



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ANALIZAR EL IMPACTO DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE APARTAMENTOS EN EMPRESAS INMOBILIARIAS: una revisión de la literatura científica en el periodo 2010 - 2020”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Rosario Diana Santivañez Arzapalo

Asesor:

Mg. Sandro Rivera Valle

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a toda mi familia, en especial a mi hija Nicole, porque su afecto y cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ella. Aun a su corta edad, me ha enseñado y me sigue enseñando muchas cosas de esta vida, es lo mejor que me ha pasado y sin duda mi alusión para el presente y futuro

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo me gustaría agradecer a mi asesor de Proyecto de Tesis de Grado, por el apoyo brindado, por el respeto a mis sugerencias e ideas, por la orientación y disciplina que ha facilitado a las mismas.

Agradezco a mi familia, amigos, ya que siempre me han prestado un gran apoyo en los momentos difíciles. Pero, sobre todo, gracias a mi novio y a mi hija, por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo que me han concedido.

A todos, muchas gracias

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	14
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de búsqueda	15
Tabla 2: Tipos de investigación	15
Tabla 3: Investigaciones seleccionadas y evaluadas por año,pais	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Investigaciones seleccionadas según base de datos	22
Figura 2: Investigaciones seleccionadas y evaluadas por país	22
Figura 3: Investigaciones seleccionadas y evaluadas por año	23
Figura 4: Diagrama de flujos.....	31
Figura 5: Metodo simplex - PL.....	32
Figura 6: Uso solver en excel - PL.....	33
Figura 7: Programa Lingo - PL.....	34

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar el Impacto de la programación lineal para maximizar la eficiencia en la construcción de los tipos de apartamentos, teniendo en consideración, que en la actualidad toda organización relacionada al rubro de construcción, necesita aplicar herramientas que ayuden agilizar las actividades de manera adecuada, cuyo uso fundamental es lograr resultados efectivos.

Además, la herramienta de Programación Lineal brinda soluciones de modelos matemáticos para poder mejorar la productividad, con la finalidad de aumentar los recursos (principalmente los limitados y costosos), aumentando así los beneficios; en consecuencia, surgió la presente revisión sistemática. Las investigaciones tomadas tienen fuentes de información como Ebsco, Redalyc, Scielo, Google Académico y repositorios de las principales universidades nacionales e internacionales, toda la información estudiada son de tesis y artículos científicos, que fueron seleccionados bajo los siguiente criterios, rango de años que empieza a partir del año 2010 hasta el 2020, posteriormente se consideraron investigaciones que tengan relación a la aplicación de programación lineal, y por último, de criterio académico. Los resultados obtenidos se utilizaron para alimentar y adquirir sustento a la investigación, por lo tanto, nos indican la importancia de aplicar programación lineal en cualquier tipo de organización.

PALABRAS CLAVES: Programación Lineal, Modelos Matemáticos, Construcción de Apartamentos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como variables lo siguiente: **Programación Lineal** (Variable independiente), **Construcción de Apartamentos** (Variable dependiente).

Según Delgado y Toro (2010), menciona en su artículo:

Implementó un modelo de programación lineal entero mixto que representa un sistema de manufactura de dos escalones, con la intención de determinar decisiones optimas de aprovisionamiento de materiales, el modelo se programó mediante un software que hizo los cálculos para así tomar las decisiones correspondientes, en ese sentido, la aplicación mostro una optimización gracias a la programación lineal. (Delgado Hidalgo & Toro Díaz, 2010, pág. 168)

Bermúdez (2011), afirma en su artículo científico:

Los modelos de optimización basados en programación lineal, entera y mixta son ampliamente utilizados en problemas reales para formular modelos que contribuyen eficientemente a la toma de decisiones en todos los niveles organizacionales, lo cual tiene una extensa contribución en la reducción de costos operativos. (Bermúdez Colina, 2011, pág. 85)

Sánchez y Ramírez (2017), menciona en su artículo:

En el sector hortofrutícola en Colombia no hay un sistema o forma de optimizar los procesos de planeación de la cosecha, es por ello que los autores tras aplicar el modelo

de programación lineal llegaron a la conclusión que es muy beneficiosos para así poder sacarle el máximo provecho al costo beneficio a esta industria que representa el 63.4% de la producción frutícola en el país. (Ramírez, 2017, pág. 7)

Cevallos, Guijarro & Torres (2016), sostiene: “El estudio de caso práctico de la programación lineal como modelo para ver la forma más óptima de la disposición de los profesores de una universidad, logran concluir aplicando esta metodología” (Cevallo, 2016, pág. 29)

Para **Guerrero Salas (2017)** “La programación lineal es básicamente la lucha o disputa de una cantidad de actividades (productos) por unos recursos de carácter limitado, de tal forma que se obtenga un máximo de rendimiento” (Salas, 2017, pág. 25).

Para **Boirivant (2010)**, en su investigación sostiene que la “aplicación de la programación lineal como método matemático que logra aportar información para la toma de decisiones en la gestión de las PYMES” (Boirivant, 2010, pág. 89)

Daher, A (2013), manifiesta “La creciente urbanización de la economía y la doble concentración económica y territorial de los sectores inmobiliarios y financieros en las metrópolis, fundamentan la relación entre los ciclos inmobiliarios y las crisis económicas detonadas por sus burbujas” (Daher, 2013, pág. 47)

En base a la información sobre conceptos, definiciones y teorías descritas anteriormente, se realizó la revisión sistemática de la literatura científica con la finalidad de dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación planteada:

¿Cuál es el impacto de la aplicación de la Programación Lineal en la construcción de apartamentos en empresas del sector inmobiliario en el periodo 2010 -2020?

En ese sentido, se expondrá distintos casos en donde se aplicaron la herramienta Programación Lineal. Además, podemos deducir de las investigaciones revisadas en nuevas tendencias sobre Programación lineal, serán eficientes en la construcción de Apartamentos. Por ende, para el presente trabajo se utilizó las siguientes bases de datos: **SCIELO, EBSCO, REDALYC y GEOGLE ACADEMICO**, estos artículos científicos están en correspondencia al impacto de la programación lineal en el ámbito local e internacional a lo largo de los últimos diez años. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar la literatura científica en idioma español, sobre **el impacto que produce la Programación Lineal en la construcción de apartamentos en el periodo 2010-2020.**

Así mismo, proporcionar una fuente de literatura que incentive la investigación y conocer que la programación lineal es esencial para minimizar y maximizar la planificación de procesos, por ende, nos ayuda a tomar decisiones precisas que benefician a las empresas de construcción, maximizando su eficiencia y llevando a generar rentabilidad para la organización.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente trabajo sigue una metodología de revisión sistemática de la literatura científica, utilizando una metodología de análisis de contenidos, es decir, buscar investigaciones y fuentes de información, registro de memorias de congresos, revistas especializadas en el área de interés, bases de datos electrónicas y tesis.

Sobre esto, **Huergo (2015)** recomienda consultar artículos elaborados con rigurosidad académica mediante búsquedas especializadas (bases de datos, Google Académico, bibliotecas virtuales, etc.), libros y publicaciones científicas de editoriales serias y prestigiosas. La pregunta de investigación tomada en cuenta en este estudio:

¿Cuál es el impacto de la aplicación de la Programación Lineal en la construcción de apartamentos en empresas del sector inmobiliario en el periodo 2010 -2020?

Las bases de datos y motor de búsqueda especializada que se eligieron fueron el buscador de la Universidad Privada del Norte el cual tiene acceso de información como **Ebsco**, **Redalyc**, **Scielo**, **Google Académico**, adicionalmente se utilizó el buscador **Alicia Concytec**. Los artículos científicos encontrados fueron 183 siendo seleccionados 34 documentos para la presente investigación sumado a ello, repositorios de las principales universidades nacionales e internacionales

Para el **proceso de búsqueda**: Se utilizó enunciados publicados en la base de datos científicos que contemplen y deparen validez a la información, por consiguiente, se empleó términos relacionados a la pregunta de investigación:

“**Impacto de la Programación Lineal**” y “**construcción de apartamentos**”, se realizó y abordo una combinación de términos establecidos para obtener los mejores resultados según el tema analizado y disminuir posibles sesgos existentes, sumado a esto, se valoró el idioma español a causa de que es la lengua que más personas disertan en el mundo después del inglés y chino mandarín, además que la narrativa se desarrolla de manera sucesiva y gradual por autores, trasladando sus análisis en tablas de clasificación por métodos de estudio. Las investigaciones fueron comprendidas en el periodo 2010 al 2020 dado que se enfatizan de cómo presentar los resultados obtenidos, reflejando cambios actualizados en su área aportando información valiosa emitiendo artículos vetustos.

Criterio de Inclusión: Se utilizarán básicamente publicaciones provenientes de bases bibliográficas actuales, ya que los estudios de años inferiores pueden mostrarnos resultados que no están de acuerdo con las exigencias actuales que buscó identificar en qué medida se proponían o evaluaban los modelos de procesos de desarrollo. . Por consiguiente, se consideró conocer las experiencias de países con una realidad cercana a la peruana, puesto que las normas técnicas que deben cumplir las edificaciones son las establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). No es obligatorio el cumplimiento de normas internacionales que no hayan sido expresamente homologadas en el Perú.

Criterios de Exclusión: Se eliminaron aquellos trabajos que no hacen referencia estrictamente de las palabras claves utilizadas en la búsqueda de artículos científicos; así

mismo se excluyeron investigaciones que no están dentro del periodo establecido (2010 – 2020). Dado que, se valoró aquellos documentos que no se encuentren relacionados a la programación lineal y la construcción de modelos de apartamentos, así mismo, al investigador le interesa estudios comprendidos en los últimos años 2010-2020, por ende en el sector construcción existen cambios que tienen por objeto establecer disposiciones mínimas en seguridad y salud en el trabajo para el sector construcción a nivel nacional, esto se observa en la promulgación del DS N° 011-2019-TR, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción.

El método de extracción de los estudios seleccionados en la investigación se realizó a través de una tabla que contenga las siguientes características, nombre de investigación, tipo de fuente, autor, país y breve resumen con el objetivo de analizar sus semejanzas, diferencias las cuales servirán para la elaboración de resultados. Este protocolo permitió registrar y organizar la información de cada artículo. (Tabla 3)

Descarte de Duplicados: El descarte se realizó bajo la comparación de autores, repositorios y años de cada investigación. Asimismo, del título de cada investigación y por defecto sus objetivos de estudio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para la presente investigación se encontrados 183 artículos originales, siendo seleccionados 34 documentos, los cuales fueron en 3 etapas. La primera fue por la base de datos, permaneciendo 86 artículos, continuando con la segunda, donde se incluyeron todos los estudios publicados entre 2010 – 2020, quedando 54 artículos, posterior a ello en la tercera etapa, se valoró el idioma conjuntamente con los términos y tema de la investigación, donde se apartó 20 artículos .Se consideraron 34 documentos, de los cuales 10 son tesis que se encuentran en los repositorios de las universidades, 24 artículos científicos que se encuentran en las revistas Scielo, EBSCO, Redalyc. La información recolectada fue seleccionada bajo criterios y fuentes confiables.

Es importante mencionar que el uso de las palabras claves ayudo a encontrar investigaciones hechas en diferentes ámbitos, a pesar del sector las investigaciones hacen referencia a un mismo objetivo; el impacto positivo que tiene la programación lineal en distintos sectores de la industria.

Las tesis, artículos y libros analizados reportan información de investigaciones desarrolladas en América (México, Colombia, Chile, Cuba, Perú, Ecuador, Costa Rica y Venezuela), y de Europa (España). Cabe mencionar que las investigaciones encontradas de diferentes sectores que no tuvieran relación directa con el tema, no se tomaron en cuenta.

Tabla 1: *Resultados de búsqueda*

RESULTADOS DE BUSCADORES	
Tesis nacionales	5
Tesis Internacionales	5
Artículos científicos	24
Total de documentos	34

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 se muestra el total de resultados de la búsqueda que fueron 34 documentos originales de los repositorios de las universidades de los cuales 5 tesis nacionales, 5 tesis internacionales y 24 artículos científicos.

Tabla 2: *Tipos de investigación*

Tipo de Investigación	NÚMERO DE INVESTIGACIONES	PORCENTAJE DE INVESTIGACIONES
Cuasi Experimental	3	8.82%
Descriptiva	23	67.65%
Pre- experimental	8	23.53%
Total general	34	100.00%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 2 se puede apreciar que el 67.65% de las investigaciones fueron de metodología descriptiva, así como también tenemos que 23.53% corresponde a investigaciones con metodología pre experimental, y el 8.82% corresponde a cuasi experimental.

Tabla 3

Nombre, autores y año de publicación de las investigaciones

Nombre de Investigación	Tipo de Fuente	Autor	País	Sitio	Breve Resumen
Diseño óptimo de depósitos reguladores utilizando programación lineal	artículo	Marrero de León, N, & Bosch Fuentes, A. (2014)	Cuba	Scielo	En el estudio se tuvo como objetivo Determinar un diseño óptimo de depósitos reguladores utilizando programación lineal. Cabe resaltar que la metodología de la investigación fue descriptiva y exploratorio. En la investigación se obtuvieron resultados como comparar los volúmenes óptimos de los cinco depósitos reguladores con los que finalmente fueron construidos, demostrándose las ventajas de las técnicas de optimización en el orden económico. Se determinan además las cargas óptimas en cada uno de los depósitos reguladores.
Programación lineal aplicada a la formulación de raciones para rumiantes	artículo	Rosero Noguera, R, Posada Sandra L, & Ortiz Diana M. (2011)	Colombia	Scielo	El objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo de un modelo de programación lineal para la formulación de raciones utilizando el procedimiento SOLVER mediante un ejemplo práctico se describe paso a paso la construcción del modelo y las ecuaciones que dan lugar a la formulación de una ración para vacas lecheras a mínimo costo. Los autores aplicaron una metodología de investigación cuasi experimental, ya que estimularon ala variable dependiente.
Modelo de programación lineal binaria para el balance de carga de trabajo en el problema de asignación de proyectos	artículo	Acuña-Parada, Saray Yurley, Madiedo-Bautista, Esteban, & Ortiz-Pimiento, Néstor Raúl. (2013)	Colombia	Scielo	Los investigadores tuvieron como ovejito determinar un nuevo modelo matemático para asignar proyectos a empleados. La metodología de investigación aplicada fue de pre experimental, aplicada. Así mismo, se obtuvo como resultado que las asignaciones, producto de los dos modelos no coincide en el 90% o más de las ocasiones.
Modelo de Programación Lineal Multiobjetivo para la Logística Inversa en el Sector Plástico de Polipropileno	artículo	De la Hoz, Efraín, Vélez, Jorge, & López, Ludys. (2017)	Colombia	Scielo	La investigación tuvo como objetivo determinar un modelo de programación lineal multiobjetivo para la logística inversa del sector plástico de polipropileno. Aplicaron una metodología de investigación pre experimental. Como resultado se muestra un mejoramiento del 12,6% en los costos asociados al programa de planeación. Al mismo tiempo se optimiza el Índice de Degradación a la Procesabilidad lo que genera una buena calidad del polipropileno reciclado.
Determinación de un Punto de Inicio en Algoritmos de Punto Interior en la Solución de Problemas de Programación Lineal	artículo	Buitrago, Oscar Y, & Ramírez, Andrés L. (2017)	Colombia	Scielo	En la investigación se tiene como objetivo encontrar un punto interior en la región factible de problemas de programación lineal. Se aplicó una metodología de investigación pre experimental. Se demuestra que la solución óptima del problema de programación lineal ampliado permite obtener un punto factible del problema original o concluir que el mismo no tiene soluciones factibles.
Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM	artículo	Blanco Murillo, M. A., Muñoz Peña, F. A., & Palacio León, Ó. (2017)	Perú	EBSCOhost	Para Blanco, Muños y Palacio en su artículo tuvieron como objetivo aplicar un modelo de optimización, sobre un portafolio de 17 clientes del sector agroindustrial con restricción de inversión, con el fin de maximizar el retorno hacia el inversor. En la investigación se aplicó una metodología cuasi experimental y exploratorio. En tal sentido en su

					investigación demostraron que mediante la programación lineal se puede lograr dicha optimización.
Aplicaciones de un modelo de programación lineal en la optimización de un sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP)de dos escalones con restricciones de capacidad. Ingeniería e investigación	artículo	Delgado, L., Toro, H (2010)	Colombia	redalyc	Según los autores en su estudio plantearon como objetivo determinar decisiones optimas de aprovisionamiento de materiales aplicando un modelo de programación lineal. La metodología de investigación fue descriptiva y exploratoria. Como resultado se tuvo un modelo el cual se programó mediante un software que hizo los cálculos para así tomar las decisiones correspondientes, en ese sentido, la aplicación mostro una optimización gracias a la programación lineal.
Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta. Ingeniería Industrial	artículo	Bermúdez Colina, Yeicy (2011)	Colombia	redalyc	El autor nos manifiesta en su artículo que el objetivo fue demostrar la aplicación de programación lineal, entera y mixta pude ser usarse en cualquier ámbito científico. El tipo de metodología usada fue descriptiva. Como resultado se concluyó que “los modelos de optimización basados en programación lineal, entera y mixta son ampliamente utilizados en problemas reales para formular modelos que contribuyen eficientemente a la toma de decisiones en todos los niveles organizacionales.
Modelo matemático de la programación lineal que nos permita determinar una operación óptima para obtener el mayor beneficio posible.	artículo	Cabanilla, D. (2016)	Ecuador	google academics	La investigación tuvo como objetivo determinar si la aplicación de un modelo matemático de la programación lineal permite obtener el mayor beneficio posible. En la investigación de uso una metodología descriptiva. Según el autor en su investigación concluyo que los modelos de programación lineal son beneficios que podrían ser de apoyo para las diferentes actividades en el campo empresarial, siendo una de ellas, el aporte de un proceso sistemático que le permita a la organización planificar y asignar de manera óptima sus recursos.
Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido.	artículo	Sánchez Pineda, D. E., & Ramirez Torres, N. L. (2017)	Colombia	google academics	En la investigación se tuvo como objetivo diseñar un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. Se aplico una metodología pre experimental. Los autores concluyeron que al aplicar el modelo de programación lineal llegaron a la conclusión que es muy beneficiosos para así poder sacarle el máximo provecho al costo beneficio a esta industria que representa el 63.4% de la producción frutícola en el país.
Relación teoría-práctica para la investigación de operaciones: caso práctico en modelos de programación lineal.	artículo	Cevallos, T. L., Guijarro, R. A., & Torres, V. I. (2016)	Ecuador	EBSCOhost	Los autores en su estudio de caso práctico de la programación línea tuvieron como objetivo ver la forma más óptima de la disposición de los profesores de una universidad. En la investigación se realizó una metodología descriptiva, llegaron a concluir que aplicando esta metodología de la investigación de las operaciones se puede tomar una decisión óptima.
La Programación Lineal Aplicación De La Pequeñas Y Medianas Empresas.	artículo	Boirivant, J. A. (2010)	Costa Rica	EBSCOhost	La investigación tuvo como objetivo ver si la programación lineal aporta a la pequeña y la mediana empresas. Se aplicó una metodología descriptiva, El autor concluyo que la “aplicación de la programación lineal como método matemático logra aportar información para la toma de decisiones en la gestión de las PYMES.

Programación Lineal e Ingeniería Industrial: una Aproximación al Estado del Arte.	artículo	Guédez Fernández, Carmen (2011)	Venezuela	redalyc	La investigación realizada tuvo como metodología de investigación descriptiva. Finalmente, el autor en su trabajo de investigación concluyo que “el modelo matemático de la programación lineal muestra la potencialidad de las técnicas para resolver problemas del ámbito del ingeniero industrial.
El sector inmobiliario y las crisis económicas.	artículo	Daher, Antonio (2013)	Chile	redalyc	El autor nos dice que la creciente urbanización de la economía y la doble concentración económica y territorial de los sectores inmobiliarios y financieros en las metrópolis, fundamentan la relación entre los ciclos inmobiliarios y las crisis económicas detonadas por sus burbujas.
Predicción del fracaso empresarial en los sectores de construcción e inmobiliario: Modelos generales versus específicos.	artículo	Giner, B., & Gill de Albornoz, B (2010)	España	google academics	Para los autores uno de los factores importantes a la hora de ver la supervivencia de las empresas constructoras en el mercado es sin dudad ver los costes, es decir reducir lo innecesario en ese sentido “utilizar un modelo de programación lineal estimado inicialmente para sectores industriales podría ser adecuado para empresas constructoras.
Importancia del crecimiento del sector construcción en la economía y sociedad peruana.	artículo	Vargas García, A., Castro Montenegro, V., & Bautista Flores, E. (2014)	Perú	google academics	En la investigación se detalla que en el año 2011 se proyecta que el sector construcción a nivel nacional registre un crecimiento anual de 8.3%, impulsado por el buen desempeño de la inversión privada, la cual crecería a una tasa estimada de 11.8%, mientras que la inversión pública avanzaría ligeramente en 3.4% ante el menor presupuesto para obras de infraestructura. En tal sentido los autores manifiestan que el aplicar herramientas o métodos que ayuden a mejorar la eficiencia en la construcción, ayudaría mucho para estar alineados con el crecimiento en el sector construcción.
Impacto de la programación lineal con el uso de solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la mina lagunas Norte, la libertad, 2017.	tesis	Campos, M. y Ricra, R. (2017)	Perú	google academics	La investigación tuvo como objetivo determinar el Impacto de la programación lineal con el uso de solver en la optimización de las operaciones de carguío- acarreo de mineral en la mina lagunas norte, la libertad, 2017. La investigación aplico una metodología de investigación descriptiva y exploratoria. En el estudio se usó la herramienta solver, logrando así, obtener significativas mejoras y ahorros operativos del orden de \$18,533.00 en los procesos de carguío-acarreo de mineral de la mina Lagunas Norte, lo cual constituye 12,35 % del costo del proceso.
Técnicas para lograr el óptimo de la característica de generación de una central hidroeléctrica con variación de velocidad.	tesis	Cardenas, f. (2010)	Perú	google academics	En el estudio se tuvo como objetivo encontrar técnicas para lograr el óptimo de la característica de generación de una central hidroeléctrica con variación de velocidad. La metodología de investigación aplicada fue descriptiva. Finalmente se obtuvieron técnicas con programación lineal que ayudaron a encontrar el óptimo beneficio en la central hidroeléctrica con variación de velocidad.
Aplicación de la programación lineal para maximizar la eficiencia en hornos de recalentamiento, empresa siderúrgica del Perú s.a.c. Chimbote, 2018.	tesis	Quispe, A. y Sanchez, P. (2018)	Perú	google academics	Los autores realizaron una investigación aplicada y de tipo Pre-experimental, basado en la teoría de la programación lineal, para ello, se usó la herramienta solver con el fin de encontrar la función objetivo. Logrando disminuir el consumo energético de 374 Kwh/t. a 357 Kwh/t. en donde se interpreta que disminuyó del consumo de gas natural. Como resultado de la eficiencia económica se logró incrementar en una ratio de 1,27 a 1,45 la cual se interpreta que, por cada dólar de inversión, se obtuvo una ganancia de 0,45 centavos de dólar.

Programación lineal para optimizar separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado. Corporación hayduk s.a. Coishco, 2018	tesis	Silva, M. y Zevallos, A. (2018)	Perú	google academics	La investigación tiene como objetivo optimizar la separación de la grasa en el proceso de fabricación de harina de pescado, mediante el uso de la programación lineal en Corporación Hayduk S.A Coishco. El desarrollo la investigación con una metodología pre experimental. Se logró aumentar la separación de sólidos y utilidades la cual conduce una nueva programación de operación
Diseño e implementación de un modelo de programación lineal para optimizar la asignación presupuestal en el proyecto especial de infraestructura PROVIAS DESCENTRALIZADO – MTC.	tesis	Villarroel, F. (2012)	Perú	google academics	En la investigación se tuvo como objetivo determinar el efecto que tiene al aplicar programación lineal para optimizar la asignación presupuestal en el proyecto especial de infraestructura PROVIAS DESCENTRALIZADO – MTC. El autor aplico una metodología de investigación cuasi experimental. Así mismo, el autor concluyo que la implementación de un modelo de programación lineal optimiza la asignación presupuestal.
Modelo De Programación Lineal Multiobjetivo Para La Logística Inversa Del Sector Plástico De Polipropileno.	tesis	Vélez, J. (2012)	Colombia	google academics	La investigación tuvo como objetivo Diseñar la estructura general del modelo de programación lineal multiobjetivo para el proceso de logística inversa en el sector plástico de polipropileno, identificando las funciones objetivas y las restricciones que las gobiernan. En el estudio se aplicó una metodología descriptiva. Se llegó a demostrar la utilidad “Modelo de Programación Lineal Multiobjetivo para la Logística Inversa del Sector Plástico de Polipropileno” propuesto en este trabajo.
Planeación de la producción aplicando modelos de programación lineal y teoría de restricciones para una industria del sector metalmecánico.	tesis	Castañeda, J. (2013)	Colombia	google academics	El autor realizo un estudio y tuvo como objetivo poder mejorar la planeación de la producción mediante la programación lineal. La metodología aplicada en esta investigación descriptiva. Finalmente llegaron a obtener los siguientes resultados se maximiza la utilidad de la organización, se produciría un 80% de los pedidos en tiempo normal, un 8% en tiempo extra y un 12 % subcontratando.
Procedimiento fundamento en la programación lineal para la selección de alternativas en proyectos de naturaleza compleja y con objetivos múltiples.	tesis	Nolberto, M. (2011)	España	google academics	La investigación tuvo como objetivo principal proponer un nuevo procedimiento, basado en una adaptación de la PL para facilitar la toma de decisiones en problemas complejos, así mismo. La metodología de investigación empleada descriptiva. Se llegó a concluir que la PL con al agregado de Simus, puede usarse como un método más para la toma de decisiones y especialmente para resolver problemas de naturaleza complejidad.
Optimización de corte de varillas de acero de construcción.	Tesis	Ochoa, G. (2014)	Ecuador	google academics	El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo utilizar herramientas de modelación matemática para la optimización de corte de varillas de acero de construcción. El autor aplico una metodología de investigación descriptiva exploratoria. La herramienta informática diseñada denominada LCO permitió ajustar al modelo de optimización de corte de varillas de construcción a diversos casos lo cual ayudará a determinar el tipo de varilla de longitud estándar que se tendrá que adquirir, así como indicar los esquemas o patrones de corte óptimos para cortar las barras.
Modelo de gestión optima multiobjetivo para la cuenca del río kwanza.	Tesis	Kiombo, J. (2012)	España	google academics	La investigación tuvo como objetivo determinar un modelo de gestión óptima multiobjetivo para la cuenca del río kwanza. El autor aplico una metodología de investigación descriptiva. Como conclusión de la investigación, se determinó el

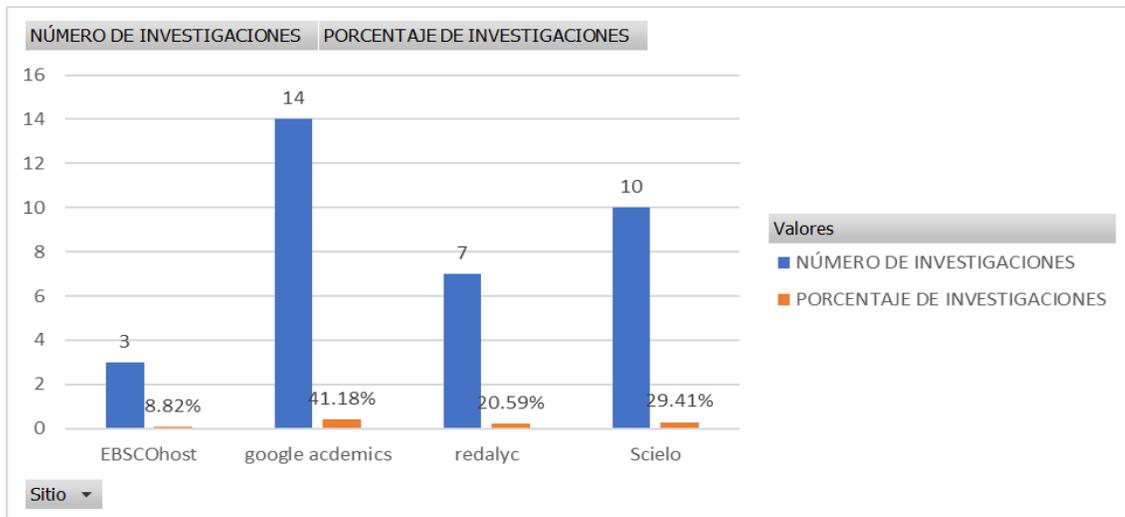
modelo de función objetivo que ayudo en la cuenca del rio kwanza.

Modelo de transporte para la distribución de cacao en México	artículo	Rivera López, S, Gutierrez Hernandez, M, & Pérez Soto, F. (2019)	México	Scielo	El objetivo del presente trabajo de investigación fue formular un modelo de transporte que optimice la distribución del cacao en México minimizando el costo del transporte. El autor aplico una metodología descriptiva.
Programación Lineal aplicada al despacho de carga en Paraguay	artículo	Barboza, O, Mendoza, J. y Fariña, R. (2019)	Paraguay	Scielo	El objetivo principal de esta investigación fue encontrar la función objetivo para el despacho de carga de las centrales de generación de energía eléctrica. En la investigación se usó una metodología descriptiva. Se concluyó que la Programación Lineal Entera Mixta se manifestó como una eficaz herramienta para capturar las particularidades de las diversas modalidades de suministro de las centrales de generación.
Modelado matemático para la selección optima de instalaciones energéticas y su esquema de solución	artículo	Ribeiro Muhogo, V, Arzola Ruiz, J, Garcia Marreco, L, y Oliva Merencio, D.	Cuba	Scielo	El objetivo del trabajo consistió en seleccionar el equipamiento requerido, entre los disponibles, para satisfacer la demanda energética de un territorio y sus zonas, esto permitió optimizar un compromiso entre los costos de inversión, operación y las emisiones contaminantes a la atmósfera. Los autores usaron una metodología pre-experimental, asi mismo, concluyeron que los problemas de selección óptima del equipamiento energético en regiones aisladas pueden ser solucionados mediante los métodos empleados.
Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos	artículo	Arango Marín, J, Rosero Otero, S, & Montoya Arias, M. (2020)	Colombia	redalyc	La presente investigación tuvo como objetivo determinar la secuenciación de tareas en la que se requiere determinar la semana inicial del programa de mantenimiento para cada una de las actividades en las máquinas.
Optimización de la producción de recursos para el aprendizaje electrónico a través de herramientas matemáticas	artículo	Quintero León, M, Torres Alonso, A, Pérez Hernández, B, Zaldivar M y Viscay Villafranca D. (2020)	Cuba	redalyc	El trabajo tuvo como objetivo la aplicación de los métodos de optimización (programación lineal) para la selección científicamente argumentada de la variante de plan de producción de cursos para la Plataforma Moodle. Como resultado principal el trabajo aporta, a partir de la formulación teórico general del modelo de programación lineal, la formulación teórico específico para este tipo de aplicación en la planificación Institucional y su validación práctica en el caso de estudio.
Análisis prospectivo de la base alimentaria en una lechería tropical con programación lineal	artículo	Herrera J, García A, y Suárez J. (2014)	Cuba	redalyc	El objetivo de la investigación fue analizar prospectivamente la base alimentaria de una lechería tropical, por medio de un modelo de optimización. Concluyeron que la técnica matemática de programación lineal resultó una herramienta útil para el análisis prospectivo de la base alimentaria en una lechería tropical, con un enfoque de optimización.

Optimización en la producción de surtidos de helados Alondra	artículo	Bofill Pérez, M, García Noa, E, y Sariego Yanet, T. (2019)	Cuba	Scielo	el trabajo de investigación tiene como objetivo establecer un procedimiento de cálculo de la distribución óptima es surtido de helados, dirigida al uso racional de materias primas y garantizando la demanda mensual de sabores.
Optimización del plan de producción. Estudio de caso carpintería de aluminio.	artículo	López Calvar, G, Castro Perdomo, N, y Guerra O. (2017)	Ecuador	Scielo	El presente trabajo tiene como objetivo la aplicación de los métodos de optimización (programación lineal) para la selección científicamente argumentada de la variante de plan de producción (presupuesto de producción en unidades físicas) de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

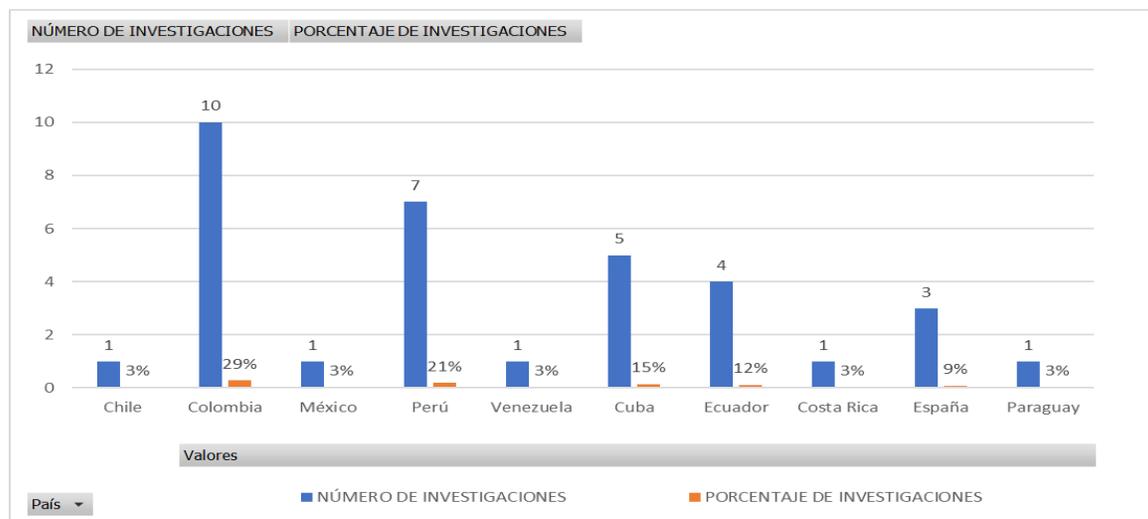
Figura 1. *Investigaciones seleccionadas según base de datos*



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 01 se muestra la cantidad de artículos científicos por base de datos, del total de documentos es decir 34 que representa el 100%, se aprecia que en Google académico se encontraron más publicaciones como 14 (41.18%), seguido por la revista Scielo con 10 (29.41%) publicaciones, Redalyc con 07 (20.59%) publicaciones y EBSCO se obtuvo 03 publicaciones (8.82%).

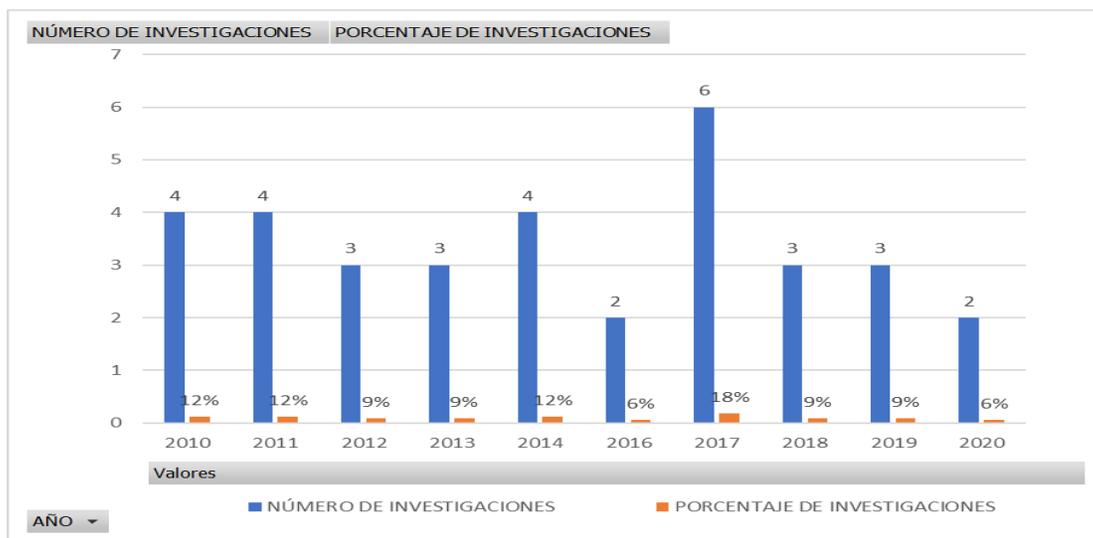
Figura 2: *Tipos de investigación seleccionadas y evaluadas por país*



Fuente: Elaboración propia

La Figura Nro. 02 nos muestra el país de origen de las investigaciones, muestra que Colombia es el país con más producción de artículos científicos del tema de investigación (10), seguido Perú (07), Cuba (05) y Ecuador con (04), los países que menos publicaciones alineados al tema de investigación tienen fueron España, Chile, Costa Rica, Paraguay, México y Venezuela. Así mismo, Se tomaron en cuenta las investigaciones que estuvieron dentro del periodo de los años 2010 al 2020.

Figura 3: *Investigaciones seleccionadas y evaluadas por año*



Fuente: Elaboración propia

En la Figura Nro. 03 se muestra, la cantidad de artículos científicos publicados por año, donde se denota el decreciente interés del tema de investigación abordado comparando los años 2017 y 2018, siendo el año 2017 con mayor número de publicaciones (06), seguido del año 2010, 2011 y 2014 (4) publicaciones. Este decreciente interés se refleja también entre los años 2010 a 2016.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIONES

El presente estudio de revisión sistemática, trata sobre el Impacto de la Programación Lineal en la Construcción de Apartamentos en Empresas Inmobiliarias, analizando la literatura científica de las bases de datos Alicia Concytec, Google Académico, Scielo, Ebsco y Redalyc, así mismo se realizó una búsqueda en un rango de tiempo de 10 años; donde se recopiló investigaciones entre el año 2010 al 2020, se seleccionaron 34 investigaciones; los cuales presentan resultados de Programación Lineal.

De lo mencionado se tiene que el 67.65% son de documentos de tipo de estudio descriptivo, donde muestra que Colombia es el país con más producción de artículos científicos del tema de investigación (10), seguido Perú (07) y Cuba con (05).

Así mismo, del análisis de los documentos en el presente trabajo de investigación, se evidenció que el 71% de artículos científicos demuestran el impacto positivo de la programación lineal en las empresas, donde los investigadores argumentan la utilidad y el beneficio de la programación lineal.

Los resultados del análisis, han permitido conocer la similitud y relación que sostiene la investigación, según el estudio realizado por **Cabanilla (2016)**, sostiene que la importancia de la programación lineal, es decir, posee muchos beneficios que podrían ser de apoyo para las diferentes actividades en el campo empresarial, por ende, indica que es

un proceso sistemático que le permite a la organización planificar y asignar de manera óptima sus recursos como una herramienta de control, conjuntamente con **Delgado y Toro (2010)**, que implementaron un modelo de programación lineal, con el objetivo de determinar decisiones optimas de aprovisionamiento de materiales mediante un software que hizo los cálculos para así tomar las decisiones correspondientes beneficiando a las empresa, también a ello concuerda **Herrera J, García A, y Suárez J. (2014)** manifiesta que la técnica matemática de programación lineal resultó una herramienta útil para el análisis prospectivo de cualquier problema, con un enfoque de optimización. De forma similar **Caballero y Grossman (2007)**; y **Bermúdez (2011)**, plantean una adaptación de la clasificación de los problemas de optimización, la cual refleja que las variables discretas o continuas llevan a problemas de programación lineal.

El contraste que se observa entre autores, es el uso de programas o software, cabe decir que el software incorpora marcos que dependen de algoritmos de programación lineal, además de las variaciones de otros métodos matemáticos, se combinan para resolver rápida y eficientemente los problemas de optimización en la aplicación de la programación lineal puesto que algunos adoptan el enfoque tradicional del solucionador de **Excel-Solver**, mientras que otros utilizan tácticas de modelado para desentrañar problemas complejos de programación lineal como **Lingo, Lindo** y en la actualidad existe nuevos programas que reforzaría la presente investigación como **Visual MAT, Gams, Cplex**.

Finalmente, todos los estudios guardan relación lo cual se basa en el impacto de la programación lineal, bajo en los criterios, proporciona una configuración óptima en la eficiencia que muestra en la distribución de apartamentos, a causa de ello se debe conocer que los modelos de programación lineal aportan mucho más que solo un proceso matemático, permiten a la organización pasar de ser eficaces a ser eficientes, dado que estos modelos hacen énfasis en la maximización de beneficios o minimización de costos a raíz de que mejoran el sistema de la utilización de sus recursos, aumentando el nivel de beneficio de los mismos, que puede llegar a convertirse en una ventaja competitiva, y permita asegurar la supervivencia de la organización en mercados donde existan competidores agresivos.

CONCLUSIONES

Como resultado de la revisión sistemática, la respuesta al objetivo y pregunta de la investigación, un modelo de Programación lineal, tiene un impacto positivo en la construcción de apartamentos, ya que maximiza la productividad y minimiza recurso, es decir, los autores demuestran la utilidad de la programación lineal, en la programación de la producción y de los requerimientos de materiales, balance de líneas, programación de transporte, localización de facilidades, programación de horarios y selección, especialmente en programación de proyectos de infraestructura, como es el tema de la presente investigación.

Se determinó, el efecto que produce un modelo de programación lineal en maximizar la eficiencia de construcción de apartamentos, a través del análisis de los 34 artículos científicos se puede apreciar que el 65% de las investigaciones fueron de metodología descriptiva, plasmados en artículos científicos 55%, sumado a esto se concluye que para maximizar la eficiencia de la construcción de apartamentos, se viene aplicando Modelos de Programación Lineal, que apoyan las diferentes actividades en el campo empresarial, como el sector de construcción. Sin embargo, el aporte de un proceso sistemático le permitirá a la organización planificar y asignar de manera correcta sus recursos como una herramienta de control.

REFERENCIAS

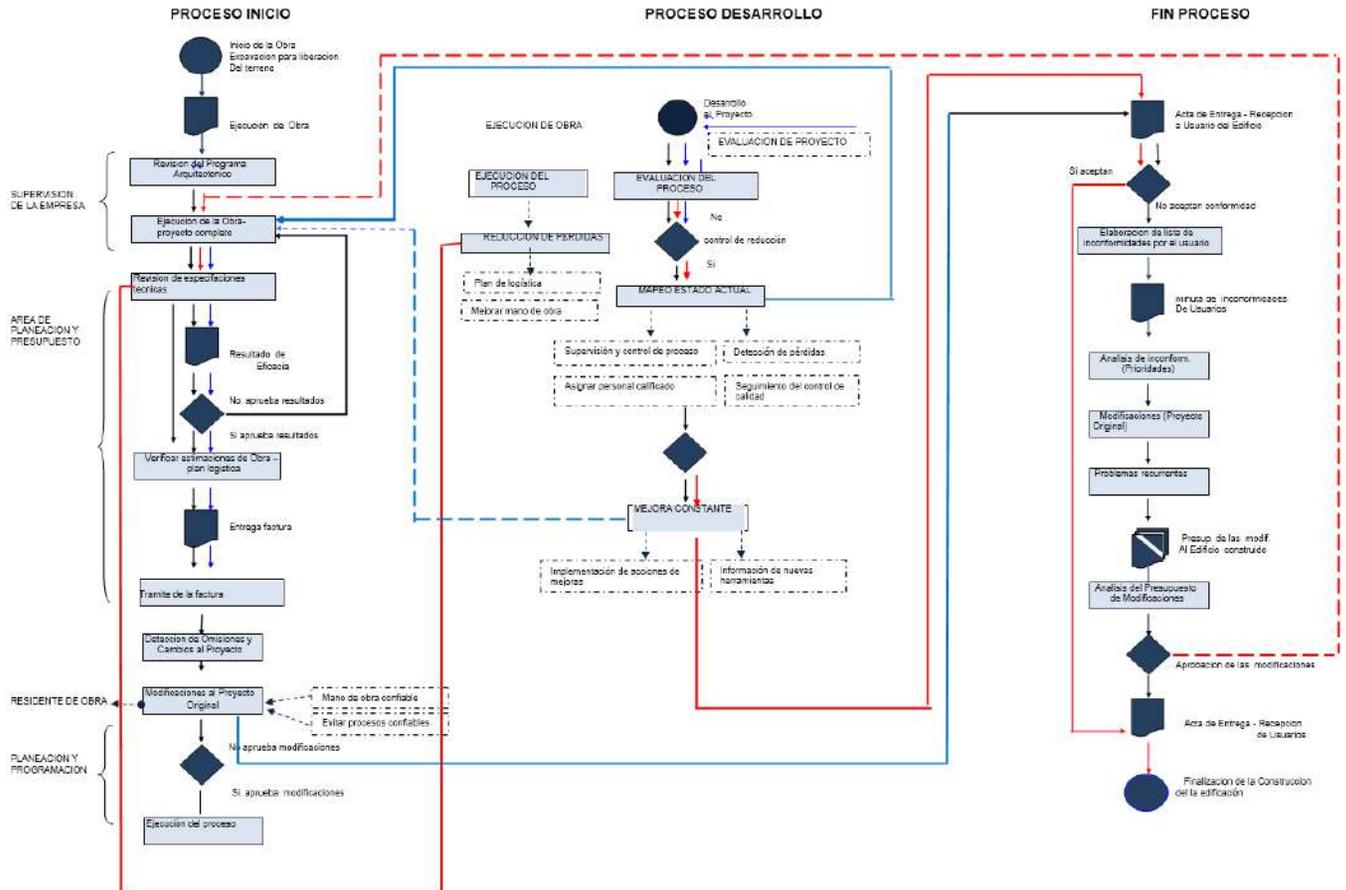
- Acuña Parada, S., Madiedo Bautista, E., & Ortiz Pimiento, N. (2013). MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL BINARIA PARA EL BALANCE De carga de trabajo en el problema de asignación de proyectos. *Ing. Univ.* 17(1), 167-181.
- Albornoz Noguera, B., & Giner Inchausti, B. (2010). PREDICCIÓN DEL FRACASO EMPRESARIAL EN LOS SECTORES DE CONSTRUCCIÓN E INMOBILIARIO. *MODELOS GENERALES VERSUS ESPECÍFICOS*, , 118-131.
- Alvarado Boirivant, J. (2010). LA PROGRAMACIÓN LINEAL APLICACIÓN DE LA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS. *REFLEXIONES*, 88(1), 89-105.
- Bermúdez Colina, Y. (2011). APLICACIONES DE PROGRAMACIÓN LINEAL, ENTERA Y MIXTA . *ACTUALIDAD Y NUEVAS TENDENCIAS*, 2(7), 85-104.
- Blanco Murillo, M., Muñoz Peña, F., & Palacio León, Ó. (2015,). OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIO DE PROYECTOS A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y EL CAPM. *CIENCIAS ESTRATÉGICAS*, 25(37), 71-98.
- Cabanilla García, D. (2016). MODELO MATEMÁTICO DE PROGRAMACIÓN LINEAL QUE NOS PERMITA DETERMINAR UNA OPERACIÓN ÓPTIMA PARA OBTENER EL MAYOR BENEFICIO POSIBLE. *UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS EMPRESARIALES*, 1-22.
- Campos Vásquez, M., & Ricra Quispe, R. (2018). "IMPACTO DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL CON EL USO DE SOLVER EN LA OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE CARGUÍO-ACARREO DE MINERAL EN LA MINA LAGUNAS NORTE, LA LIBERTAD, 2017. (*Tesis pregrado*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Cañas Castañeda, J. (2013). PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN APLICANDO MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA UNA INDUSTRIA DEL SECTOR METALMECÁNICO. (*Tesis pregrado*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Cardenas Rojas, F. (2010). TECNICAS PARA LOGRAR EL OPTIMO DE LA CARACTERISTICA DE GENERACION DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA CON VARIACION DE VELOCIDAD. (*Tesis Pregrado*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

- Cevallos Torres, ., Guijarro Rodríguez, A., & Torres Villegas, I. (2016). RELACIÓN TEORÍA-PRÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES: CASO PRÁCTICO EN MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL. *Didáctica y Educación*, 7(1), 29-40.
- Cevallos Torres, L., Guijarro Rodríguez, A., & Torres Villegas, I. (2016). RELACIÓN TEORÍA-PRÁCTICA PARA LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES: CASO PRÁCTICO EN MODELOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL. *Didáctica y Educación*, 7(1), 29-40.
- Cruelles Ruiz, J. (2013). *PRODUCTIVIDAD E INCENTIVOS: CÓMO HCER QUE LOS TIEMPOS DE FABRICACIÓN SE CUMPLAN*. MÉXICO: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR.
- Daher, A. (2013). EL SECTOR INMOBILIARIO Y LAS CRISIS ECONÓMICAS. *EURE*, 39(118), 47-76.
- De la Hoz, E., Vélez, J., & López, L. (2017). MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL MULTIOBJETIVO PARA LA LOGÍSTICA INVERSA EN EL SECTOR PLÁSTICO DE POLIPROPILENO. *INFORMACIÓN TECNOLÓGICA*, 28(5), 31-36.
- Delgado Hidalgo, L., & Toro Díaz, H. H. (2010). APLICACIÓN DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE UN SISTENA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) DE DOS ESCALONES CON RESTRICCIONES DE CAPACIDAD. *INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN*, 30(1) , 168-173.
- Guédez Fernández, C. (2011). PROGRAMACIÓN LINEAL E INGENIERÍA INDUSTRIAL: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE. *ACTUALIDAD Y NUEVAS TENDENCIAS*, 2(6), 61-78.
- Guerrero Salas, H. (2017). *PROGRAMACIÓN LINEAL APLICADA*. BOGOTA: ECOE EDICIONES.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. México D.F.: McGrawHill.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*. MÉXICO: MCGRAWHILL.
- Kiombo , J. (2012). MODELO DE GESTIÓN OPTIMA MULTIOBJETIVO PARA. (*Tesis Postgrado*). Universidad Rey Juan Carlos, Fuenlabrada.
- Marrero de León, N., & Bosch Fuentes, A. (2013). Diseño óptimo de depósitos reguladores utilizando programación lineal. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*, 35(1), 116-128.

- Munier, N. (2011). PROCEDIMIENTO FUNDAMENTADO EN LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS EN PROYECTOS DE NATURALEZA COMPLEJA Y CON OBJETIVOS MÚLTIPLES. (*Tesis postgrado*). Universitat Politècnica de València, Valencia.
- Ochoa Reiban, G. I. (2014). OPTIMIZACIÓN DE CORTE DE VARILLAS DE ACERO DE. (*Tesis pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Quispe Saavedra, A., & Sanchez Chauca, P. (2018). APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA EFICIENCIA EN HORNOS DE RECALENTAMIENTO, EMPRESA SIDERÚRGICA DEL PERÚ S.A.A. CHIMBOTE, 2018. (*Tesis pregrado*). Universidad Cesar Vallejo.
- Sánchez Pineda, D., & Ramírez Torres, N. (2017). Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. *Investigación Científica y Tecnológica*, 8(1), 7-11.
- Silva Melgarejo, M., & Zevallos Diaz, A. (2019). PROGRAMACIÓN LINEAL PARA OPTIMIZAR SEPARACIÓN DE GRASAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO. CORPORACIÓN HAYDUK S.A. COISHCO, 2018. (*Tesis pregrado*). Universidad Cesar Vallejo, Chimbote.
- Vargas Garcia, A., Castro Montenegro, V., & Bautista Flores, E. (2014). IMPORTANCIA DEL CRECIMIENTO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN LA ECONOMÍA Y SOCIEDAD PERUANA. *Gestión En El Tercer Milenio*, 14(28), 25-32.
- Vélez Hoyos, J. E. (2014). MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL MULTIOBJETIVO PARA LA LOGÍSTICA INVERSA DEL SECTOR PLÁSTICO DE POLIPROPILENO. (*Tesis postgrado*). Universidad Tecnológica De Bolivar, Cartagena de Indias.
- Villarroel Figueroa, J. (2012). Diseño e implementación de un modelo de programación lineal para optimizar la asignación presupuestal en el proyecto especial de infraestructura PROVIAS DESCENTRALIZADO – MTC. (*Tesis pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.

ANEXOS

Figura 4: *diagrama de flujo del proceso constructivo*



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Programación lineal- método simplex

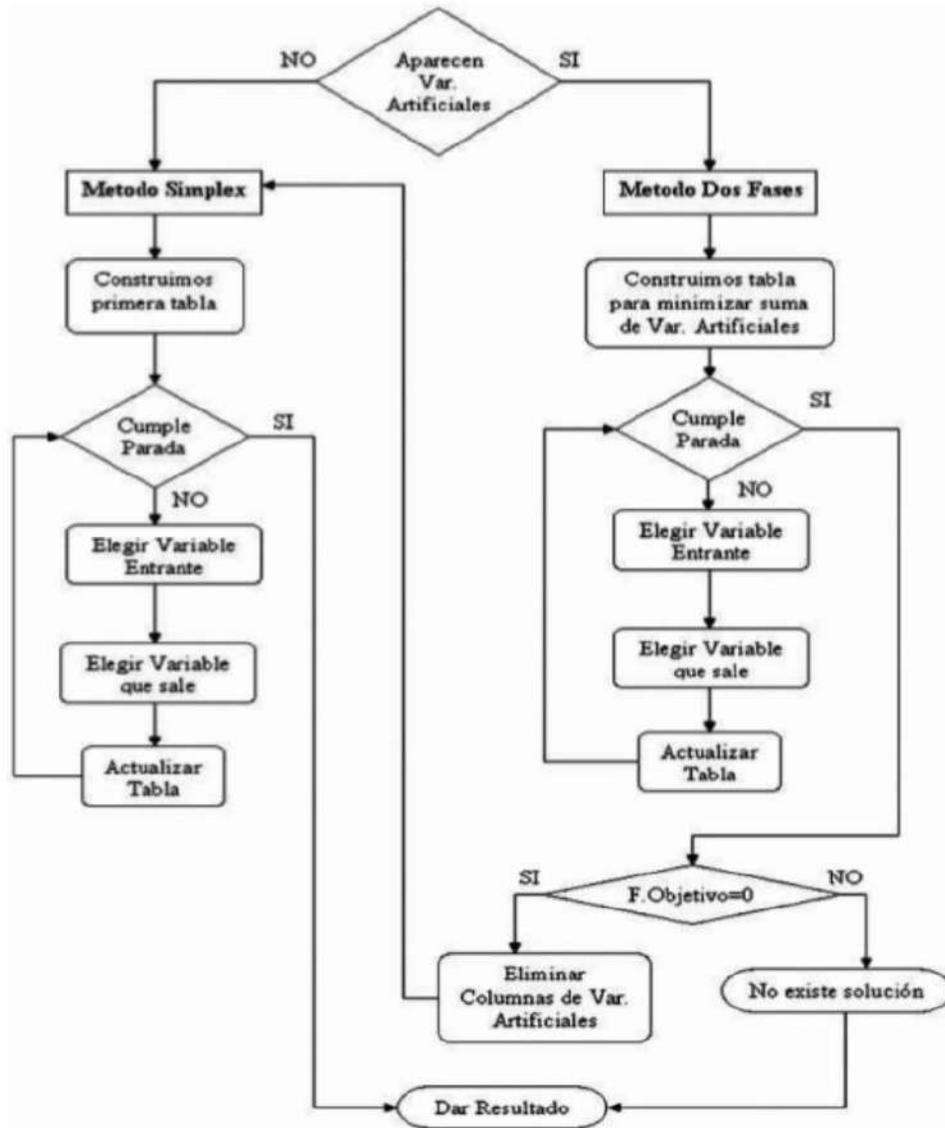


Figura 6: *Uso de Solver en Excel - Programación lineal*

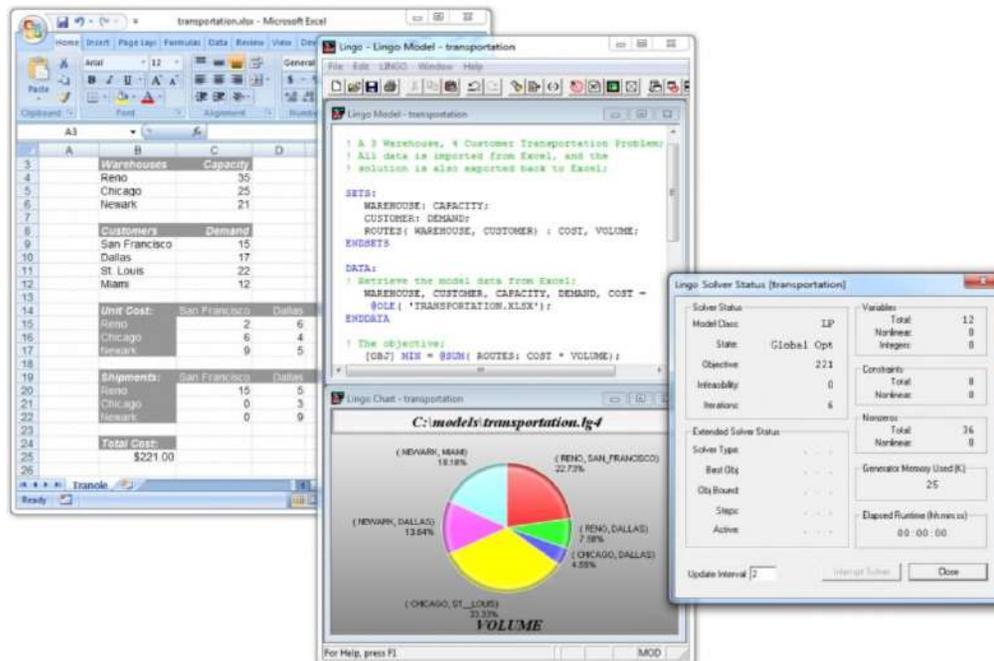
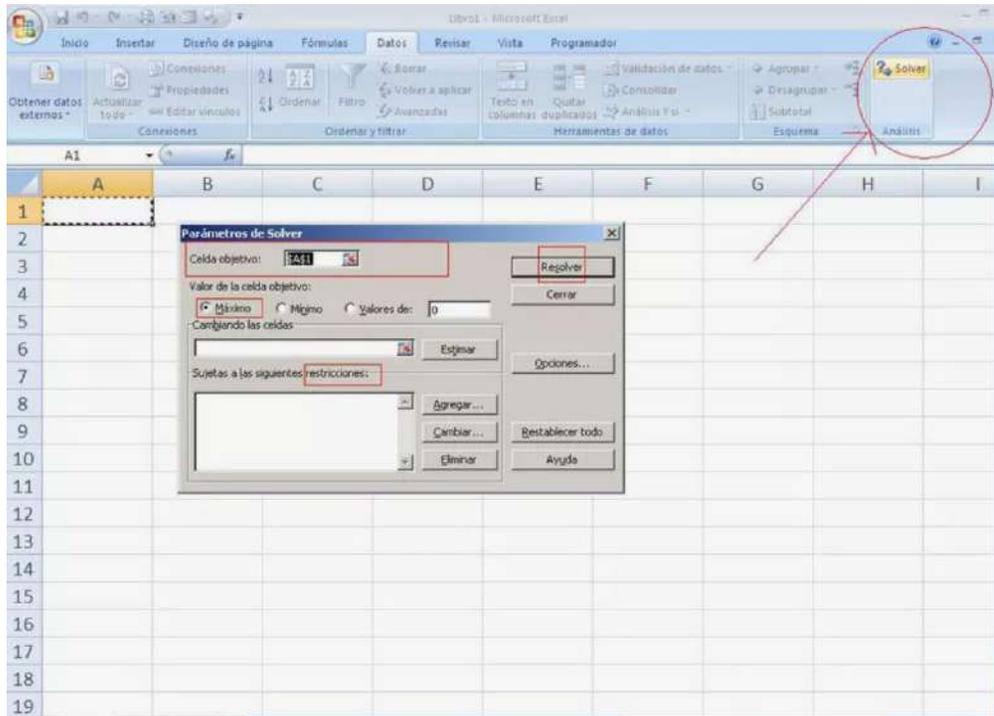


Figura 7: Programa Lingo en PL

