de reposo, aparato metodológico, balance de fuerzas opuestas, etc.). Para Lucas “el equilibrio es sólo una forma en la que nosotros vemos las cosas, no es una propiedad de la realidad” (Snowdon & Vane, 2005). Un modelo que incluya n variables relevantes, que tenga una consistencia lógica y que nos ofrezca un claro entendimiento del problema analizado, puede tener una enorme variedad de posiciones de equilibrio. (Toral, 2014)

La planeación de la producción incluye decisiones estratégicas, tácticas y operativas. Las decisiones estratégicas hacen frente a cuestiones de largo plazo, tales como distribución de las instalaciones y capacidad de planificación de recursos. El plan maestro de producción (por su siglas en inglés, MPS) se caracteriza por ser una herramienta ideal para determinar de forma precisa la factibilidad de un plan basado en restricciones de capacidad agregada por medio de una comunicación directa con el cálculo de necesidades de materiales MRP. Aunque la mayoría de los sistemas MRP son computarizados, su procedimiento es directo y puede hacerse en forma manual. Los componentes de un sistema de planeación de requerimientos de materiales es un programa maestro de producción, una lista estructurada de materiales, los registros de compras e inventarios, y los tiempos de entrega para cada artículo. Para usar efectivamente los modelos de inventario dependiente se requiere que el administrador de operaciones conozca: El programa de producción maestro (qué debe hacerse y cuándo). Las especificaciones o la lista estructurada de materiales necesarios para elaborar el producto. El inventario que se tiene disponible. Las órdenes de compra pendientes o recepciones esperadas. Los tiempos de entrega (cuánto tiempo tardan en llegar los distintos componentes). (Caceres, 2015)

Las teorías económicas se formulan en la terminología de la matemática mediante el surgimiento de los llamados modelos matemáticos de la economía. Dicho de un modo grueso, un modelo matemático, correspondiente a cierta área de la problemática económica, es un sistema matemático en el cual los distintos objetos y hechos económicos del área bajo estudio se expresan en otros tantos conceptos y relaciones matemáticas. De entre tales conceptos y relaciones se destacan los *conceptos primitivos* y los *postulados*, *axiomas* o *principios*, para intentar al máximo, a partir de ellos, construir e inferir los otros conceptos y relaciones, mediante las reglas de la lógica. Tales sistemas surgen a través de

los procesos, de análisis y síntesis sucesivos de los fenómenos económicos. (Castañeda, 2014)

La economía industrial ha experimentado muchos cambios desde finales de los ochenta, donde se han propuesto nuevos modelos empíricos para analizar situaciones de competencia y organización de los mercados. Estos resultados de las estimaciones de los modelos empíricos son usados por las empresas, organizaciones gubernamentales y responsables de políticas públicas para poder comprender cómo se organizan y operan las firmas, y además para que a partir de la información obtenida se puedan tomar decisiones por el lado de la demanda y/o la oferta. En este sentido, la estimación de una función de producción ha tomado relevancia, ya que sirve para evaluar la eficiencia de una industria, sector o segmento de la economía, observando cómo es el comportamiento de sus rendimientos a escala, si sus factores de producción son sustituibles entre sí, costes de regulación, fusiones, economías de alcance y el aprendizaje con la experiencia. Además, la estimación de funciones de producción es una de las vías para el cálculo. Dado lo anterior, en esta sección se presenta el método y modelo empírico que se utiliza para analizar la función de producción del sector de innovación global en mercados locales en España; adicionalmente, se indican los datos empleados para dicho análisis, desagregado por subsector económico. (Mogro, 2017).

En la mayoría de las ciencias, tanto las naturales como las sociales, la formulación de modelos es esencial para explicar determinados fenómenos relevantes. La economía no es ajena a esa práctica. Los economistas, independientemente del marco teórico-conceptual-metodológico que los arrope, buscan en todo momento hacer abstracciones, o supuestos - que deben someterse a prueba (validarse)-, para explicar de mejor forma los acontecimientos y fenómenos de la vida económica con el fin de mejorar las predicciones. (Friedman, 1953)

Según (Lucas, 1988), “somos básicamente narradores, creadores de sistemas económicos ficticios” y, dado el avance de la ciencia y del tipo de formalización matemática utilizada, se han desarrollado modelos que explican la realidad y que les confieren de consistencia al quehacer de la profesión. La modelación económica formal hace uso de herramientas matemáticas desde las rudimentarias hasta las más sofisticadas para explicar el comportamiento, las conexiones y la relación entre las variables exógenas y las endógenas

(dependiendo de cada uno) de los modelos y de la teoría con las cuáles se construyen esos “sistemas paralelos o análogos”. (Lucas, 1980)

Esa interacción entre las variables, en el análisis económico, implica considerar nociones de *equilibrio* (también llamado estado de reposo, aparato metodológico, balance de fuerzas opuestas, etc.). Para Lucas “el equilibrio es sólo una forma en la que nosotros vemos las cosas, no es una propiedad de la realidad”. (Snowdon & Vane, 2005)

Un modelo que incluya n variables relevantes, que tenga una consistencia lógica y que nos ofrezca un claro entendimiento del problema analizado, puede tener una enorme variedad de posiciones de equilibrio. (Toral, 2014)

LA PROGRAMACIÓN LINEAL.- Es una técnica matemática que permite analizar los recursos de producción para maximizar las utilidades y minimizar el costo. Es una técnica de solución de problemas que requiere la definición de los valores de las variables involucradas en la decisión para optimizar un objetivo a ser alcanzado dentro de un conjunto de limitaciones o restricciones, que constituyen las reglas del juego. Tales problemas involucran asignación de recursos, relaciones lineales entre las variables de la decisión, objetivo a alcanzar y restricciones. El problema de la asignación involucra situaciones como programar la producción para maximizar utilidades, mezclar ingredientes de un producto para minimizar costos, seleccionar una cartera excelente de inversiones, asignar personal de ventas en un territorio o definir una red de transportes intermodales con el menor costo y mayor rapidez. (Trejo, 2008)

Características que presentan la Programación Lineal

- ✓ Busca minimizar costos y maximizar utilidades en función de objetivos ya establecidos
- ✓ Se elige la alternativa más óptima o a su vez pueden ser combinadas entre ellas
- ✓ Están ligadas a restricciones que limitan la decisión.
- ✓ Variables cuantificables con relaciones entre si

LA FUNCIÓN OBJETIVO.- La función objetivo tiene una estrecha relación con la pregunta general que se desea responder. Si en un modelo resultasen distintas preguntas, la función objetivo se relacionaría con la pregunta del nivel superior, es decir, la pregunta

fundamental. Así por ejemplo, si en una situación se desean minimizar los **costos**, es muy probable que la pregunta de mayor nivel sea la que se relacione con aumentar la utilidad en lugar de un interrogante que busque hallar la manera de disminuir los costos. (Salazar, 2016)

LAS VARIABLES DE DECISIÓN.- Similar a la relación que existe entre objetivos específicos y objetivo general, se comportan las variables de decisión respecto a la función objetivo, puesto que estas se identifican partiendo de una serie de preguntas derivadas de la pregunta fundamental. Las variables de decisión, son en teoría, factores controlables del sistema que se está modelando, y como tal, estas pueden tomar diversos valores posibles, de los cuales se precisa conocer su valor óptimo, que contribuya con la consecución del objetivo de la función general del problema. (Salazar, 2016)

LAS RESTRICCIONES.- Cuando hablamos de las restricciones en un problema de **programación lineal**, nos referimos a todo aquello que limita la libertad de los valores que pueden tomar las variables de decisión. (Salazar, 2016)

Proyecciones de ventas. Una proyección de ventas es la cantidad de ingresos que una empresa espera ganar en algún momento en el futuro. Es una predicción que es sinónimo de una previsión de ventas. Ambas ayudan a determinar la salud de una empresa y si las tendencias de ventas están a la alza o a la baja. Las pequeñas empresas utilizan varias inversiones para determinar las proyecciones de ventas. La iniciativa por lo general comienza en el departamento de ventas. Hay ciertas ventajas inherentes cuando se calcula y utilizan las proyecciones de ventas. (Suttle, 2018)

MAKESPAN: programar n trabajos de una máquina con tiempos de preparación dependientes de la secuencia, que consiste en secuenciar los n trabajos de manera de minimizar el intervalo de tiempo entre el inicio del procesamiento del primer trabajo (tiempo de referencia 0) y el tiempo de finalización del procesamiento del último. (Baker & Trietsch, 2009)

Set-up: Es el tiempo que se tarda en preparar la máquina o las instalaciones para que pueda realizar una operación de distinto tipo que la anterior. Etapas del set-up: Preparación, ajuste y verificación sobre materiales y herramientas. Montaje y desmontaje de herramientas y partes. (Castaño, 2017)

¿Por qué pronosticar?

La demanda es una consecuencia de la elección de los compradores y lo que se puede vender es decisión de la dirección de la empresa. ¿Cuánto quieres vender los próximos 12 meses?, ¿tu mercado compraría esa cantidad de productos o servicios?, ¿la empresa tiene la capacidad productiva para soportar ese volumen de ventas? Con los pronósticos de demanda, defines las respuestas a las preguntas arriba planteadas. Estas proyecciones repercuten directamente en la eficacia y eficiencia con que operan las áreas de producción, mercadotecnia, ventas, finanzas, personal, logística y otros departamentos funcionales de una compañía. (Entrepreneur, 2018)

Estudio del trabajo.-Se entiende por estudio del trabajo, genéricamente, ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de realizar mejoras. (Santana, 2018)

Medición del Trabajo.- Aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según un método de ejecución preestablecido. Permite investigar y reducir el tiempo improductivo, y fijar los tiempos estándar del método establecido. (Santana, 2018)

Estudio de Movimientos.- El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. (Santana, 2018)

Sin embargo, en términos de **programas de desarrollo, programas de financiamiento, o asesorías para PYME a nivel internacional**, muchos gobiernos dejan en segundo plano a este sector (las PYMES) y se concentran en el apoyo a las grandes empresas (como sucedió en la última crisis financiera en USA, donde el gobierno intervino en los grandes bancos, pero no en los pequeños) debido a que las grandes empresas representan mucho más en PIB (Producto Interno Bruto) de una economía y resulta más complejo ayudar a varias entidades que una sola. (Enroque, 2018)

Por otro lado, las PYME tienen el potencial de dar forma al futuro del riesgo de desastres. Si bien las pymes representan una gran parte de todas las empresas y se basan en su ubicación local, se interconectan con una amplia gama de personas como empleados, socios comerciales, clientes y con la comunidad donde operan. Además, las PYMES desempeñan un papel indispensable en las cadenas de suministro al posicionarse entre los proveedores de menor nivel con tecnologías especializadas y una gran cuota de mercado. (Kato, 2018)

Las Pymes poseen ventajas competitivas importantes referidas a su tamaño y flexibilidad que les permite una respuesta rápida a los cambios del entorno y facilita su integración como eslabón en cadenas productivas; como proveedores eficientes de bienes intermedios o finales y de servicios en esquemas de subcontratación nacionales o internacionales que alimentan el surgimiento de empresas nacionales más grandes. Por otra parte, presentan desventajas aparentes respecto a la vulnerabilidad a los ciclos recesivos y la desaceleración de la economía, presentan baja inserción externa y las que lo hacen, compiten principalmente en precios con escasa diferenciación. (Castellanos, 2003)

Producción/ etapa de síntesis: durante esta fase, las materias primas que se recogieron previamente se transforman en el producto real que la empresa produce a través de su montaje. En esta etapa es fundamental observar los estándares de calidad y controlar su cumplimiento. Para que esta fase salga según lo previsto y se evitan problemas, es necesario hacer un trabajo de observación del entorno, de tal manera que se puedan anticipar los cambios y se pueda trazar un plan de actuación para saber cómo actuar en todo momento para seguir trabajando en pro del cumplimiento de los objetivos. (Business, 2017)

METODOLOGÍA

La metodología de investigación realizada en este trabajo es del tipo:

Documental.- Los trabajos documentados y los puntos de vista son importantes a la hora de analizar los Modelos Matemáticos, que utilizan las empresas para simular procesos y obtener resultados, para lo cual se debe revisar la opinión de expertos en el tema, se dice carácter documental porque se recopilará información del tipo bibliográfica, refiriéndose a la que se obtiene de libros, se utilizará la investigación del tipo hemerográficas, las cuales se refieren a los artículos o ensayos que se pueden obtener de la web.

La investigación documental es importante, porque su información sirve para hacer comparaciones de tipo técnico, acerca de las condiciones y características de determinadas empresas con actividades similares, es necesario recordar que dentro de los procesos de producción las actividades son similares, sin embargo, las estrategias que se aplican son las que determinan el éxito en los resultados, por lo que mediante esta investigación del tipo documental, se analizarán Modelos matemáticos, entre ellos modelos estadísticos y de programación lineal.

La investigación documental sirve para recopilar varios modelos matemáticos que ya existen en el medio, ni siquiera es necesario diseñarlos, lo importante es en base a esta información documental seleccionar la que se ajuste a los procesos de producción de sillas metálicas.

DESARROLLO DEL TEMA

A nivel mundial uno de los problemas que se encuentra es que las PYMES, en un 80% desaparecen alrededor de los 3 años, y sólo un 10% del 20% llega al 5to año y el restante alcanza los 10 años en el mercado, (Cabrera & Galetovic, 2002), si analizamos las mallas curriculares de las carreras de Ingeniería se puede observar técnicas como: Just in Time, Benchmarking, SIG (Sistemas de Información Gerencial), Marketing, Finanzas, Investigación de Operaciones, Talento Humano, Sistemas de Calidad, Servicio al Cliente entre otras que se encargan de profesionalizar encaminadas a la Dirección.

Por lo que debe comprender el emprendedor que no es suficiente con el saber operar o tener talento para desempeñar una tarea, la parte operativa es un área de los procesos productivos ya sea en el ámbito del servicio o de la producción, existen áreas enfocadas en la Dirección, mientras no se aplique a las PYMES, las estadísticas que se mencionan estas tienden a desaparecer, no variará, por lo que este trabajo se enfocará en una de las técnicas como son los Modelamientos Matemáticos y el aporte que puede hacer hacia el sector de las construcciones metalmecánicas, específicamente en los talleres artesanales que existen en el Cantón Milagro.

El trabajo busca proveer de información a las empresas a nivel nacional, específicamente al cantón Milagro, en los talleres de construcción Metalmecánica de esta ciudad, no existen modelos matemáticos a seguir en la producción, es decir, trabajan en función del talento para la construcción de productos como sillas metálicas, por observación directa los artesanos son realmente artistas en la construcción, con trabajos que pueden ser comercializados en cualquier ciudad del país.

El problema en cuanto a la falta de un Modelo Matemático, mediante el cual las PYMES, puedan desarrollarse, para lo que debemos establecer y detallar en que consisten los modelos matemáticos.

Un Modelo Matemático es aquel que sirve mediante una fórmula simular los procesos, en base al cálculo de variables, con la finalidad de obtener resultados, que sirvan para la toma de decisiones. Te permite obtener resultados en base a datos estadísticos o experiencias de otros investigadores, estos resultados te permiten obtener pronósticos de

ventas, tipo económico, de calidad, se debe destacar que dichos resultados debido a factores externos estén sujetos a que no sean exactos.

La importancia de un Modelo Matemático es que sirven para representar problemas o situaciones económicas, calidad de manera estadística, gráfica, simbólica o matemática, los estados de la empresa, en este caso particular busca representar la producción en los talleres de construcciones metalmeccánicas para la toma de decisiones o realizar proyecciones de ventas.

En el área de la Metalmeccánica en la construcción de sillas metálicas, mediante la aplicación de estos modelos matemáticos, ayudan al control de la producción puesto que registran los datos de productos fabricados, calidad o ventas, en la que se puede observar fechas con mayor o menor producción e incluso la calidad de los productos, es aquí donde los modelos matemáticos son necesarios porque a través de esto se puede simular la producción a futuro, y las estrategias que se pueden tomar dentro de la administración, recuerden que mediante los modelos matemáticos en programación lineal, se pueden aplicar fórmulas con las cuales se puede controlar o prever la producción aunque estos datos son sujetos a factores externos y no se obtengan resultados exactos, pero que sirven para tomar decisiones en el ámbito administrativo.

El manejo y aplicación de Excel dentro de la administración de las PYMES, utilizando modelos matemáticos cuantitativos, estadísticos en las que incluso mediante sus aplicaciones se pueden generar tablas, gráficos de barras de pastel, iconos que facilitan la comprensión del lector y de la persona que esté a cargo de la toma de decisiones.

(Salazar, 2016), Similar a la relación que existe entre objetivos específicos y objetivo general, se comportan las variables de decisión respecto a la función objetivo, puesto que estas se identifican partiendo de una serie de preguntas derivadas de la pregunta fundamental. Las variables de decisión, son en teoría, factores controlables del sistema que se está modelando, y como tal, estas pueden tomar diversos valores posibles, de los cuales se precisa conocer su valor óptimo, que contribuya con la consecución del objetivo de la función general del problema.

Este ejemplo sencillo, se realiza en función de lo que se desea obtener, por ejemplo optimizar, para resolver una programación lineal se debe tener en consideración lo

siguiente: Definir la Función Objetivo, Identificar y definir las Variables, Identificar y definir las Restricciones, finalmente plantear la función objetivo.

En el desarrollo del tema se detallará un ejemplo de cómo se utiliza y se aplica la Programación lineal para la solución de un problema planteado.

Las PYMES, considerando dentro de estas, los pequeños y medianos talleres en el área de soldadura que se dedican a la fabricación de muebles de oficina, como se lo ha venido planteando dependen del emprendedor, porque los procesos administrativos no están automatizados.

En la presente investigación documental se estudia un modelo matemático que represente el problema de optimización que se está tratando. El problema que hay que modelar es el siguiente:

Minimizar el tiempo de proceso (makespan) en máquinas idénticas en paralelo, con tiempos de procesos de trabajos diferentes, restricciones de capacidad, tiempos de set-up independientes de la secuencia y restricciones de utilización de máquinas.

Según (Narbona, 2007), minimizar el tiempo de proceso es un problema cuya complejidad depende fundamentalmente del tipo de variables que forman parte del mismo y del carácter lineal o no lineal de las restricciones. Por lo tanto, para mostrar el modelo matemático hay que definir el conjunto de variables, el conjunto de restricciones y la función objetivo a optimizar. Se trata de un problema con variables enteras englobado dentro de los Problemas de Optimización Combinatorios y más concretamente dentro de los problemas de secuenciación de clase NP. Los problemas de clase NP son aquellos para los que no existe un algoritmo que en un número polinomial de pasos obtenga siempre el óptimo del problema, sin embargo se puede comprobar el coste y la validez de una solución dada. El modelo de programación lineal que se propone para esta investigación documental se expone tras la definición de la notación empleada.

NOTACIÓN

| CONJUNTOS | |
|-----------|---------------------------------------|
| R | conjunto de referencias $\{r \in R\}$ |
| B | conjunto de lotes $\{b \in B\}$ |
| G | conjunto de cargas $\{g \in G\}$ |
| J | conjunto de trabajos $\{j \in J\}$ |
| M | conjunto de máquinas $\{m \in M\}$ |

Tabla 1. Significados de letras utilizadas en este modelo
Fuente. Elaboración propia

| VARIABLES DE DECISIÓN | |
|------------------------|---|
| <u>X_{rgm}</u> | 1, si la carga g contiene a la referencia r en la máquina m 0, si la carga g no contiene a la referencia r en la máquina m |
| <u>X_{bm}</u> | 1, si el lote b se procesa en la máquina m 0, si el lote b no se procesa en la máquina m |
| <u>X_{jbm}</u> | 1, si el trabajo j es asignado al lote b y procesado en la máquina m 0, si el trabajo j no es asignado al lote b y máquina m |
| <u>P_{bm}</u> | Tiempo de proceso del lote b procesado por la máquina m |
| <u>C_{max}</u> | Makespan |

Tabla 2. Restricciones de las variables de decisión
Fuente. Elaboración propia

| PARAMETROS | |
|----------------------|---------------------------------|
| <u>P_j</u> | tiempo de proceso del trabajo j |
| S | capacidad de la máquina |
| U | tiempo de set-up |

Tabla 3. Parámetros a los que está sujeto el modelo
Fuente. Elaboración propia

MODELO MATEMATICO

$$\text{MINIMIZAR } C_{max} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{b \in B} \sum_{m \in M} X_{jbm} = 1 \quad \forall j \in J \quad (2)$$

$$P_{bm} \geq p_j X_{jbm} \quad \forall j \in J, \forall b \in B, \forall m \in M \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{b \in B} P_b X_{jbm} \leq S \quad \forall m \in M \quad (4)$$

$$2 X_{rgm} - X_{r(g+1)m} \neq 1 \quad \forall r \in R, \forall g \in G, \forall m \in M \quad (5)$$

$$X_{rgm}$$

$$C_{max} \geq \sum_{b \in B} \sum_{j \in J} P_{bm} X_{jbm} + U * \sum_{b \in B} X_{bm} \quad \forall m \in M \quad (6)$$

$$X_{rgb}, X_{bm}, X_{jbm} \quad \text{binarios} \quad (7)$$

$$C_{max}, P_{bm} \geq 0 \quad (8)$$

Modelo matemático elaborado por (Narbona, 2007)

El objetivo de este modelo (1) es minimizar el makespan. (2) Esta restricción indica exactamente que trabajo se puede realizar n un lote. (3)Esta restricción establece los tiempos de proceso de un lote. (4) Esta restricción da el limite d los tiempos de trabajos procesados según la máquina. (5) esta restricción nos indica que no pueden haber dos utillajes del mismo tipo montado en mesas contiguas. (6) esta restricción es la que nos va

ayudar para determinar el makespan en todos los casos. (7) y (8) estas dos últimas restricciones nos impone que las variables deben ser binarias o positivas.

Nota: En la restricción (6) el término $U * \sum_{b \in B} X_{b,m}$ indica el tiempo de set-up al momento de introducir un lote nuevo.

A continuación presentaremos una aplicación de programación lineal para sillas metálicas.

Un emprendedor fabrica dos tipos de sillas A y B, las cuales se venden a precio de 11 y 13 dólares cada una respectivamente. Las sillas pasan por dos procesos, Corte y Ensamblado, para lo cual se dispone máximo de 17 y 13 horas respectivamente a la semana para dedicar a estas operaciones de estos productos. La silla tipo A requiere 3 horas para corte y 1 hora para ensamblado. La silla tipo B requiere 1 hora para corte y 4 horas para ensamblado. De acuerdo a la anterior información.

Obtener la máxima ganancia de fabricación de sillas.

Definir variables:

X = sillas tipo A

Y = sillas tipo B

Función objetivo:

Max z: 11X + 13Y

Restricciones

Corte: $3X + Y \leq 17$

Ensamblado: $X + 4Y \leq 13$

No negatividad: $A, B \geq 0$

Resultados para X y Y en cada una de las ecuaciones:

| Corte | |
|--------------------|------------------|
| X=0 | Y = 0 |
| $3(0) + Y \leq 17$ | $3X + 0 \leq 17$ |
| $Y \leq 17$ | $X \leq 17/3$ |
| | $X \leq 5.7$ |

Tabla 4. Punto X y Y para los parámetros de corte
Fuente. Elaboración propia

| Ensamblado | |
|------------------|--------------------|
| X=0 | Y = 0 |
| $0 + 4Y \leq 13$ | $X + 4(0) \leq 13$ |
| $Y \leq 13/4$ | $X \leq 13$ |
| $Y \leq 3.25$ | |

Tabla 5. Punto X y Y para los parámetros de ensamble
Fuente. Elaboración propia

PROGRAMACIÓN LINEAL MÉTODO GRAFICO

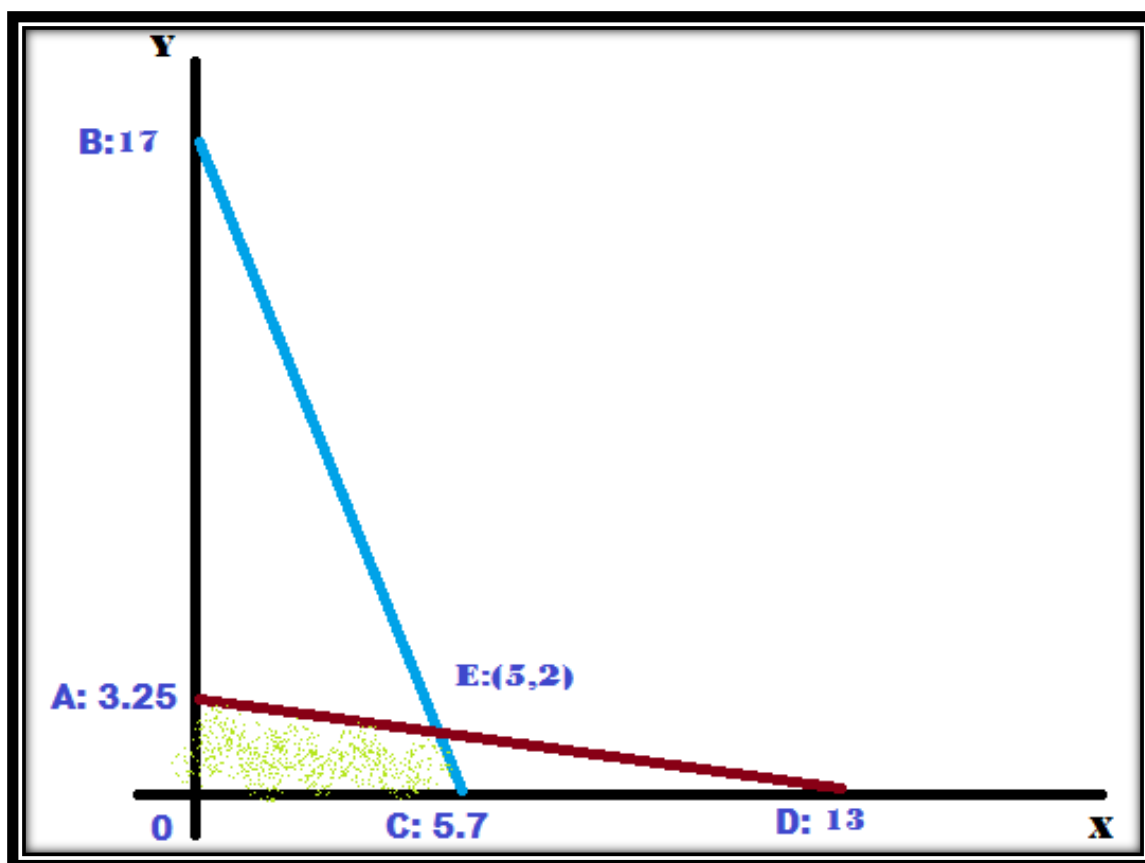


Figura 1. Punto de intersección de las restricciones
Fuente. Elaboración propia

Calcular el punto E donde se intersectan las dos restricciones:

$$\begin{array}{r} 3X + Y = 17 \\ -3X - 12Y = -39 \\ \hline -11Y = -22 \\ Y = 22/11 \\ Y = 2 \end{array}$$

Reemplazamos el valor de Y en cualquiera de las dos ecuaciones:

$$\begin{array}{r} X + 4Y = 13 \\ X + 4(2) = 13 \\ X = 13 - 8 \\ X = 5 \end{array}$$

Una vez encontrados estos puntos:

Puntos de corte: B = (0, 17); C = (5.17, 0)

Puntos de ensamblado: A = (0, 3.25); D = (13, 0)

Punto de intersección: E = (5, 2)

Podemos ver en la *figura 1* los puntos factibles para así determinar la función objetivo. Estos puntos son: ACE

Procedemos a trabajar con la función objetivo para determinar cuál de estos puntos nos generan mayor beneficio.

Función objetivo:

$$\text{Max Z: } 11X + 13Y$$

Función objetivo para el punto A. donde se producen sillas tipo B

$$\text{Max Z: } 11(0) + 13(3.25) = \mathbf{42.24}$$

Función objetivo para el punto C. donde se producen sillas tipo A

$$\text{Max Z: } 11(5.17) + 13(0) = \mathbf{62.7}$$

Función objetivo para el punto E. donde se producen sillas tipo A y B

$$\text{Max Z: } 11(5) + 13(2) = \mathbf{81}$$

De acuerdo con los resultados podemos decir que el punto más factible y optimo es el punto de intersección "E"

ANÁLISIS UTILIZANDO UNA HOJA ELECTRÓNICA (SOLVER)

| X= número de sillas tipo A Y= número de sillas tipo B | | | |
|--|--------------|--------------|-------------------|
| Horas necesarias para producir una unidad | | | |
| Departamento | silla tipo A | silla tipo B | Horas disponibles |
| Corte | 3,00 | 1,00 | 17,00 |
| Ensamble | 1,00 | 4,00 | 13,00 |
| Beneficio por unidad | 11,00 | 13,00 | |

<=

LIMITACIONES

<=

LIMITACIONES

| | SILLA TIPO A | SILLAS TIPO B | Left-Hand Side | Right-Hand Side | Holgura |
|-------------------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|---------|
| Función objetivo | 11 | 13 | 81 \$ | | |
| CORTE | 3,00 | 1,00 | 17 \$ | 17 | 0 |
| ENSAMBLE | 1,00 | 4,00 | 13 \$ | 13 | 0 |

Solución

| | | |
|--|---|---|
| | 5 | 2 |
|--|---|---|

LA MEJOR COMBINACION ES DE 10 MESAS Y 10 SILLAS PARA OBTENER UNA UTILIDAD MAXIMA DE \$1400.

Figura 2. Hoja inicio para cálculo de SOLVER

Fuente. Elaboración propia

En esta hoja de cálculo pondremos los valores con los que se quiere trabajar y de esta manera corroborar si lo que hemos hecho anteriormente esta correcto.

Utilizaremos el programa SOLVER puesto que es una herramienta de Microsoft Excel, en la cual encontraremos varias funcionalidades, que nos servirán para resolver problemas de programación lineal. Antes de empezar a utilizar SOLVER debemos tener claro el problema a estudiar. Es decir, definir nuestra función objetivo con sus respectivas restricciones

Esta herramienta es muy útil al momento de hacer la corrida nos arrojar valores de respuesta optima, lo cual nos detallada en tres informes que los cuales se muestran a continuación.

INFORME DE RESULTADO

Resultado: Solver encontró una solución. Se cumplen todas las restricciones y condiciones óptimas.

Motor de Solver

Motor: GRG Nonlinear

Tiempo de la solución: 0,016 segundos.

Iteraciones: 4 Subproblemas: 0

Opciones de Solver

Tiempo máximo Ilimitado, Iteraciones Ilimitado, Precision 0,000001

Convergencia 0,0001, Tamaño de población 100, Valor de inicialización aleatorio 0, Central de derivados

Máximo de subproblemas Ilimitado, Máximo de soluciones de enteros Ilimitado, Tolerancia de enteros 1%, Asumir no negativo

Celda objetivo (Máx.)

| Celda | Nombre | Valor original | Valor final |
|--------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| \$F\$18 | Función objetivo Left-Hand Side | 240 \$ | 81 \$ |

Celdas de variables

| Celda | Nombre | Valor original | Valor final | Entero |
|--------------|------------------------|-----------------------|--------------------|---------------|
| \$D\$22 | Solución SILLAS TIPO A | 10 | 5 | Continuar |
| \$E\$22 | Solución SILLAS TIPO B | 10 | 2 | Continuar |

Restricciones

| Celda | Nombre | Valor de la celda | Fórmula | Estado | Demora |
|--------------|-------------------------|--------------------------|------------------|---------------|---------------|
| \$F\$19 | CORTE Left-Hand Side | 17 \$ | \$F\$19<=\$G\$19 | Vinculante | 0 |
| \$F\$20 | ENSAMBLE Left-Hand Side | 13 \$ | \$F\$20<=\$G\$20 | Vinculante | 0 |

Figura 3. Informe de respuestas

Fuente. Elaboración propia

Este es el primer informe arrojado por este programa en el cual encontramos detalladamente las celdas de la función objetivo, las variables inmersas en el problema y las restricciones al que está limitado el problema.

INFORME DE CONFIDENCIALIDAD

| Microsoft Excel 14.0 Informe de confidencialidad | | | |
|---|-------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Hoja de cálculo: [Libro1]Hoja1 | | | |
| Celdas de variables | | | |
| Celda | Nombre | Final Valor | Reducido Degradado |
| \$D\$22 | Solución SILLAS TIPO A | 5 | 0 |
| \$E\$22 | Solución SILLAS TIPO B | 2 | 0 |
| Restricciones | | | |
| Celda | Nombre | Final Valor | Lagrange Multiplicador |
| \$F\$19 | CORTE Left-Hand Side | \$ 17,00 | 2,818181818 |
| \$F\$20 | ENSAMBLE Left-Hand Side | \$ 13,00 | 2,545454545 |

Figura 4. Informe de confidencialidad
Fuente. Elaboración propia

Este informe nos detalla los tipos de tareas utilizados en el problema con las restricciones a la cual está sujeto el ejercicio.

INFORME DE LÍMITES

| Microsoft Excel 14.0 Informe de límites | | | | | | |
|--|---------------|--------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Hoja de cálculo: [Libro1]Hoja1 | | | | | | |
| Objetivo | | | | | | |
| Celda | Nombre | Valor | | | | |
| \$F\$18 | Función c | 81 \$ | | | | |
| Variable | | | | | | |
| Celda | Nombre | Valor | Inferior Límite | Objetivo Resultado | Superior Límite | Objetivo Resultado |
| \$D\$22 | Solución | 5 | 0 | 26 | 5 | 81 |
| \$E\$22 | Solución | 2 | 0 | 55 | 2 | 81 |

Figura 5. Informe de límites
Fuente. Elaboración propia

Luego que se ha utilizado el SOLVER de Excel nos confirma que los valores encontrados con esta herramienta son iguales a los valores realizados anteriormente entonces podemos decir que el ejercicio propuesto esta correcto y que SOLVER de Excel es una herramienta que nos minimiza el tiempo, para encontrar resultados y poder tomar decisiones de una manera más rápida y objetiva.

CONCLUSION

Al hacer el estudio bibliográfico de este modelo matemático de programación lineal, la cual nos ayuda a maximizar utilidades y minimizar costos, hemos podido apreciar que la importancia en la implementación del mismo en una empresa nos garantiza obtener una solución óptima, donde los futuros empresarios de las PYMES puedan obtener resultados apegados a la realidad. De esta manera puedan tomar decisiones correctas y garantizar la solución óptima para estas pequeñas y medianas empresas.

Al realizar esta investigación podemos decir que los modelos como su nombre lo indica imita a la realidad mas no es real, solo nos ayuda a estudiar y analizar de una manera más sencilla los sistemas de automatización en diferentes situaciones en la que se encuentra la empresa, el modelo no es el modelo, siempre estará actualizándose a mejor. También encontramos que en los diferentes lugares los gerentes toman decisiones sin aplicar una metodología o sin regirse a una norma, lo hacen por intuición lo cual tiene un porcentaje más elevado de error, por este motivo este trabajo esta direccionado a los emprendedores con la finalidad de dar herramientas muy útil, como es los modelos matemáticos y saber identificar el modelo que nos permita llegar a la solución óptima para que las decisiones tomadas sean correctas aportando al crecimiento y desarrollo de las pequeñas y medianas empresas.

En la presente investigación documental realizada observamos que los modelos matemáticos sirven para simular los procesos en base a las variables y las ecuaciones, sin embargo es importante recordar que los resultados no podrían ser exactos, pero estos son valores apegados a la realidad, que sirven para la alta Gerencia, estos modelos matemáticos son utilizados en las empresas, lo que se puede concluir es que dentro de las PYMES, se debería trabajar en la automatización y en modelaciones matemáticas para un mejor desarrollo en la toma de decisiones. De acuerdo a los procedimientos analizados en esta investigación hemos podido concluir que se puede calcular las ganancias a partir de un modelo matemático bien estructurado.

BIBLIOGRAFÍA

- Castañeda, S. H. (Octubre de 2014). *Elsevier*. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-economia-informa-114-articulo-sobre-economia-matematica-algunas-reflexiones-S0185084914713477?referer=buscador>
- David Cáceres Cárdenas, J. R. (Septiembre de 2015). *Revista Tecnológica ESPOL*. Obtenido de <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/322/236>
- EAE BUSINESS. (25 de 10 de 2017). *RETOSENSUPPLYCHAIN*. Recuperado el 2 de 2 de 2018, de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/>
- Edward Santana John. (2018). *UNIVERSIDAD APEC*. Recuperado el 29 de 1 de 2018, de <https://es.scribd.com/doc/55273868/1-Medicion-Del-Trabajo>
- Enroke. (2018). *Estrategias de crecimiento empresarial*. Recuperado el 2 de 2 de 2018, de <http://www.grupoenroke.com/index.php/proyecto-pymes/46-que-son-las-%20pymes>
- Entrepreneur. (10 de 2018). *Entrepreneur*. Recuperado el 28 de 1 de 2018, de <https://www.entrepreneur.com/article/255138>
- EntrepreneurNETWORK. (4 de 5 de 2016). Recuperado el 30 de 1 de 2018, de <https://www.entrepreneur.com/article/275228>
- Eumed.net. (5 de 6 de 2017). *Observatorio Economía Latinoamericana*. Recuperado el 2 de 2 de 2018, de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/pymes-ecuador.html>
- Jiménez, M. C. (Octubre de 2014). *Elsevier*. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-economia-informa-114-articulo-los-tres-lenguajes-matematicos-mas-S0185084914713490?referer=buscador>
- kATO MIO. (27 de 3 de 2018). *SCIENCEDIRECT*. Recuperado el 2 de 2 de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420917302923>
- Miles. (2018). *calcuworld2018*. Obtenido de http://www.ideasolutions.ec/index/index.php?option=com_content&view=article&id=144%3Aiques-es-marketing-relacional-y-mkt-transaccional&catid=66%3Amarketing-a-digital&Itemid=177&limitstart=2
- Mogro, S. C. (Diciembre de 2017). *Elsevier*. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-estudios-gerenciales-354-articulo-estimacion-una-funcion-produccion-analisis-S0123592317300712?referer=buscador>
- L. Español. (2011). *Historia de la Real Sociedad Matemática Española (RSME), RSME*,
- Salazar López Bryan. (2016). *INGENIERIAINDSUTRIALONLINE*. Recuperado el 28 de 01 de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/programaci%C3%B3n-lineal/>
- Suttle Rick. (2018). *La Voz de Houston*. Recuperado el 28 de 01 de 2018, de <https://pyme.lavoztx.com/definicion-de-proyeccion-de-ventas-11020.html>

Toral, G. D. (Octubre de 2014). *Elsevier*. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-economia-informa-114-articulo-una-introduccion-los-teoremas-punto-S0185084914713489?referer=buscador>