



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN MODELO DE
PROGRAMACIÓN PARA
OPTIMIZAR LOS
RECURSOS EN EL
DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES LÍQUIDO EN
LA EMPRESA VOPAK
VENEZUELA S.A.**

Autor: Martínez, Jennifer
C.I: 26.231.596

Urb. Yuma II, calle N° 3, San Diego, Edo Carabobo
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN PARA OPTIMIZAR LOS
RECURSOS EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES LIQUIDO EN
LA EMPRESA VOPAK VENEZUELA S.A.**

Empresa: Vopak Venezuela, S.A.

Autora: Jennifer Martínez

CI: 26.231.596

Tutor: Ing. José Manuel Sánchez

San Diego, agosto del 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-SE-I-011-2018-3

Valencia, 10 de Julio de 2018.

Ciudadana:
Jennifer Martínez
C.I: 26.231.596
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2018 de fecha 10/07/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES LIQUIDO EN LA EMPRESA VOPAK VENEZUELA S.A.** Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. José Sánchez, C.I. 12.040.726 como Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Se ratifica la designación del Ing. José Sánchez, C.I. 12.040.726 como Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

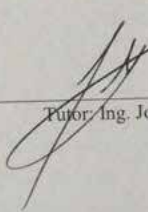
ZS/IV



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

DISEÑO DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN PARA OPTIMIZAR LOS
RECURSOS EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES LIQUIDO EN LA
EMPRESA VOPAK VENEZUELA S.A.


Tutor: Ing. José Manuel Sánchez

12040726

Autora: Jennifer Martínez
CI: 26.231.596

San Diego, septiembre del 2018

DEDICATORIA

A mi mamá, porque la amo.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por haberme apoyado durante el desarrollo de mi carrera.

A mis amigos por abrirme las puertas de sus casas y ayudarme cuando más lo necesité.

A mi tutor José Manuel Sánchez por tenerme paciencia y guiarme durante el desarrollo de esta tesis de grado. Por recomendarme en Vopak Venezuela S.A, por aconsejarme en el ámbito profesional, por preocuparse por mí. Muchas gracias.

A mis jurados: Oswaldo Rodríguez y Mayra Farías, por todo lo que han hecho por mí, de verdad, gracias.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp
ÍNDICE DE GRÁFICO	ix
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
ÍNDICE DE CUADRO.....	x
ÍNDICE DE TABLA.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación.....	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Modelación matemática.....	12
2.2.2 El arte del modelado.....	14
2.2.3 Fases para la modelación matemática.....	15
2.2.4 Tipos de modelos de investigación de operaciones.....	17
2.2.5 Clasificación de los modelos matemáticos.....	17
2.2.6 Técnicas de solución de Investigación de operaciones..	19
2.2.7 Componentes de un modelo matemático.....	20
2.2.8 Solución Factible.....	20
2.2.9 Gestión y modelado de los procesos de negocio.....	21
2.2.10 Modelado de procesos de negocio.....	21
2.2.11 Business process management notation.....	22
2.2.12 Business process management.....	24
2.2.13 Modelado de proceso de negocio de Vopak Venezuela s.a.....	25

2.2.14	Descripción del proceso de negocio.....	25
2.2.14.1	Operación de despacho de cisterna.....	26
2.2.14.2	Operación de descarga de buques.....	28
2.2.14.3	Operaciones en el muelle.....	30
2.2.14.4	Operación de transferencia de tanques.....	30
2.2.14.5	Operaciones de control de llenado y nivel del tanque.....	30
2.2.14.6	Desconectar mangueras.....	30
2.3	Definición de términos.....	31

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Naturaleza de la investigación.....	33
3.2	Diseño de la investigación.....	33
3.3	Nivel de la investigación.....	34
3.4	Población y muestra.....	34
3.4.1	Población.....	34
3.4.2	Muestra.....	34
3.5	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5.1	Observación directa.....	37
3.5.2	Entrevista informal o no estructurada.....	37
3.5.3	Revisión documental.....	37
3.5.4	Revisión Bibliográfica.....	37
3.6	Fases de la Investigación.....	38

IV RESULTADOS

4.1	Diagnosticar la situación actual del modelo de negocio en la empresa Vopak Venezuela S.A.....	39
4.1.1	Modelado de proceso de negocio.....	39
4.1.2	Proceso de validación.....	44
4.1.3	Análisis de datos recopilados.....	45
4.1.3.1	Cumplimiento de procedimientos.....	44
4.1.3.2	Tiempo de ejecución.....	46
4.1.4	Modelado visual.....	47
4.2	Definir el modelo de programación para optimizar los recursos	47
4.2.1	Modelo para actividades a ejecutar antes del atraque de buque.....	47
4.2.1.1	Definición de variables.....	47
4.2.1.2	Restricciones.....	47
4.2.1.3	Función objeto.....	49
4.2.2	Modelo para actividades durante la descarga de buque	49
4.2.2.1	Variables que intervienen durante la descarga de un buque.....	49

4.2.2.2	Función objetivo.....	50
4.2.3	Resultado de los modelos propuestos.....	51
4.2.3.1	Resultados del modelo de programación antes de atraque de buque.	
4.2.3.2	Resultados del modelo de programación durante descarga de buque.....	
4.3	Validar el modelo de programación mediante un análisis de sensibilidad en distintos escenarios.....	
4.4	Evaluar la relación Costo-Beneficio del diseño del modelo ...	

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO		Pp
1	Porcentaje de costos enero – mayo 2018.....	3
2	Secuencia de ejecución de ítems 5, 6, 7 y 8.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pp
1	Proceso de modelación matemática.....	12
2	Niveles de abstracción en el desarrollo de un modelo.....	13
3	Símbolos para representar tareas.....	21
4	Símbolos para representar eventos.....	22
5	Símbolos para representar flujo de información.....	23

6	Símbolos para representar procesos.....	23
7	Ficha técnica de proceso.....	24
8	Diagrama de procesos de atraque de buque y despacho de cisterna Fuente: Vopak Venezuela S.A (2018).....	25
9	Programación de carga y descarga.....	27
10	FP&L Inspección de cisternas.....	28

ÍNDICE DE CUADRO

CUADROS		Pp
1	Business process management antes de atraque de buque.....	40
2	Business process management descarga de buque.....	41
3	Business process management despacho de cisterna.....	42
4	Business process management antes y durante descarga de buque	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS		Pp
1	Ficha de observación para atraque de buque.....	44
2	Check list de validación.....	45
3	Tabulador de tiempos de actividades.....	46
4	Pasos para activar función solver en excel.....	53
5	Pasos para activar función solver en Excel.....	53
6	Restricciones en el complemento solver de Excel.....	54
7	Modelo de programación antes de atraque de buque.....	55
8	Modelo de programación durante atraque de buque.....	55
9	Estudio de sensibilidad.....	55

10	Costo vs beneficio.....	57
----	-------------------------	----



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN PARA OPTIMIZAR LOS
RECURSOS EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES LIQUIDO EN
LA EMPRESA VOPAK VENEZUELA S.A.**

**Autor: Martínez Jennifer
Tutor: Ing. José Manuel Sánchez
Fecha: septiembre 2018**

RESUMEN

En un mundo de negocios globalizado las empresas desean alcanzar un lugar destacado en el desarrollo económico del país, es por esto que necesitan mejorar sus estrategias de negocio para sostenerse a través del tiempo, ser empresas sólidas y confiables en sus procesos. Esto aplica para cualquier tipo de empresa, en especial las que prestan servicio puesto que su éxito radica en la buena gestión de los pocos recursos que manejan para llevar a cabo su misión como organización. Durante los últimos años la empresa Vopak Venezuela, S.A ha dirigido gran cantidad de dinero en gastos operativos dentro de los cuales se encuentran el mantenimiento, reparación de los tanques, alquiler, mano de obra, entre otros. Al transcurrir los meses estas cantidades se ha incrementado de manera desproporcionada por factores que no puede controlar la compañía. En vista de esto Vopak Venezuela ha tomado la iniciativa de controlar estos gastos basándose en cálculos técnicos que determinen con certeza y confiabilidad un modelo de negocio que optimice los recursos anteriormente mencionados. Ante la presente problemática se definió la investigación de tipo factible respaldado con una investigación de documental, un diseño de campo y un nivel descriptivo. Para alcanzar los objetivos propuestos, las técnicas e instrumentos de recolección de datos se basarán en la observación directa, la revisión documental y los instrumentos necesarios para alcanzar los fines establecidos.

Descriptores: Optimización, modelo, estrategia, gastos operativos.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mercado altamente competitivo y complejo, donde solo las empresas que apuestan por la mejora continua y se adaptan a los nuevos escenarios consiguen sobrevivir de forma duradera. Cuando se habla de optimización de recursos, en realidad se están refiriendo a que los medios materiales, técnicos y humanos de los que dispone una empresa en su día a día empresarial reflejen los mejores resultados posibles en un proceso. No se trata de forzarlos o llevarlos a su límite de exigencia; todo lo contrario, optimizar quiere decir que aporten lo que en cada caso les corresponde.

La razón de emprender este proyecto de investigación, radica en optimizar los recursos utilizados en la empresa de servicios Vopak Venezuela S.A, pues bien, durante los últimos meses los costos operativos representan un porcentaje (%) significativo en los estados financieros de la compañía. A inicios de este proyecto se llevó a cabo una reunión entre la alta gerencia, los dueños de los procesos relacionados con la descarga de buques y despachos de cisternas y la autora en donde con ayuda de los manuales, procedimientos e instructivos de trabajo se enlistaron todas las actividades inherentes a las operaciones en el terminal. Luego de esto, la autora realizó una observación directa a todos los procesos objeto de estudio y una entrevista no estructurada a los dueños de los procesos con la finalidad de validar los datos generados en la reunión. Por esta razón, esta investigación este proyecto se enmarca en una investigación de campo. El estudio es de tipo factible ya que se hizo una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar una problemática, mediante un modelo de programación.

En el capítulo I se realiza el planteamiento: ¿De qué manera se podrá optimizar los recursos del departamento de operaciones líquidos?

En el capítulo II se presentan los antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos referentes al tema de la investigación.

En el capítulo III se presentan el tipo de investigación, nivel, diseño, técnicas e instrumentos de recolección de datos y el desarrollo de las fases de la investigación.

En el capítulo IV se presentan los resultados de la investigación, estructurados en fases que comprenden desde el diagnóstico hasta la propuesta y evaluación del modelo planteado.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegó una vez concluida la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

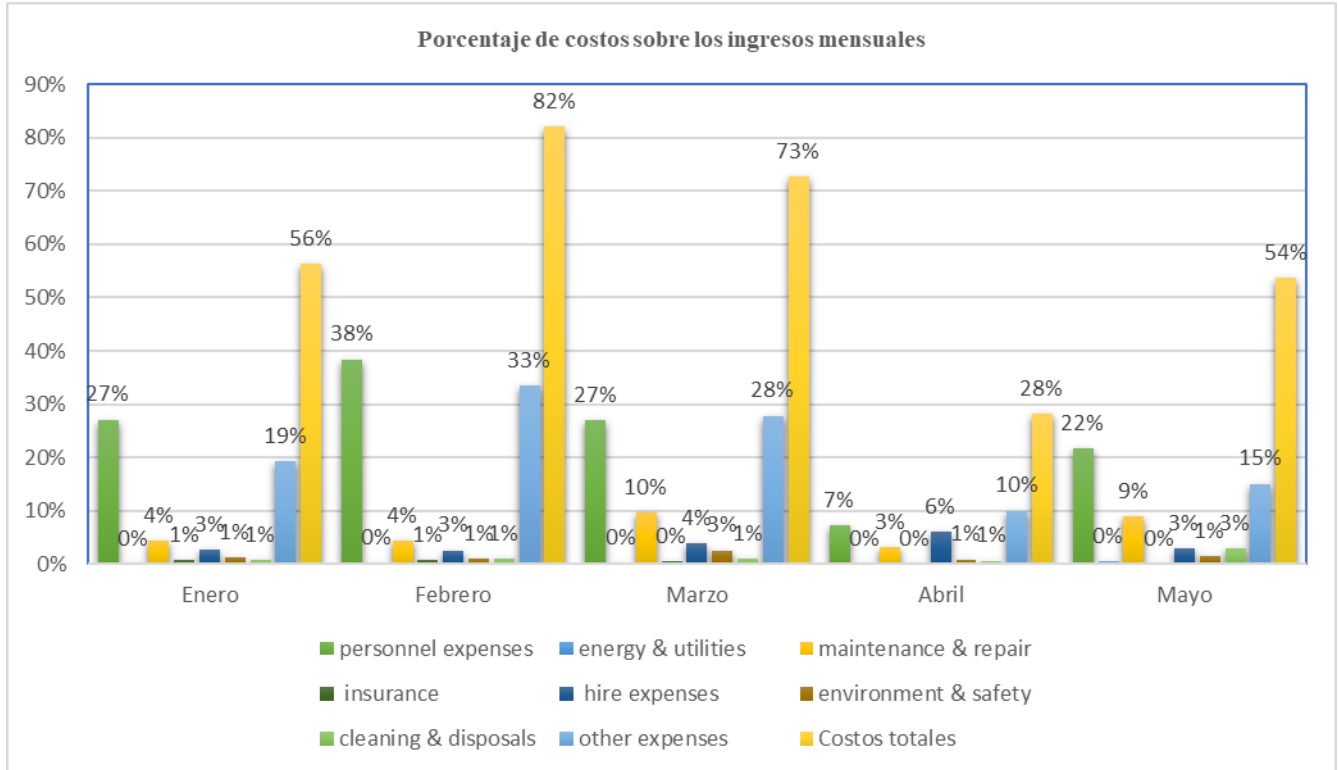
1.1. Planteamiento del Problema.

En un mundo de negocios globalizado las empresas desean alcanzar un lugar destacado en el desarrollo económico del país, es por esto que necesitan mejorar sus estrategias de negocio para sostenerse a través del tiempo, ser empresas sólidas y confiables en sus procesos.

En primera instancia, Vopak Venezuela S.A, es un operador logístico privado e independiente de almacenamiento de productos líquidos y secos a granel que ofrece al mercado mayor garantía, seguridad y eficiencia en la operatividad, la cual se ajusta a los estándares de sus clientes claves. El negocio de esta empresa es descargar productos líquidos de buques, almacenarlos en tanques atmosféricos y despacharlos en carrotanques, para lograr esto Vopak Venezuela S.A, ha tomado como premisa la ubicación estratégica de sus terminales y la vanguardia en la tecnología utilizada, de hecho, son considerados activos importantes por la compañía. Sin embargo, ellos aseguran que sus trabajadores hacen la diferencia, ellos son el recurso vital para mantener sus operaciones de alto estándar basadas en la seguridad y cuidado del medio ambiente.

Durante los últimos meses los estados financieros del terminal reportan altos costos operacionales respecto de los ingresos mensuales. En el grafico 1 refleja el porcentaje de costos operacionales sobre los ingresos mensuales de la empresa, es decir, la porción de los ingresos que fue utilizada para cubrir cada costo.

Gráfico 1. Porcentaje de costos enero – mayo 2018



Fuente :Martínez (2018)

Así mismo, se muestra el porcentaje total de los costos respecto a los ingresos mensuales y además el porcentaje que representan los costos fijos y variables que conforman el costo total. Los picos altos de los costos descansan en *personnel expenses* y *other expenses*, estos costos están referidos a la mano de obra y gastos en auditorias, viáticos de viajes, representantes legales, entre otros respectivamente. En el mes de enero se evidencia que los costos totales representan el 56% de los ingresos, de los cuales el 27% lo tiene la mano de obra. En el mes de febrero ascienden los gastos totales al 82% en donde la mano de obra representa la mayor parte la representan los costos en mano de obra (38%). El mes siguiente el porcentaje de *personnel expenses* baja convirtiéndose en el segundo recurso que conlleva mayores gastos. Sin embargo, la

diferencia entre este recurso y el *other expenses* (recurso de mayor costo del mes) es mínima.

En los meses siguientes mantiene una tendencia similar, en donde la mano de obra es el recurso en el cual la empresa dirige la mayor parte de sus ingresos mensuales. Se concluye que el costo de la mano de obra es el recurso que conlleva mayores gastos en cada mes, por esto será la variable foco del modelo de programación propuesto.

Al comparar mensualmente los costos fácilmente se puede notar el incremento progresivo de los mismos debido al descontrol inflacionario que experimenta el país actualmente y que posiblemente tienda a seguir en un ascenso abrupto. Según la proyección del Fondo Monetario Internacional prevé que Venezuela tenga el mayor índice de inflación entre los mercados emergentes para este año y el siguiente, tras el cierre en 2017 en 1.087,5%, el FMI proyecta que el índice de precios al consumidor en Venezuela para todo el año en curso (2018) será de 13.864,6 % y de 12.874,6 % para el 2019. En vista de esto Vopak Venezuela ha tomado la iniciativa de controlar estos gastos basándose en cálculos técnicos que determinen con certeza y confiabilidad un modelo de negocio que optimice el recurso anteriormente mencionados.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera se podrá optimizar los recursos del departamento de operaciones líquidos?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general:

Diseñar un modelo de programación para optimizar los recursos en el departamento de operaciones líquido de la empresa Vopak Venezuela, S.A con el fin de minimizar los costos en el departamento de operaciones líquidos.

1.3.2 Objetivos específicos:

programación se utiliza para resolver muchos problemas en el mundo de los negocios, pues permite a las empresas identificar resultados deseados para los problemas del negocio, factores en los criterios que pueden afectar los resultados y el cálculo de una solución que maximice o minimice el resultado deseado. La programación también se puede utilizar para encontrar soluciones alternativas a una variedad de problemas de negocios.

La programación matemática es una potente técnica de modelado usada en el proceso de toma de decisiones. Cuando se trata de resolver un problema de este tipo, la primera etapa consiste en identificar las posibles decisiones que pueden tomarse; esto lleva a identificar las variables del problema concreto. Normalmente, las variables son de carácter cuantitativo y se buscan los valores que optimizan el objetivo. La segunda etapa supone determinar qué decisiones resultan admisibles; esto conduce a un conjunto de restricciones que se determinan teniendo presente la naturaleza del problema en cuestión y la tercera etapa, se calcula el coste/beneficio asociado a cada decisión admisible.

1.5 Alcance.

Por deseos de la alta gerencia de Vopak Venezuela, S.A el desarrollo de esta investigación se centra en el área de operaciones líquidos, excluyendo operaciones seco puesto que a nivel global el negocio de la empresa es almacenar líquidos a granel, Vopak Venezuela es el único terminal que almacena secos a granel. Enfocar el trabajo solo a líquidos convierte el modelo en una herramienta que puede aplicarse a cualquier terminal del grupo Royal Vopak Company. A

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El desarrollo del marco referencial conceptual fue realizado buscando antecedentes de tesis de otras universidades sobre problemas similares que ayudaron a obtener una amplia información para la realización de éste mismo, estableciendo las bases teóricas que son de gran importancia para la comprensión del tema, y realizando un glosario de conceptos básicos técnicos para la mejor interpretación del informe.

2.1 Antecedentes

En su trabajo de grado Alarcón, F. (2015) **titulado “Asignación de árbitros para un campeonato de fútbol mediante el uso de programación matemática”**, presentado en la Universidad de Chile para optar por el título de Magíster en gestión de operaciones, este trabajo presenta un modelo matemático en la toma de decisiones respecto a la asignación de árbitros con la finalidad de diseñar un modelo de programación matemática que resuelva el problema de asignación de árbitros para un campeonato de fútbol en menores tiempos que los actuales, que satisfaga todas las restricciones impuestas, haciendo de la asignación un proceso más confiable y centrado, expresa que la asignación que se realizaba con anterioridad era manual, lo que lo convierte en compleja e ineficiente, puesto que deben considerar condiciones geográficas, temporales, de disponibilidad y categoría, entre otras.

Así mismo, estas impiden conseguir asignaciones en plazos reducidos y que cumplan los requerimientos de todos los involucrados, el objetivo general es desarrollar un modelo de programación matemática que resuelva el problema de asignación de árbitros para un campeonato de fútbol en menores tiempos que los actuales, cumpliendo con todas las restricciones que hoy se intentan imponer de forma manual e incorporando otras adicionales, haciendo de la asignación un proceso más ético y



equilibrado y para lograrlo se plantearon dos objetivos específicos , primero el diseño de un modelo de un modelo matemático que resuelva eficientemente, en términos operacionales y de equidad deportiva, el problema de asignación de árbitros a un campeonato de fútbol y segundo construir una herramienta computacional fácil de utilizar, flexible y que permita apoyar a las personas que realizan la tarea de asignación de árbitros mediante presentación de soluciones factibles e idealmente óptimas.

Además, señalan la metodología que utilizaron para resolver el problema: 1) Definición del problema: Se describe a detalle cual es el problema general que enfrentan los encargados de asignar árbitros a partidos de un campeonato estándar, se investigó y luego especificó cuáles son los actuales requerimientos de la realidad actual para la asignación de árbitros. 2) Construcción del modelo: Aquí se planteó un modelo matemático con los objetivos y restricciones identificadas, 3) Resolución del modelo: el autor define los valores de los parámetros del modelo planteado, se resuelve y luego se realiza un análisis de sensibilidad para determinar los parámetros críticos de él 4) la validación del modelo, se estudia la capacidad que posee el modelo para resolver el problema en distintas y alternativas de decisión, se analiza la calidad de la solución y se buscan enfoques alternativos del modelamiento al problema y finalmente la implementación y control del modelo , una vez validado el modelo se diseña una aplicación computacional que permita resolver el modelo en diferentes escenarios. El aporte de este trabajo es la metodología que este utilizó para desarrollar el modelo matemático, especialmente en la manera en como este establece los parámetros del modelo, pues bien, el autor es muy explícito y sencillo en la utilización de la metodología seleccionada para la resolución del problema en cuestión.

Así mismo, Zavala, A. (2015) en su trabajo de grado titulado **“Minimización de los costos de producción en la sección de corte mediante la optimización del uso de los recursos, ecofroz, s.a”** realizado para optar por el título de Ingeniero en Gestión de Agronegocios. Este trabajo de grado tiene como objetivo general; Establecer un modelo de programación lineal para la minimización de los costos de

producción en la Sección de Corte mediante la optimización del uso de los recursos de la planta. El problema radica en que la empresa no cuenta con un programa eficiente de asignación de actividades que incluya las variables y que minimice el costo de un período de producción. En este trabajo expone que existen variables de producción que afectan el costo del producto. Estas variables son el rendimiento de cada calidad de materia prima, las horas de mano de obra disponibles y el tiempo que requiere la elaboración de cada producto

El autor identifica las variables que comprende el modelo propuesto las cuales fueron cantidad de empleados por línea (para un día, mes o año), bonificación asignada a la mano de obra, cantidad de materia prima por calidad con que se cuenta y la demanda por producto. Aunado a lo referido, el planteamiento de las restricciones es inherente a la definición de las variables y el autor expresa de forma clara como estableció las restricciones del modelo, en donde se clasificaron las mismas en tres grupos: Mano de obra, materia prima y demanda.

Cada una de las restricciones de mano de obra equivale al tiempo estándar que se necesita según la antigüedad de la cortadora para la fabricación de 1 kg de brócoli cortado, esto limitado por la cantidad de horas de mano de obra disponibles por tipo de cortadora. Cada una de las restricciones de materia prima es igual al rendimiento estándar de la de brócoli que se necesita en la fabricación de 1 kg de producto cortado, según el producto, limitado por la cantidad de materia prima de cada calidad disponible. Las restricciones de demanda corresponden a la mínima cantidad que se debe cortar de cada uno de los 15 productos. El aporte de este trabajo de grado es la manera en que se establecen las variables de decisión y las restricciones, en el análisis realizado por el autor al momento de seleccionar las actividades a tomar en cuenta para la elaboración tanto de las variables como de las restricciones, basándose en la recolección de datos que realizo y finalmente como logro tabular esta información para su mejor comprensión.

Por último, Martínez J. (2014). en su trabajo de grado titulado “**Aplicación de un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño**”, presentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, para optar por grado de Magister en Ingeniería Industrial mención Gestión de operaciones, el objetivo principal de este proyecto es crear un modelo matemático capaz de minimizar el costo de carga de ingredientes al horno en una operación de fundición de estaño durante un horizonte de planificación determinado, mediante la aplicación de un modelo matemático de programación lineal.

En este proceso de análisis, el autor ha reconocido tres técnicas para calcular el costo de la configuración de la carga de fundición: la “regla del dedo” o del mejor acierto, algún tipo de técnica de costeo y, finalmente, el método de la carga del menor costo, mientras que la primera de ellas se basa exclusivamente en la experiencia de los fundidores, la segunda representa un cálculo escueto del costo del material empleado para producir una aleación utilizando una calculadora de mano programable o una computadora personal. Por otro lado, la tercera técnica –posiblemente, la menos usada– es llamada “algoritmo de menor costo de carga”, y utiliza la programación lineal para optar por los recursos apropiados para minimizar el costo de producción de un solo lote.

A pesar de que las tres técnicas pueden ser consideradas ventajosas según su alcance, presentan desventajas importantes, por ejemplo, respecto de la regla del dedo, cuando se confía únicamente en la experiencia del operador, con frecuencia, un método que pueda resultar ineficiente podría repetirse más de una vez, además, en cuanto a las dos primeras técnicas, ambas sufren del problema de no poder evaluar el nivel de beneficios entre varias alternativas competitivas, cuando se trata de la tercera técnica, la programación lineal permite representar realidades complejas mediante el uso de ecuaciones de primer grado, de tal manera que en muchos casos su aplicación ha sido tan fructífera que ha pasado de los departamentos de investigación a ser una herramienta rutinaria de planificación; sin embargo, los modelos disponibles adolecen

del hecho de que son modelos estáticos en cuanto a que consideran el cálculo de la carga de materiales para el trabajo de un lote por vez, el autor basa el desarrollo de su modelo matemático en el modelo de Kim y Lewis (1987) y a Mitroff et ál. (1974) para enfocar el modelo en la modelación cuantitativa.

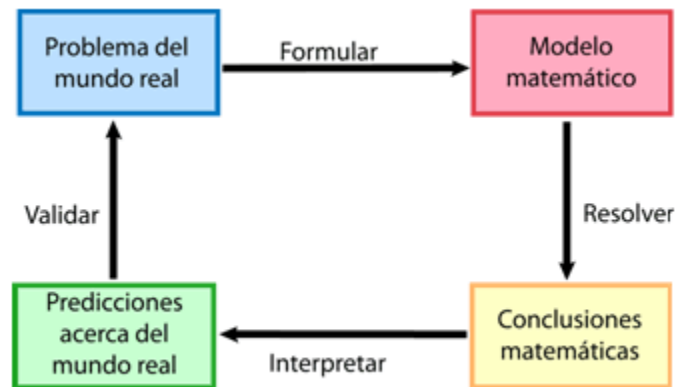
El autor toma las directrices establecidas por Kim y Lewis ya que ellos presentaron un modelo de programación lineal para problemas de mezcla, esto se debe a que, para producir una aleación determinada, se necesitan diversos ingredientes, entre los que encontramos, principalmente, dos clases: materias primas adquiridas por su contenido específico de elementos químicos, y chatarras (o escorias), que pueden ofrecer una concentración importante de los elementos que necesita la aleación, precisamente, esta segunda clase de ingredientes es la que permite realizar mejoras en las eficiencias, dado que, en sí, son desechos de la producción de aleaciones anteriores, en cuanto al modelo cuantitativo fue usado dado que su manera de visualizar el empleo de modelos matemáticos para diversas realidades es bastante completo en cuanto a aspectos a considerar. El aporte de este trabajo es el enfoque del tipo de modelo matemático a utilizar, uno que se ajuste al problema a resolver y además a las escogencias técnicas de un modelo matemático idóneo, capaz de adaptarse a el objetivo de esta tesis de grado.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Modelación matemática

Un modelo constituye una representación o abstracción de la realidad. Entre los diferentes tipos de modelos se pueden mencionar los analógicos, físicos, gráficos, esquemáticos y matemáticos. La modelación matemática es un intento de describir alguna parte del mundo real en términos matemáticos. Modelos matemáticos han sido construidos en todas las ciencias tanto físicas, como biológicas y sociales, los elementos que lo componen son tomados del cálculo, el álgebra, la geometría y otros campos afines.

Es natural que los modelos matemáticos sean modelos de analogía incompleta, es decir, que reflejan solamente algunas propiedades del objeto modelado. A la vez, los modelos matemáticos se caracterizan por una suficiente generalidad, describiendo una clase completa de objetos o fenómenos. Por otra parte, la creación de modelos matemáticos no requiere significativos gastos materiales y la realización del propio proceso de modelación con ayuda de los modernos medios de cómputo permite efectuar en un tiempo relativamente pequeño. En un modelo matemático se establece un



conjunto de relaciones (de igualdad y/o de desigualdad) definidas en un conjunto de variables que reflejan la esencia de los fenómenos en el objeto de estudio. Ver en el figura 1 como es un proceso de modelación matemática.

Figura 1. Proceso de modelación matemática.

Fuente: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-85502016000200047 (2018)

Dado un problema del mundo real, la primera tarea es formular un modelo matemático. Para ello se identifican y nombran las variables y se establecen hipótesis que simplifiquen el fenómeno lo suficiente para que pueda tratarse matemáticamente. En lo anterior se pone a prueba el conocimiento de la situación física y las habilidades

matemáticas para obtener las relaciones entre las variables. En algunas situaciones en que no se dispone de una ley física, es necesario examinar una colección de datos para reconocer patrones, interpretando los mismos numéricamente, gráficamente e incluso podrían sugerir una representación algebraica.

2.2.2 El arte del modelado

Los modelos desarrollados como representaciones exactas de situaciones reales son raro en la investigación de operaciones, ya que la mayoría de las aplicaciones suelen implicar diversos grados de aproximación. La figura 2 ilustra los niveles de abstracción que caracterizan el desarrollo de un modelo de investigación de operaciones. Abstraemos de la situación real el mundo real supuesto al concentrarnos en las variables dominantes que controlan el comportamiento del sistema real. El modelo expresa de una manera razonable las funciones matemáticas que representan el comportamiento del mundo real supuesto.

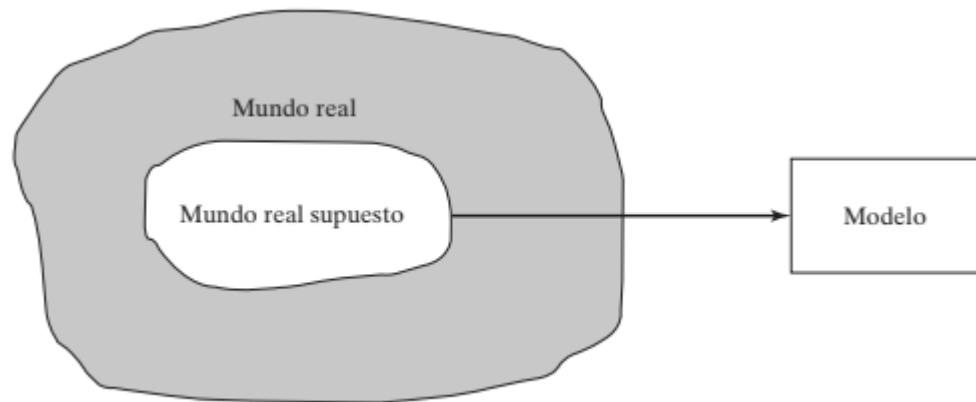


Figura 2. Niveles de abstracción en el desarrollo de un modelo.

Fuente: Hamdy Taha, 2012.

2.2.3. Fases para la modelación matemática.

Como herramienta de toma de decisiones, la IO es tanto una ciencia como un arte. Es una ciencia por las técnicas matemáticas que incorpora, y un arte porque el éxito de las fases que conducen a la solución del modelo matemático depende en gran medida de la creatividad y experiencia del equipo de IO. Es difícil prescribir cursos de acción específicos (semejantes a los que indica la teoría precisa de la mayoría de los modelos matemáticos) para estos factores intangibles. Sin embargo, existen lineamientos generales para la implementación de la IO en la práctica.

Para implementar la IO en la práctica, las fases principales son:

1. Definición del problema.
2. Construcción del modelo.
3. Solución del modelo.
4. Validación del modelo.
5. Implementación de la solución.

La fase 3, que se ocupa de la solución del modelo, es la mejor definida y por lo general la más fácil de implementar en un estudio de IO, porque maneja principalmente modelos matemáticos precisos. La implementación de las fases restantes es más un arte que una teoría.

1. **La definición del problema** implica definir el alcance del problema investigado. El objetivo es identificar tres elementos principales del problema de decisión: (1) descripción de las alternativas de decisión; (2) determinación del objetivo del estudio, y (3) especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelado.
2. **La construcción del modelo** implica un intento de transformar la definición del problema en relaciones matemáticas. Si el modelo resultante se ajusta a uno de los modelos matemáticos estándar, como la programación lineal, se suele obtener una solución utilizando los algoritmos disponibles. Por otra parte, si las relaciones matemáticas son demasiado complejas como para permitir la determinación de una solución analítica, el autor puede optar por simplificar el

modelo y utilizar un método heurístico, o bien considerar la simulación, si es lo apropiado. En algunos casos, una simulación matemática puede combinarse con modelos heurísticos para resolver el problema de decisión.

3. **La solución del modelo** es por mucho la más sencilla de todas las fases de IO porque implica el uso de algoritmos de optimización bien definidos. Un aspecto importante de la fase de solución del modelo es el análisis de sensibilidad. Tiene que ver con la obtención de información adicional sobre el comportamiento de la solución óptima cuando el modelo experimenta algunos cambios de parámetros. El análisis de sensibilidad es particularmente necesario cuando no se pueden estimar con precisión los parámetros del modelo. En estos casos es importante estudiar el comportamiento de la solución óptima en el entorno de los parámetros estimados.
4. **El modelo es válido** si, en condiciones de datos de entrada iguales, reproduce de forma razonable el desempeño pasado. Sin embargo, no suele haber seguridad de que el desempeño futuro continuará copiando el comportamiento pasado. Además, como el modelo se basa en el examen cuidadoso de datos pasados, la comparación propuesta casi siempre es favorable. Si el modelo propuesto representa un sistema nuevo (inexistente), no habría datos históricos disponibles. En esos casos podemos utilizar la simulación como una herramienta independiente para comprobar el resultado del modelo matemático.
5. **La implementación** de la solución de un modelo validado implica la transformación de los resultados en instrucciones de operación comprensibles que se emitirán a las personas que administrarán el sistema recomendado.

2.2.4. Tipos de modelos de investigación de operaciones.

Modelo matemático: en este modelo se supone que todas las variables relevantes son cuantificables. Se usan símbolos matemáticos para representar

variables, las cuales están relacionadas con funciones apropiadas de acuerdo al sistema. La solución del modelo se logra mediante manipulación matemática apropiada.

Modelo de simulación: estos “imitan” el comportamiento del sistema sobre un período. Se logra especificando ciertos eventos, los cuales son puntos en el tiempo, cuya ocurrencia significa que puede recolectarse la información importante perteneciente al comportamiento del sistema. Una vez definidos estos eventos se prestará atención al sistema solo cuando ocurran estos eventos. La información se acumula en observaciones estadísticas.

Pueden simular modelos complejos que no pueden resolverse matemáticamente, pero están sujetos al error experimental.

Modelo Heurístico: el método heurístico de solución descansa en las reglas empíricas o intuitivas que, dada una solución actual al modelo, permiten la determinación de una solución mejorada. Actualmente los métodos heurísticos son procedimientos de búsqueda que pasan inteligentemente de un punto de solución a otro, con el objetivo de mejorar el valor del criterio del modelo.

2.2.5. Clasificación de modelos matemáticos

Los modelos para toma de decisiones se clasifican con frecuencia según la función de negocios a la cual se aplican (finanzas, mercadotecnia, contabilidad de costos, operaciones, etc.) o por la disciplina de aplicaciones o la industria involucrada (ciencias, ingeniería, economía, organización militar, instituciones no lucrativas, transporte, capital de riesgo, etc.). También pueden clasificarse según el nivel de la organización en el cual se aplican (estratégicos vs. tácticos), por el marco temporal elegido (largo vs. corto plazo), por el tipo de matemáticas utilizadas (ecuaciones lineales vs. ecuaciones no lineales) y por la tecnología aplicada en la construcción del modelo (hoja de cálculo electrónica, paquete de software personalizado, lápiz y papel, etc.). Cada una de esas tipologías provee mayores conocimientos acerca de los usos y la aplicabilidad de cada modelo.

Modelos Determinísticos

Los modelos determinísticos son aquellos donde se supone que todos los datos pertinentes se conocen con certeza, es decir, en ellos se supone que cuando el modelo sea analizado se tendrá disponible toda la información necesaria para tomar las decisiones correspondientes. Los modelos determinísticos pueden manejar situaciones complejas en las que hay muchas decisiones y restricciones. La utilidad de estos modelos suele ser máxima cuando unas cuantas entradas no controladas presentan incertidumbre.

Los modelos determinísticos son importantes por:

1. Una asombrosa variedad de importantes problemas de administración pueden formularse como modelos determinísticos.
2. Muchas hojas de cálculo electrónicas cuentan con la tecnología necesaria para optimizar modelos determinísticos, es decir, para encontrar decisiones óptimas. Cuando se trata en particular de modelos PL grandes, el procedimiento puede realizarse con mucha rapidez y fiabilidad.
3. El subproducto de las técnicas de análisis es una gran cantidad de información muy útil para la interpretación de los resultados por la gerencia.
4. La optimización restringida, en particular, es un recurso extremadamente útil para reflexionar acerca de situaciones concretas, aunque no piense usted construir un modelo y optimizarlo.
5. La práctica con modelos determinísticos le ayuda a desarrollar habilidades para la formulación de modelos en general.

Modelos Probabilísticos

En los modelos probabilísticos, o estocásticos, algunos elementos no se conocen con certeza, es decir, en los modelos probabilísticos se presupone que algunas variables importantes, llamadas variables aleatorias, no tendrán valores conocidos antes que se tomen las decisiones correspondientes, y que ese desconocimiento debe ser incorporado al modelo. Estos modelos incorporan la incertidumbre a través de

probabilidades en las variables aleatorias; en este caso, la condición futura del mercado de valores. Estos modelos tienden a reportar su mayor utilidad cuando intervienen en ellos muchas entradas inciertas y hay pocas restricciones. En consecuencia, los modelos de incertidumbre se usan a menudo para la toma de decisiones estratégicas referentes a la relación de una organización con su ambiente (incierto), como en el ejemplo de la oferta de acciones al público.

2.2.6. Técnicas de solución de modelos de Investigación de operaciones

En la investigación de operaciones no se cuenta con una técnica general única para resolver todos los modelos que puedan surgir en la práctica. En su lugar, el tipo y complejidad del modelo matemático determina la naturaleza del método de solución. La técnica de IO más importante es la programación lineal. Está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales. Otras técnicas incluyen la programación entera (en la cual las variables asumen valores enteros), la programación dinámica (en la cual el modelo original puede descomponerse en subproblemas más pequeños y manejables), la programación de red (en la cual el problema puede modelarse como una red), y la programación no lineal (en la cual las funciones del modelo son no lineales). Éstas son sólo algunas de las muchas herramientas de IO con que se cuenta. Una peculiaridad de la mayoría de las técnicas de IO es que por lo general las soluciones no se obtienen en formas cerradas (como si fueran fórmulas), sino que más bien se determinan mediante algoritmos. Un algoritmo proporciona reglas fijas de cálculo que se aplican en forma repetitiva al problema, y cada repetición (llamada iteración) acerca la solución a lo óptimo. Como los cálculos asociados con cada iteración suelen ser tediosos y voluminosos, es recomendable que estos algoritmos se ejecuten con la computadora. Algunos modelos matemáticos pueden ser tan complejos que es imposible resolverlos con cualquiera de los algoritmos de optimización disponibles. En esos casos quizá sea necesario abandonar la búsqueda de la solución óptima y simplemente buscar una buena solución aplicando la heurística, y la metaheurística, o bien reglas empíricas.

2.2.7 Componentes de un modelo matemático

Variables de decisión y parámetros: las variables de decisión son incógnitas que deben ser determinadas a partir de la solución del modelo. Los parámetros representan los valores conocidos del sistema o bien que se pueden controlar

Restricciones: las restricciones son relaciones entre las variables de decisión y magnitudes que dan sentido a la solución del problema y las acotan a valores positivos.

Función Objetivo: la función objetivo es una relación matemática entre las variables de decisión, parámetros y una magnitud que representa el objetivo o producto del sistema. Por ejemplo, si el objetivo del sistema es minimizar los costos de operación, la función objetivo debe expresar la relación entre el costo y las variables de decisión. La solución ÓPTIMA se obtiene cuando el valor del costo sea mínimo para un conjunto de valores factibles de las variables. Es decir, hay que determinar las variables x_1, x_2, x_n que optimicen el valor de $Z = f(x_1, x_2, x_n)$ sujeto a restricciones de la forma $g(x_1, x_2, x_n) \leq b$. Donde x_1, x_2, x_n son las variables de decisión Z es la función objetivo, f es una función matemática.

2.2.8. Solución Factible

Una solución del modelo es factible si satisface todas las restricciones; es óptima si, además de ser factible, produce el mejor valor (máximo o mínimo) de la función objetivo. Aunque los modelos de IO están diseñados para “optimizar” un criterio objetivo específico sujeto a un conjunto de restricciones, la calidad de la solución resultante depende de la exactitud con que el modelo representa el sistema real. La conclusión es que “la” solución óptima de un modelo es mejor sólo para ese modelo. Si el modelo es una representación razonablemente buena del sistema real, entonces su solución también es óptima para la situación real.

2.2.9. Gestión y modelado de los procesos de negocio

La gestión de los procesos de negocio, se entiende como la aplicación de técnicas para modelar, gestionar y optimizar los procesos de negocio de la organización. Partiendo de que el proceso es la forma natural de organización, el modelado de los procesos permite establecer un flujo de trabajo dentro y entre funciones, para tratar de conseguir que, con la suma de los esfuerzos funcionales, se capturen los requerimientos del negocio para obtener un mejor entendimiento y facilitar la comunicación así como identificar las mejoras en los procesos con el objetivo de conseguir los objetivos de la organización y las expectativas y requerimientos de los clientes, de una forma eficaz y eficiente (Markovic y Pereira, 2007). La mejora de procesos puede venir por dos vías complementarias: cambios en ciertos aspectos del proceso existente, o un cambio radical del proceso (reingeniería).

2.2.10 Modelado de procesos de negocio.

El modelado de procesos, como su nombre lo indica, tiene 2 aspectos que lo definen: el modelado y los procesos. Frecuentemente, los sistemas -conjuntos de procesos y subprocesos integrados en una organización- son difíciles de comprender, complejos y confusos; con múltiples puntos de contacto entre sí y con un buen número de áreas funcionales, departamentos y puestos de trabajo implicados. Un modelo puede dar la oportunidad de organizar y documentar la información sobre un sistema. En este sentido, Un modelo es una representación de una realidad compleja. Modelar es desarrollar una descripción lo más exacta posible de un sistema y de las actividades llevadas a cabo en él. Cuando un proceso es modelado, con ayuda de una representación gráfica (diagrama de proceso), pueden apreciarse con facilidad las interrelaciones existentes entre distintas actividades, analizar cada actividad, definir los puntos de contacto con otros procesos, así como identificar los subprocesos comprendidos. Al mismo tiempo, los problemas existentes pueden ponerse de manifiesto claramente dando la oportunidad para iniciar acciones de mejora.

La representación gráfica facilita el análisis, uno de cuyos objetivos es la descomposición de los procesos de trabajo en actividades discretas. También hace posible la distinción entre aquellas actividades que aportan valor añadido de las que no lo hacen, es decir que no proveen directamente nada al cliente del proceso o al resultado deseado. En este último sentido cabe hacer una precisión, ya que no todas las actividades que no proveen valor añadido han de ser innecesarias; éstas pueden ser actividades de apoyo y ser requeridas para hacer más eficaces las funciones de dirección y control, por razones de seguridad o por motivos normativos y de legislación.

2.2.11 Business process management notation.

El Business Process Management Initiative (BPMI) desarrolló a BPMN como una notación estándar para la representación gráfica de procesos de negocio. El principal objetivo de BPMN es proveer una notación que pueda ser entendida por todos los usuarios del negocio, desde los analistas que crean los primeros borradores de los procesos, hasta los desarrolladores técnicos responsables de la implementación y por supuesto, la gente de negocios que manejará y monitoreará estos procesos.

Elementos gráficos de la notación BPMN:

1.- Objetos de Flujo: Tareas o Actividades: son un término genérico para representar el trabajo que realiza una organización. Se grafican mediante “rectángulos” con esquinas redondeadas.



Figura 3. Símbolo para representar tareas.

Fuente: Modelado de procesos, M. Brunello 2010.

Eventos: Se dibujan como círculos con centros vacíos y representan algo que sucede durante el curso de un proceso de negocios. Usualmente tienen una causa o un resultado. Hay tres tipos de eventos: De inicio, intermedio y de fin.

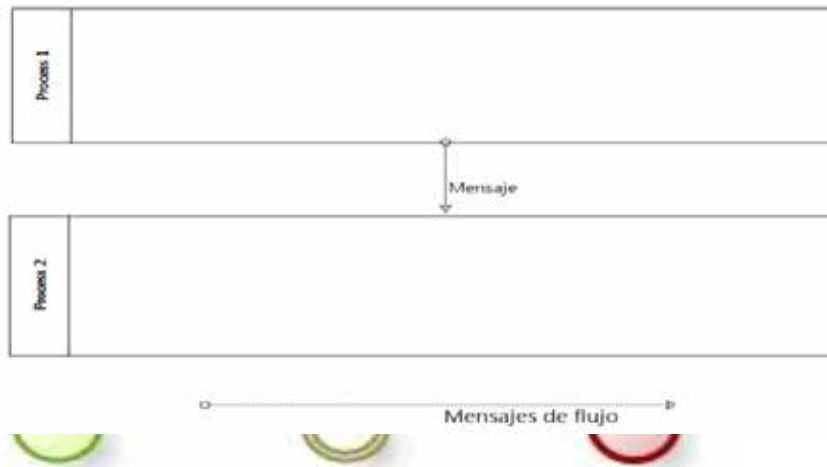


Figura 4.

Símbolo para representar eventos

Fuente: Modelado de procesos, M. Brunello 2010.

2.- Objetos de flujo:

Sequence Flow: el flujo de secuencia se representa por una línea sólida con una cabeza de flecha sólida y se usa para mostrar el orden (la secuencia) en el que las diferentes actividades se ejecutarán en el proceso. Message Flow: el Flujo de mensaje se representa por una línea discontinua con un círculo no relleno al inicio y con una punta de flecha hueca al final y se usa para mostrar el flujo de mensajes entre dos participantes del proceso separados (entidades de negocio o roles de negocio). En BPMN, dos pools separadas en el diagrama representan los dos participantes.

Figura 5. Símbolo para representar flujo de información.

Fuente: Modelado de procesos, M. Brunello 2010.

3) Objetos “swimlanes”. Se refieren a un pool: un pool representa un participante de un proceso. Además, actúa como un contenedor gráfico para particionar un conjunto de actividades desde otros pools. Los Pools se usan cuando los diagramas involucran a dos entidades de negocios o participantes separados. Están físicamente separados en el diagrama. Las actividades dentro de Pools separados son consideradas auto contenidas en el proceso. De esta forma, la secuencia del flujo no podría atravesar el límite del Pool.



Figura 6. Símbolo para representar procesos.

Fuente: Modelado de procesos, M. Brunello 2010.

2.2.12 Business process management.

El Business Process Management (BPM) se concentra en la administración de los procesos de negocio. Se entiende como tal a la metodología que orienta los esfuerzos para la optimación de los procesos de la empresa, en busca de mejorar la eficiencia y la eficacia por medio de la gestión sistemática de los mismos. Estos procesos deben ser modelados, automatizados, integrados, monitoreados y optimizados de forma continua. La filosofía BPM se ve como un sistema completo de información y comunicación, a través de un marco documental que permite publicar, almacenar, crear, modificar y gestionar procesos, así como acceder a ellos en cualquier momento y lugar. Por lo anterior, se puede decir que el enfoque de las tecnologías BPM es el análisis de la administración de los procesos de una empresa, desde que comienzan hasta que terminan; es decir, es la convergencia de plataformas de gestión, tecnologías

y aplicativos de colaboración y gestión, y de metodologías de gestión empresarial existentes en la organización, que tiene como objetivo mejorar la productividad y la eficacia de la organización a través de la optimización de sus procesos de negocio.

En la figura 7 se muestran las definiciones básicas para la elaboración de un business process management.

FICHA TÉCNICA DE PROCESO		Código... Versión* ...
Fecha de elaboración:	Fecha de aprobación:	Fecha de entrada en vigor:
Nombre del proceso	Es la denominación por la cual identificamos al proceso.	
Definición	Se trata de realizar una breve descripción del proceso, aportando una idea general del mismo.	
Responsable	Persona de la Unidad o Servicio que tiene la responsabilidad sobre la correcta ejecución del proceso. Se debe identificar el puesto de trabajo.	
Objetivo	Es el fin último del proceso, es decir, por qué existe ese proceso. Deberá estar relacionado con las necesidades de los usuarios.	
Destinatario	Clientes o usuarios para los que se realiza el proceso. Se realizará una breve descripción de las necesidades que se quieren cubrir.	
Inicio/Fin	El inicio es el punto de partida que pone en marcha el proceso. El fin marca la entrega al usuario del servicio/producto finalizado.	
Entradas	Documentos, registros, recursos que, en algún momento, hacen su entrada en el proceso para su correcto desarrollo.	
Salidas	Documentos, registros, productos, resultados intermedios del proceso que tienen su origen en el propio proceso.	
Indicadores	Son magnitudes para medir tendencias (analizar cómo vamos) y resultados (qué hemos logrado).	
Variables de control	Son mecanismos diseñados para adecuar los servicios a las características esperadas y evitar que los clientes reciban servicios defectuosos. (timón del proceso).	
Registros	Son documentos que presentan resultados obtenidos o proporcionan evidencias de actividades desempeñadas.	
Documentos/Procedimientos	Son todos aquellos documentos o procedimientos derivados del proceso.	

Figura 7. Ficha técnica de proceso

Fuente: Y. Gil y E. Vallejo (2008).

2.2.13 Modelo de proceso de negocio de Vopak Venezuela S.A.

Un modelo de negocio es una herramienta que permite definir con claridad que productos o servicios la empresa puede ofrecer al mercado, cómo lo va a hacer, a quién se lo va a vender, cómo lo va a vender y de qué forma va a generar ingresos. Cuando se habla, coloquialmente, de modelo de negocio se suele concretar en la forma que tiene una empresa de ganar dinero. Vopak Venezuela es un operador logístico independiente que ofrece a sus clientes servicios de muellaje de buques, alquiler de espacios contenidos en tanques atmosféricos y despacho en cisternas. Este tipo de servicios son prestados a empresas de diferentes sectores industriales (industria aceitera y petroquímica) que necesitan la recepción de algún producto líquidos que llega al país en buques de tipo granelero, este buque es atracado en el muelle de Vopak Venezuela S.A y descargado hacia los tanques de la compañía para resguardarlo hasta que el

cliente con sus propios medios decida sacar producto del terminal. Vopak Venezuela cuenta con operadores que realizan todos estos servicios, es decir, que la descarga del producto de buques es realizada por personal de Vopak y de igual manera los despachos de productos en cisternas (ver figura 8).

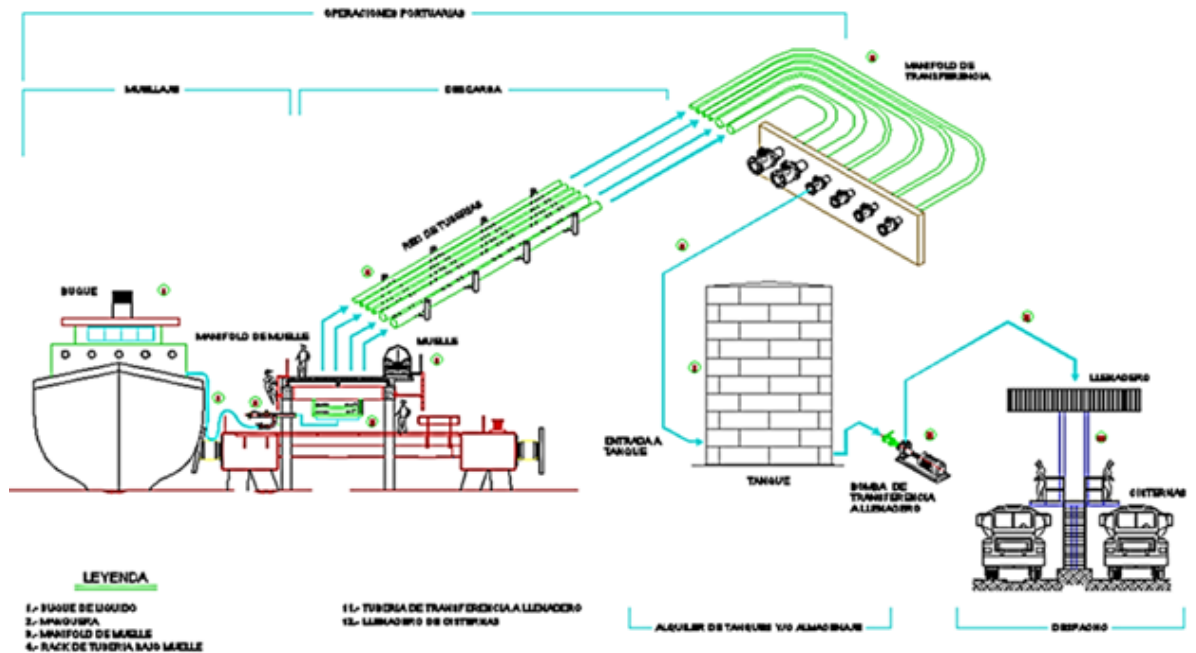


Figura 8. Diagrama de procesos de atraque de buque y despacho de cisterna
Fuente: Vopak Venezuela S.A (2018)

2.2.14 Descripción del proceso de negocio.

En el modelo de negocio de la empresa, el proceso inicia después de haber terminado la negociación entre el Gerente Comercial y el Cliente, es decir, luego de firmar un contrato en donde se establezca la tarifa de los servicios (descarga de buque-almacenamiento de producto-carga de cisternas), definido tipo de producto, especificaciones fisicoquímicas del producto, cantidad a almacenar y tiempo de almacenamiento. Una vez terminada dicha negociación, el Gerente Comercial mediante correo envía la información mencionada con anterioridad a la Gerente de Planificación, Logística y Atención al Cliente para que ella gestione el servicio prestado por Vopak, esta parte del proceso es el corazón de las operaciones, ya que es

el eslabón que está más relacionado con operaciones líquido y de él dependen las actividades diarias del departamento de operaciones. Pues bien, en primera instancia la Gerente asigna a un Customer Service el Cliente en cuestión, para que este sea el enlace entre Vopak Venezuela S.A y el Cliente.

Un Customer Service es la persona que recibe mediante correos o llamadas los requerimientos del cliente, si se trata del atraque de un buque en Vopak, él es quien recibe la información legal y técnica para poder aprobar el atraque de este en el muelle de la empresa. Así mismo, es el contacto entre la naviera contratada por el cliente, la cual notifica en que día llegará al terminal. Como fue mencionado con anterioridad, el Customer service es el enlace con el Cliente y diariamente él recibe los requerimientos de despacho del producto en cisternas. Pues bien, cuando el cliente necesita extraer cualquier cantidad de producto que está almacenado en Vopak, un día antes notifica al Customer Service dicho requerimiento. Cuando el Customer Service tiene la información proporcionada por el Cliente, esta es enviada a la Coordinadora de Planificación y Logística. La coordinadora diariamente realiza la programación de despacho de los clientes y también coordina la logística interna en caso de que un buque debe descargar producto en el terminal. En dicha programación descansa la cantidad de despachos que deben realizar en el día, se especifica cual es el producto a despachar, el tanque en donde se encuentra el producto, en cual llenadero debe cargarse la cisterna, cliente y destino. En cuanto a la cantidad del producto despachada es 30 Ton en promedio por cisterna.

La programación juega un papel fundamental en el departamento de operaciones, pues este indica en cuál llenadero debe realizarse cada operación y cuál es el producto que el operador debe manipular. Ahora bien ¿cómo el departamento de operaciones coordina cada despacho, cada operación realizada por los operadores? En este punto surge el enlace entre Planificación, Logística y Atención al Cliente, pues bien, los Jefes de Operaciones utilizan la programación para distribuir a los operadores en los llenaderos de cisternas. En la figura 9 se muestra la programación mencionada.

registra el tiempo de operación). Posterior a lo mencionado con anterioridad el conductor una vez que tenga la orden firmada por el operador se dirige a la romana para hacer la entrega de la guía de despacho y ser pesado nuevamente (se pesa con la intención de verificar la cantidad de producto en TM que salió del tanque) y finalmente permitir la salida de la cisterna del terminal. Por otra parte, un punto muy importante es el tiempo de llenado, pues bien, dependiendo del llenadero en que se encuentre la cisterna dependerá la cantidad de tiempo del llenado, existen llenaderos con infraestructura más nuevas que otros o con sistemas de transferencia mejor, esto hace que varíe el tiempo de despacho de cada cisterna en el terminal.

2.2.14.2 Operaciones de descarga de buques

Para la descarga de buques en el terminal solo se necesitan 3 operadores disponibles: un operador muellero (la categoría de este puede ser cualquiera), un operador de transferencia (la categoría de este puede ser cualquiera) y un operador aforador (solo los operadores de grado aforador pueden realizar esta operación). A continuación, descripción del proceso:

2.2.15.3 Operaciones en el Muelle: Se debe conectar las mangueras entre el manifold del barco y las líneas de transferencia del muelle hacia los tanques, esta operación la realiza un operador muellero. La categoría que debe poseer el operador puede ser 1,2 o 3, es decir, cualquier operador puede hacerlo excepto el aforador porque este ya tiene designado otras operaciones en el terminal.

2.2.15.4 Operaciones de transferencia de tanques: Consiste en conectar la línea de transferencia que viene del muelle al manifold del tanque a cargar con producto del buque. Según la historia de operaciones de Vopak Venezuela S.A siempre han usado un operador para realizar esta operación. La categoría que debe tener este operador puede ser 1,2 o 3, es decir, cualquier operador puede hacer esta operación a excepción del operador de grado aforador, ya que este tiene designado otras operaciones en el terminal.

2.2.15.5 Operaciones de control del llenado y nivel del tanque: Esta operación consiste en medir el nivel del producto dentro del tanque con ayuda de un termómetro,

cinta métrica, libreta, lápiz y un reloj. Las Aforaciones solo pueden ser realizada por un operador aforador, pues bien, ellos fueron capacitados mediante un curso de formación en mediciones de nivel de tanques atmosféricos. Los operadores aforadores tienen como tarea diaria las Aforaciones de todos los tanques que posean producto en el terminal. Para controlar el nivel de llenado de los tanques con producto proveniente de un buque, se realizan mediciones periódicas (cada hora) del nivel del producto en los tanques con la intención de informar al personal involucrado en la rata de bombeo, la hora estimada de llenado del tanque y de las cantidades recibidas.

2.2.15.6 Desconectar mangueras a bordo del buque:

Todas las tuberías deben quedar completamente vacías, por lo cual al finalizar el desplazamiento de las mangueras deberá enviarse un “cochino” según lo indicado en el programa. Para realizar dicha actividad, primero se debe verificar hasta donde se hará el desplazamiento, luego se deberá solicitar apoyo de otro operador para que se ubique en el punto de recepción del “cochino”. Tanto el operador ubicado en el punto de envío como el operador ubicado en el punto de recepción deben poseer radios para comunicarse de una manera rápida y segura. Esta operación es realizada por el operador muellero y el operador de transferencia.

2.4. Definición de Términos

Heurística: manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas.

Manifold: Área de conexión de mangueras en el mulle, tanque o buque.

Optimizar: determinar los valores de las variables que intervienen en un proceso o sistema para que el resultado que se obtenga sea el mejor posible.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se detalla minuciosamente cada uno de los aspectos relacionados con la metodología que será seleccionada para desarrollar la investigación y la cual estará sustentada por el criterio de autores de textos de metodología. Al mismo tiempo se determina la naturaleza, el diseño, el tipo, y el nivel de la investigación, de igual forma se detalla la población y muestra de la investigación y a su vez las técnicas e instrumentos de recolección de datos para por último revelar el análisis y presentación de la información recolectada.

3.1 Naturaleza de la investigación

De acuerdo con el manual de trabajo de grado de especialización y maestría y tesis doctorales, de la Universidad Pedagógica y Experimental Libertador – UPEL (2006):

“El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades” (p.13).

De la misma manera, el manual anteriormente mencionado, define:

El Proyecto Factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados (p.13).

3.2. Diseño de la investigación

La elaboración de este trabajo en una investigación de campo. Al respecto, Sabino C. (2002), señala que:

En las investigaciones de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin intermediación de ninguna naturaleza. Cuando, a diferencia de lo anterior, los datos a emplear han sido ya recolectados en otras investigaciones y son conocidos mediante los informes

correspondientes nos referimos a datos secundarios, porque han sido obtenidos por otros y nos llegan elaborados y procesados de acuerdo con los fines de quienes inicialmente los obtuvieron y manipularon (p.64).

También, Arias F. (2006), expresa que la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna” (p.31).

3.3. Nivel de la investigación

Arias F. (2006) reseña que la investigación descriptiva:

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación (p.20-25). Por otra parte, la investigación documental, según Arias F. (2006) “Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios” (p.27).

Al respecto, Sabino C. (2002), Afirma que:

Es preciso anotar que los diseños de campo tampoco pueden basarse exclusivamente en datos primarios. Siempre será necesario ubicar e integrar nuestro problema y nuestros resultados dentro de un conjunto de ideas más amplio (marco teórico o referencial), para cuya elaboración es imprescindible realizar consultas o estudios bibliográficos. En síntesis, la distinción entre diseños de campo y bibliográficos es esencialmente instrumental, aplicable a la metodología necesaria para el desarrollo de los mismos, pero no interviene en determinar el carácter científico de la investigación y no invalida la indispensable interacción entre teoría y datos (p.65).

Se dice que es una investigación documental, debido a que para realizar el estudio se recurrió a fuentes de datos con información ya registrada, tales como libros, páginas Web, datos estadísticos, archivos, entre otros y de esta manera fundamentar las conclusiones del estudio en técnicas y herramientas teóricas ya conocidas.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población.

Una población según Tamayo y Tamayo M. (1999), es definida como “La totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. Según Arias Fidiás (1999), señala que “Es el conjunto de elementos con características comunes que son objetos de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación”. (p.35).

La población estudio se divide en dos tipos: procesos y personas. Los procesos los engloba los buques que han sido descargados en el terminal y los despachos de cisternas. Así mismo, la población de personas la conforma los dueños de los procesos de estudio en el departamento de operaciones líquidos de Vopak Venezuela S.A.

3.4.2 Muestra.

La muestra según Arias (2006), “es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.” (p. 83). Es decir, representa una parte de la población objeto de estudio. De allí es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población que permita hacer generalizaciones.

Tomando esto en consideración, la muestra del caso estudio son los buques que atracaron durante un periodo de estudio de cuatro meses, los cuales fueron ocho buques de productos líquidos en total. La población objeto estudio es finita y pequeña por esto se toma una muestra del 100 (%) de la población. Además, el grupo de personas que trabajan de en departamento de operaciones líquidos de Vopak Venezuela: jefes de operaciones líquidos y operadores y gerente comercial el cual pertenece al departamento de ventas.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Sabino C (2002), define los datos como “cada uno de los elementos de información que se recoge durante el desarrollo de una investigación y sobre la base de los cuales, convenientemente sintetizados, podrán extraerse conclusiones de relevancia

en relación al problema inicial planteado”. (p. 82). Con la finalidad de recolectar datos se dispondrá de técnicas, tanto cuantitativas como cualitativas

Para Hernández, Fernández y Baptista (2006), el proceso de recolección de información: “Es la etapa que consiste en recolectar los datos pertinentes sobre las variables involucradas en la investigación” (p. 234). En tal sentido, Ramírez (2009), apunta que la técnica de recolección de datos “es un procedimiento más o menos estandarizado que se ha utilizado con éxito en el ámbito de la ciencia” (p. 137). Así mismo según Ramírez (2009), “el instrumento de recolección de datos es un dispositivo de sustrato material que sirve para registrar los datos obtenidos a través de las diferentes fuentes” (p. 165).

En este trabajo de grado se utilizarán las siguientes técnicas de recolección de datos: observación directa, entrevistas con trabajadores del área que manejan la información necesaria y que serán nuestros informantes claves, como la recolección y análisis de la documentación proporcionada por la gerencia general.

3.5.1 Observación directa

De acuerdo a lo antes mencionado, es necesario tener en consideración la definición de observación directa: según el libro “El Proceso de la Investigación” de Sabino, C. (1992), señala que: "La observación directa es aquella a través de la cual se puedan conocer los hechos y situaciones de la realidad social". (p. 134).

3.5.2 Entrevista informal o no estructurada

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una entrevista estructurada que según Arias F (2011) “Es la que se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado. En este caso, la misma guía de entrevista puede servir como instrumento para registrar las respuestas, aunque también puede emplearse el grabador o la cámara de video.” (p.73).

3.5.3 Revisión documental

Arias (2006), lo define como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y

registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”. Por medio de la recopilación documental se obtendrá información de datos a partir de documentos escritos o no escritos propios de la empresa, que contienen información que puede ser utilizada dentro de la investigación.

3.5.4. Revisión bibliográfica

Gálvez A (2002), la define como “un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, docente, investigadora o de gestión.” Mediante esta técnica se elaborará una base teórica a cada una de las herramientas utilizadas en los objetivos, se revisarán trabajos de grado con problemáticas similares, así como también libros y páginas electrónicas.

3.6. Fases de la investigación

Fase I: Diagnosticar la situación actual del modelo de negocio en la empresa Vopak Venezuela S.A.

En esta fase se comienza con el diagnóstico del modelo de negocio que posee la empresa en la actualidad, es decir, en la forma en cómo se llevan a cabo las actividades y operaciones dentro de la empresa. Se recopilaron datos directamente en los lugares de los hechos con las personas involucradas en el proceso mediante la entrevista no estructurada a los jefes de operaciones y el gerente comercial. Los datos obtenidos son la base para el diseño del modelo de programación, pues estos describen el comportamiento del sistema operativo de la empresa.

Fase II: Definir el modelo de programación para optimizar los recursos.

En esta fase se pretende plantear un modelo de programación capaz de optimizar los recursos operacionales en la empresa Vopak Venezuela S.A. Tomando en consideración los datos recopilados en la fase I , se pretende plantear y explicar las variables de decisión y los parámetros que intervienen las operaciones del departamento de líquidos , seguido de esto las restricciones del modelo en cuestión y finalmente la función objetivo relacionada con las variables de decisión, parámetros y

una magnitud que representa el objetivo del sistema a modelar. Luego de definir lo mencionado con anterioridad se procederá a la solución del problema planteado mediante la utilización de algoritmos matemáticos.

Fase III: Validar el modelo de programación mediante un análisis de sensibilidad en distintos escenarios.

La validación de este modelo requiere que se determine con veracidad si dicho modelo puede predecir con certeza el comportamiento del sistema. Básicamente, es someterlo a datos en diferentes escenarios y observar qué situaciones reproduce.

Fase IV: Evaluar la relación Costo-Beneficio del diseño del modelo propuesto.

Luego de haber finalizado la fase anterior, se procederá a calcular los costos de ejecución del modelo propuesto, así como también los beneficios que las mismas propuestas le otorgarán a la empresa Vopak Venezuela S.A si se realiza su aplicación.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

En este capítulo se muestra el análisis e interpretación de los resultados derivados de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos en cada una de las fases de la investigación, las cuales están directamente relacionadas con los objetivos específicos, de manera de recabar la información necesaria que sirva de base para la optimización de los recursos en el departamento de operaciones líquido de la empresa Vopak Venezuela S.A

4.1 Diagnosticar la situación actual del modelo de negocio en la empresa Vopak Venezuela S.A.

Inicialmente, para la elaboración de esta fase es importante modelar el proceso haciendo uso de alguna herramienta que permita describir los roles, actividades e

intercambio de información del departamento de operaciones líquidos, pues bien, esto permite una mejor comprensión de las variables que intervienen en las operaciones de dicho departamento. Se utilizaron dos herramientas para la modelación: *business process management* y *business process modeling notation*. Existen muchas formas de expresar y representar un proceso, y estas herramientas poseen una manera particular de mostrar la misma información. En este sentido, la autora complemento las ventajas de cada herramienta. La elección radica en que la autora necesitaba establecer un enfoque, integral entre procesos, personas, indicadores, variables de control y tecnologías de la empresa.

4.1.1 Modelado de proceso de negocio.

Al inicio de este proyecto se llevó a cabo una reunión entre la alta gerencia interesada en el proyecto: Director General, Gerente de Terminal y la autora. En esta reunión teniendo como soporte los manuales, procedimientos e instructivo que maneja la empresa se llegó a una idea general de los procesos en las operaciones del terminal. Con esta primera idea, la autora inició el desarrollo de *business process management*, el cual siguió siendo desarrollado con información obtenida de los dueños de los procesos mediante entrevistas no estructuradas. En este sentido, la autora visitó a cada dueño de proceso de las distintas áreas con el fin de ellos explicaran como realizaban sus actividades, preguntar si existen procedimientos descritos aunados a la actividad explicada, entradas y salidas del proceso, entre otros ítems que se encuentran plasmados en el *business process management*.

En estas entrevistas se encontró que el 45% de las operaciones no tienen un procedimiento definido, dejando como consecuencia la ejecución informal o incorrecta de las actividades. Los dueños de los procesos que no tienen conocimiento de los procedimientos, aseguran que en algún momento el proceso tuvo el procedimiento, pero que debido a los cambios en los sistemas estos se guardaron en discos duros que actualmente no saben su ubicación.

Los datos recopilados en la reunión con la alta gerencia y los dueños de los procesos fueron utilizados para generar los *business process management*, los cuales fueron revisados y aprobados por la alta gerencia y dueños de los procesos antes de ser tomados como referencia para la respectiva validación. Es importante mencionar que la autora tomo como referencia en la realización del *business process management* la guía para la identificación y análisis de los procesos de la Universidad de Málaga, elaborada por Yolanda Gil Ojeda y Eva Vallejo García en el 2008. En los cuadros del 1 al 3 se muestran los diagramas mencionados.

Business Process Management												
Proceso	Dueño	Descripción	Objetivo	Destinatario	Inicio	Fin	Entrada	Salidas	Indicadores	Variables de control	Registros	Procedimientos
Solicitud de Servicio	Ciente	El Cliente notifica el atraque del Buque a través de un correo electrónico	Notificar a Vopak el Requerimiento	Customer service	Ciente comunica el Requerimiento	Recepción de Correo Electrónico	Correo electrónico	Estimated Time Arrival (ETA)	notificaciones recibidas	Tiempo de 4320 min	Correo electrónico	N/A
Coordinar servicios	Customer service	El customer Service chequea la información acerca del tipo de producto y especificaciones técnicas de buque enviados por el cliente	Enviar correo electrónico con especificaciones técnicas del buque	Capitan del terminal	Recepción de Correo Electrónico del cliente con 2 informaciones	Enviar correo con especificaciones técnicas del buque al Capitan de Vopak	Correo electrónico del cliente	Correo electrónico con especificaciones técnicas de buque	Tiempo		Correo electrónico	No existe
Aprobación de atraque de buque	Capitan del Terminal	Capitan evalua aspectos técnicos del buque: Esloro, francobordo y calado	Aprobación/rechazo atraque del buque en el terminal	Customer Service	Customer service envía correo con especificaciones técnicas de buque	Cuando el capitan termina evaluación técnica y envía correo con la aprobación/rechazo	Correo del customer service con información técnica del navio contratado por el cliente	Correo electrónico con información de la evaluación realizada: aprobación/rechazo	Tiempo		Correo electrónico	No existe
Notificar al cliente aprobación/rechazo de atraque	Customer service	Customer service notifica al cliente	Definir estado de la solicitud de servicios	Ciente	Capitan envía correo electrónico con aprobación/rechazo	Customer service envía correo electrónico	Correo electrónico de Capitan de Vopak	Correo electrónico al cliente	Tiempo		Correo electrónico	No existe
Monitorear llegada del buque	Customer service	Monitorear ubicación marítima del buque camino al terminal	Estimar el ETA de llegada	Mtto, Logística & planificación, Comercial el atraque	Correo electrónico del cliente con datos del buque	Buque llega a bahía en Pto Cabello	Nombre del buque	Status de ubicación de buque	Tiempo de arrive al terminal	ETA	Programación de buques	No existe
Realizar documento FCOM de servicio	Customer service	Plasmar Tks asignados, TM, Cliente, producto, especificaciones de barco	Generar una orden de trabajo para depart Planificación & Logística	Coord Logística & planificación	Recepción de Correo Electrónico del cliente con 2 informaciones	Envía información por correo	Correo electrónico con Información proporcionada por cliente	Enviar FCOM por correo electrónico	Tiempo	(min)	FCOM	No existe
Programar descarga de buque	Coord. Logística & Planificación	Plasmar en un formato la programación de descarga de buque, incluyendo cuales y en que orden sera descargado el buque	Conocer cual sera el destino del producto dentro del terminal	Mtto, Coord. Operaciones & Jefe de operaciones	Recepción de correo de customer service con los requerimientos del cliente	envía correo electrónico con programación	Recepción de correo electrónico con FCOM	Correo electrónico con programación de buque	Tiempo		Programación de buque	No existe
Verificar condiciones de equipos	Departamento de mtto	Chequear equipos a ser utilizados en la descarga de buque : Bombas, Tks, líneas de transferencia	Evitar paradas por mantenimiento	Coord. Logística & planificación, Coord. Operaciones, Jefe de operaciones	Recibe correo con la logística del buque	Realiza verificación de equipos	Logística de buque	Mantenimiento preventivo	Tiempo		Orden de trabajo FMAN	IT-MAN-03 INSPECCIÓN DE INSPECCIÓN DE TANQUES EN SERVICIO, IT-MAN-06-2015 MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE PRESIÓN VACIO, IT-MAN-07-2015 MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS, IT-MAN-27-2015 MANTENIMIENTO DE COMPRESORES, IT-MAN-31-2015 INSPECCIÓN DE MOTORRES ELÉCTRICOS.

Cuadro 1. Business process management.
Fuente: Martínez J. (2018).

Cuadro 2. Business process management.

Fuente: Martínez J. (2018).

Business Process Management														
Proceso	Dueño	Descripción	Objetivo	Destinatario	Inicio	Fin	Entrada	Salidas	Indicadores	Variables de control	Registros	Procedimientos	Item	
Despacho de cisternas	Coordinar servicios de despacho	Customer service	Enviar por correo a coord. L & P TM cantidad de despachos por tipo de producto del cliente	Coord. el despacho del producto con anticipación	Coordinador de Logística & Planificación	Cliente envía correo electrónico con requerimientos	Plasmar en la programación los requerimientos	Correo electrónico del cliente con requerimientos	Correo del customer service a Coord. Logística & Planificación	Tiempo de anticipación	Correos	No Existe		
	Programar despacho de cisternas	Coord. Logística & Planificación	Plasmar en el formato la programación despachos diarios de cisternas	Programar las operaciones de despacho en el terminal	Coord. Operaciones, Jefe de operaciones y Dto de mtto	Coord. Recibe correo de customer service con los requerimientos del cliente	envía por correo la programación	Correo electrónico de Customer service	Documento con programación de despachos	Tiempo de elaboración de planificación	Programación de despachos	No Existe		
	Verificar condiciones de equipos	Departamento de mtto	Chequear diariamente equipos a ser utilizados en el despacho : Bombas, Tks, líneas de transferencia	Evitar paradas por mantenimiento	Coord. Logística & planificación, Coord. Operaciones, Jefe de operaciones	Recibe correo con la programación de cisternas	Realiza verificación de equipos	Correo electrónico con programación de cisternas	Ejecución de mantenimiento preventivo	Tiempo de ejecución	(min)	Check List de verificación	IT-MAN-03 INSTRUCCION DE INSPECCIÓN DE TANQUES EN SERVICIO, IT-MAN-05-2015 MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE PRESION-VACIO, IT-MAN-07-2015 MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS, IT-MAN-27-2015	
	Asignar ordenes de trabajo a operadores	Jefe de operaciones	Distribuir a los operadores en cada operación inherente a la descarga del buque	Asignar un responsable a cada orden de trabajo	Coord. Operaciones	Recepción de correo electrónico con programación	Responsables inician ejecución de la orden de trabajo	correo electrónico con programación	Ejecución de las ordenes de trabajo establecidas por el jefe de operaciones	N° de cisternas atendidas, tiempo de ejecución de servicios	Cada vez que llegue una cisterna	FOPL-01: Hoja de Control para la Recepción o Despacho de Productos	POPL- VEN 03 PROCEDIMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS LIQUIDOS	
	Despacho de cisterna	Operador de cualquier categoría	Cargar a las cisternas del producto especificado en la orden de trabajo	Ejecutar la orden de trabajo solicitada por el cliente	Jefe de operaciones	Llega cisterna al llenadero indicado en la programación	Carga con producto un prom de 30 TM a la cisterna	Orden de trabajo de jefe de operaciones	Salida de cisterna con producto	N° de cisternas atendidas - Tiempo de servicio en llenadero	Prom cisternas atendidas por turno - prom llenado en c/llenadero	FOPL-01: Hoja de Control para la Recepción o Despacho de Productos	POPL- VEN 03 PROCEDIMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS LIQUIDOS	
	Medir nivel del tanque	Operador aforador	Utilizar un termometro para medición de la temperatura del producto y una cinta metrica para medir nivel del Tk	Calcular tiempo restante de descarga y verificar que el producto llegue al nivel max de seguridad	Jefe de operaciones	Recibe orden de trabajo de Jefe de operaciones	Despues de medir todos los tks con producto en el terminal	Herramientas de medición	Nivel del producto en el tanque	N° tks a aforar		Libro de aforaciones	POPL- VEN 03 PROCEDIMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS LIQUIDOS	

Cuadro 3 Business process management.

Fuente: Martínez J. (2018).

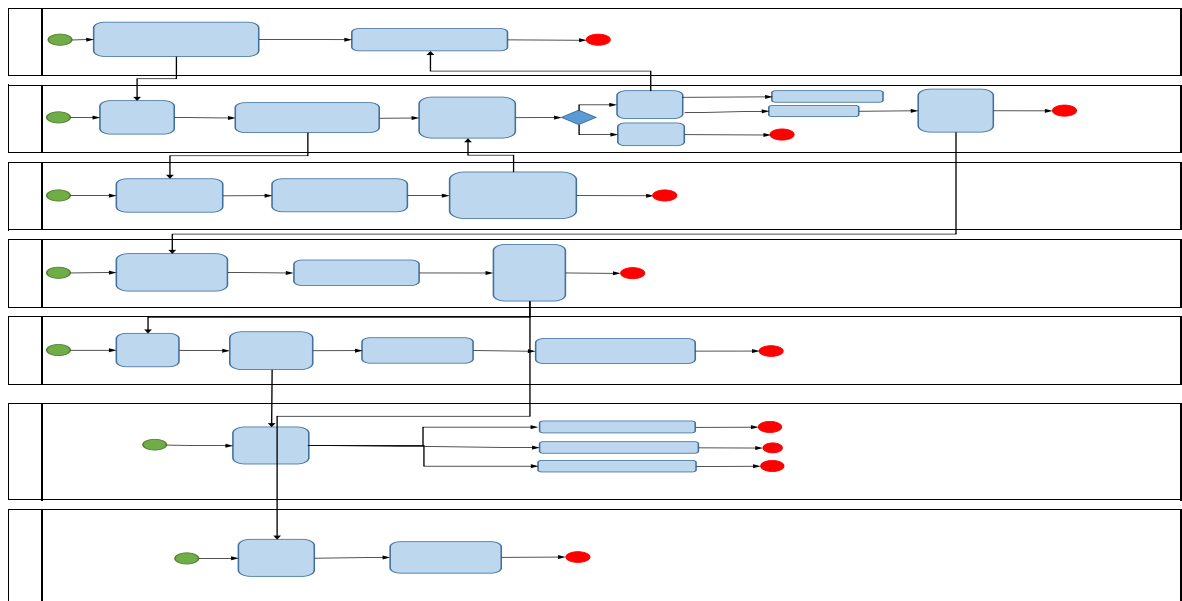
Estos cuadros integran información acerca quien es el trabajador de Vopak responsable de ejecutar la actividad, descripción de la actividad que debe ejecutarse, finalidad de la actividad, usuario a quien se realiza la actividad en cuestión, momento en el que inicia y termina la actividad, las entradas y salidas del proceso, los indicadores que deben medirse y además controlarse durante el proceso y finalmente, los puntos más importantes son los procedimientos que estandarizan la ejecución de las operaciones y los registros que soportan las operaciones dentro de cada proceso. Además, en la columna de variables de control se encuentra los tiempos de ejecución de cada proceso, estos tiempos son el foco del modelo propuesto. Pues bien, el recurso a optimizar son los tiempos operacionales antes y durante la descarga de un buque. En este sentido, los tiempos mostrados en las tablas son las restricciones a satisfacer en el modelo de programación, y además las variables de decisión representaran el tiempo de ejecución de cada actividad realizada por el dueño del proceso.

Luego de culminar la observación directa, los datos registrados en la ficha de observación fueron analizados y tabulados para validar que las actividades se están ejecutando de acuerdo a los procedimientos y el *business process management* generado en el proceso de investigación. En la tabla 2 se muestra el check list elaborado para visualizar cuales actividades realizaban igual al business process management. Las casillas de color verde representan las actividades que realizaron los dueños de los procesos de acuerdo a lo plasmado en el *business process management*, y en color rojo las veces que realizaron de manera diferente. En este sentido, la autora afirma que estos cambios realizados en los procesos no afectan el modelo porque la mayoría de las veces realizan las actividades en base a lo descrito en el *business process management*.

Observando el check list de verificación de procesos, se evidencia que el 94% de las veces que atracaron buques en el terminal los dueños de los procesos cumplieron con los pasos descritos tanto en el *business process management* como en los procedimientos de la empresa.

Luego de terminar la evaluación el Capitán envía resultados al Customer Service para que este notifique mediante correo electrónico los resultados de la evaluación.

Suponiendo que la evaluación arroje positivo el atraque del buque, empieza la fase de monitoreo marítimo, esta actividad se hace de forma paralela a la realización del FCOM, luego la programación de buque y la verificación de equipos. Es importante destacar que la realización del FCOM prela la programación de buque, y a su vez las verificaciones de equipo y las operaciones en el terminal ya que la programación restringe la realización de las actividades mencionadas. En este sentido, una vez que se realiza la programación es enviada al departamento de mantenimiento para que inicien con el proceso de verificación de quipos y a los jefes de operaciones para que coordinen las operaciones de descarga de buque.



Cuadro 4. Business process management antes y durante descarga de buque.
Fuente: Martínez J. (2018)

En las operaciones de descarga hay 4 actividades que se realizan de manera simultanea y estas son la supervisión de operaciones, conectar líneas de transferencia de buque-muelle, medir nivel de tanques y conectar líneas de transferencia muelle-

tanque, pues bien, estas operaciones tienen un tiempo de duración igual al de la estadía del buque en el muelle del terminal, es decir, mientras haya producto hay operaciones.

4.2 Definir el modelo de programación para optimizar los recursos.

4.2.1.- Modelo para actividades a ejecutar antes del atraque de buque.

4.2.1.1-Definición de variables.

Variables que intervienen antes de llegada de buque.

Todas las unidades están expresadas en minutos

X2: tiempo de ejecución de ítem 2 (Coord. Servicio)

X3: tiempo de ejecución de ítem 3 (Aprobación de atraque de buque)

X4: tiempo de ejecución de ítem 4 (Notificar al cliente aprobación/rechazo)

X5: tiempo de ejecución de ítem 5 (Monitorear ubicación de buque)

X6: tiempo de ejecución de ítem 6 (Realizar FCOM)

X7: tiempo de ejecución de ítem 7 (Realizar Programación)

X8: tiempo de ejecución de ítem 8 (Verificación de equipos)

4.2.1.2.- Restricciones:

20 X2 120 (1.2.1)

300 (1.2.2)

30 (1.2.3)

(1.2.4)

(1.2.5)

(1.2.6)

8 (1.2.7)

(1.2.8)

$X2+X3+X4+X6+$ (1.2.9)

4.2.1.3.- Función objetivo:

$Z = \min (X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8)$

4.2.2 Modelo para actividades durante la descarga de buque.

4.2.2.1.- Variables que intervienen durante la descarga de un buque.

Todas las unidades están expresadas en minutos

X9: tiempo de ejecución de ítem 9 (Asignar orden de trabajo)

X10: tiempo de ejecución de ítem 10 (Reunión entre capitán de buque y jefe de ops)

X11: tiempo de ejecución de ítem 11 (Supervisar ordenes de trabajo)

X12: tiempo de ejecución de ítem 12 (Conectar líneas de transferencia buque-muelle)

X13: tiempo de ejecución de ítem 13 (Medir nivel de tanques)

X14: tiempo de ejecución de ítem 14 (Conectar líneas de transferencia muelle-tanque)

2.2.- Restricciones

(2.2.1)

(2.2.2)

(2.2.3)

X11=X12(2.2.4)

X11=X13(2.2.5)

X11=X14(2.2.6)

(2.2.7)

(2.2.8)

X14 (2.2.9)

4.2.2.2 Función objetivo

$Z = \text{Min} (x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14})$

El objetivo del modelo es minimizar el tiempo total de servicio para cada buque, el cual está compuesto por el tiempo de gestión administrativa antes de la llegada del atraque y el tiempo que demora en el muelle realizando las operaciones descarga de buque. La restricción (1.2.1) garantiza que el customer service envíe un correo electrónico en un tiempo óptimo al Capitán de Vopak con las especificaciones técnicas del buque. La restricción (1.2.2) busca encontrar el tiempo óptimo de evaluación de buque. Seguidamente, la restricción (1.2.3) expresa cual tiempo es el que debe ejecutarse la actividad de notificación al cliente.

En cuanto a la restricción (1.2.4) esta referida al ETA del navío, el tiempo mínimo para recibir solicitudes de servicios es de 4320 min, es decir, 72 horas. En el

tiempo de observación de la autora se encontró con que el 100% de las veces que enviaban solicitud de servicio eran en el tiempo mencionado con anterioridad, dejando solamente 4320 min para ejecutar las actividades administrativas inherentes al proceso previo al atraque del buque. Por esta razón, X5 debe ser menor igual al tiempo de arribo del buque al terminal. Es importante destacar que, esta actividad es ejecutada de manera simultánea con las actividades X6, X7 y X8. En este sentido, la restricción (1.2.8 y 1.2.9) expresan esta situación. En el gráfico 2 se explica esta operación.

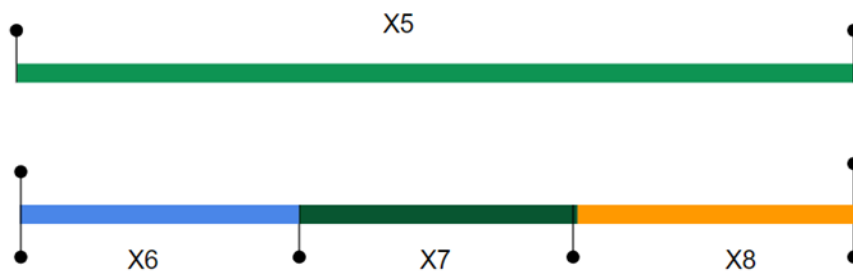


Gráfico 2. Secuencia de ejecución de ítems 5, 6, 7 y 8.
Fuente: Martínez J. (2018).

El gráfico 2 quiere decir que los ítems 6, 7 y 8 se hacen de manera simultánea con el ítem 5 y a su vez el ítem 6 restringe la ejecución del ítem 7 y 8. Pues bien, la verificación de equipos (x8) se ejecuta cuando está terminada la programación (x7) y solamente se puede hacer la programación si está terminado el FCOM (X6). En cuanto a las restricciones (1.2.5, 1.2.6 y 1.2.7) garantizan que estas operaciones sean ejecutadas en el tiempo más óptimo para este modelo.

Anteriormente se mencionó que el objetivo de este modelo es optimizar tiempos de ejecución, por tanto, la función objetivo se trata de minimizar todas las variables establecidas con el fin de determinar cuál es el tiempo de ejecución mínimo viable para cada ítem.

4.2.3- Resultados de los modelos propuestos.

Se realizó una simulación para verificar la viabilidad del modelo propuesto y buscar el valor óptimo de la función objetivo planteada. Además, en este apartado se comparan los resultados del actual sistema en las operaciones del terminal y el tabulador de tiempos registrado por la autora. Para resolver las ecuaciones del modelo se dispuso de una herramienta. Esta simulación se realizó con el complemento solver en el programa de Microsoft Excel. A continuación, se muestran las tablas de la 4 a la 7 con los pasos y la resolución del modelo. Solver es una herramienta que forma parte de una serie de comandos, a veces denominados de "análisis Y si". Con Solver, puede buscarse el valor óptimo para una fórmula de celda, denominada celda objetivo, en una hoja de cálculo.

Para activar esta función en Excel primero se debe seleccionar la pestaña "archivo" en donde se desplegarán múltiples opciones, entre ellas está la opción de complemento la cual vamos a dar clic y luego seleccionar "ir" (ver tabla 4). Seguido de esto aparecerá una pestaña (ver tabla 5) en donde hay que seleccionar solver y dar clic en aceptar. Una vez hecho estos pasos se activará automáticamente la función solver en Excel.

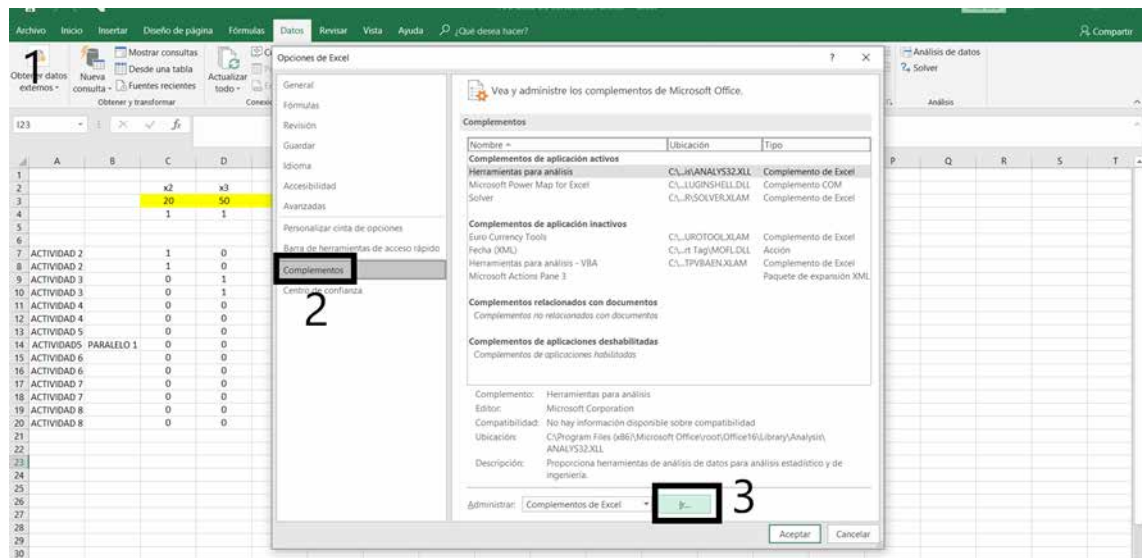


Tabla 4. Pasos para activar función solver en excel.
Fuente: Martínez J. (2018).

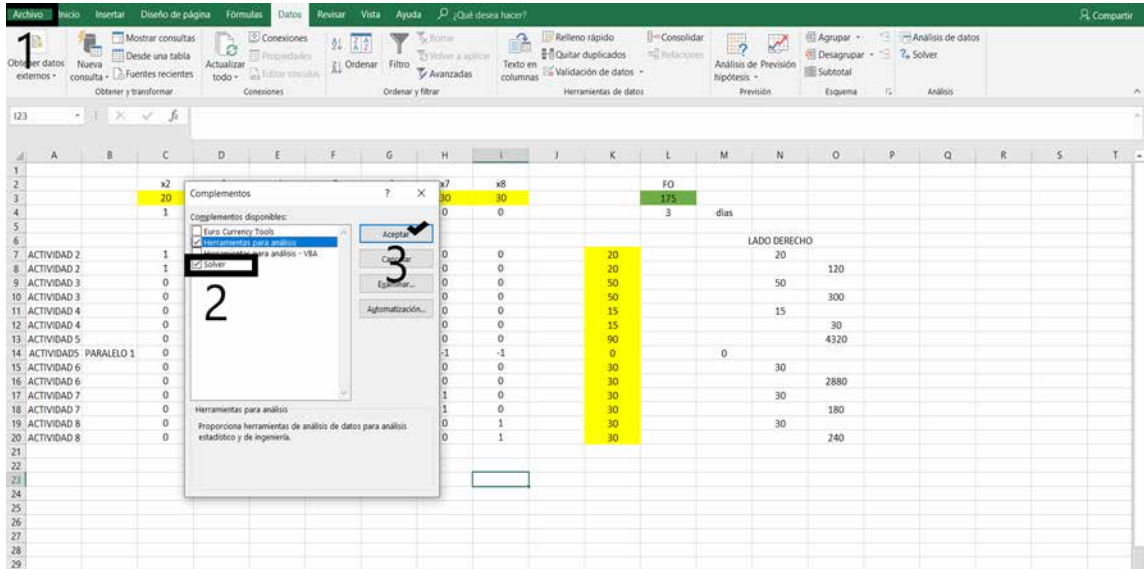


Tabla 5. Pasos para activar función solver en Excel.

Fuente: Martínez J. (2018).

4.2.3.1. Resultados del modelo de programación antes de atraque de buque.

Para agregar las restricciones se utilizó el complemento solver descrito en la sección anterior, en donde se establecieron las columnas que contenían las variables mayores igual, menor igual e igual. En la tabla 6 se muestra las restricciones agregadas al complemento solver.

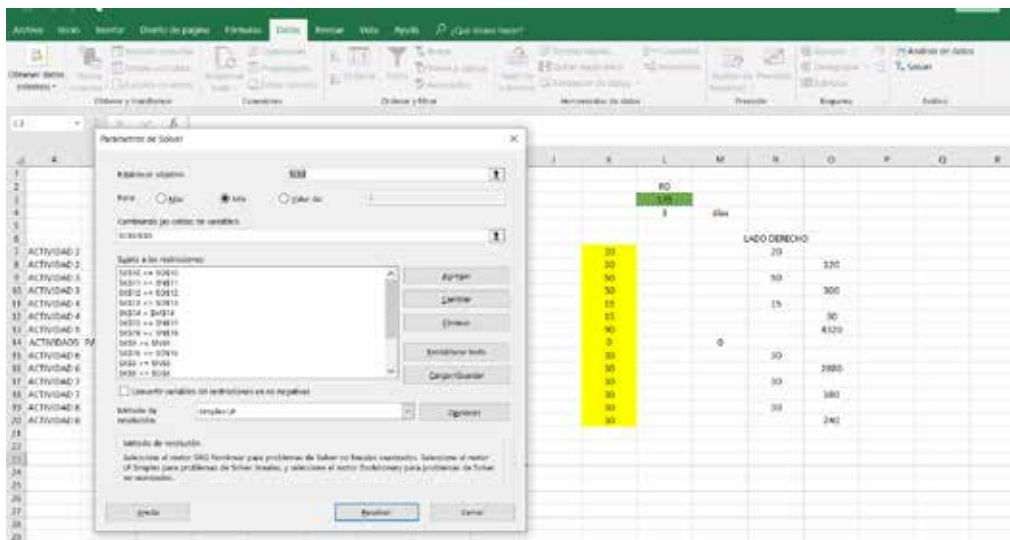


Tabla 6. Restricciones en el complemento solver de Excel.

Fuente: Martínez J. (2018)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3			15	90	4320	4320	4320	4320			4335				
4			1	0	1	0	0	0							
5											3	días			
6													LADO DERECHO		
7	ACTIVIDAD 9		1	0	0	0	0	0			15		15		
8	ACTIVIDAD 9		1	0	0	0	0	0			15		30		
9	ACTIVIDAD 10		0	1	0	0	0	0			90		90		
10	ACTIVIDAD 10		0	1	0	0	0	0			90		580		
11	ACTIVIDAD 11		0	0	1	0	0	0			4320		4320		0
12	ACTIVIDAD 11 PARALELO 1		0	0	1	-1	0	0			0		0		
13	ACTIVIDAD 11 PARALELO 2		0	0	1	0	-1	0			0		0		
14	ACTIVIDAD 11 PARALELO 3		0	0	1	0	0	-1			0		0		
15	ACTIVIDAD 12		0	0	0	1	0	0			4320		4320		
16	ACTIVIDAD 13		0	0	0	0	1	0			4320		4320		
17	ACTIVIDAD 14		0	0	0	0	0	1			4320		4320		

Tabla 8. Modelo de programación durante atraque de buque.
Fuente: Martínez J. (2018)

La tabla 8 muestra el modelo de programación para las operaciones durante la descarga de buque. El modelo encontró una solución viable que satisface todas las restricciones, siendo esta la función objetivo igual a 4335 min, que equivale a 3 días de operaciones continuas en el terminal. El modelo sugiere que la variable $X_9=15$, $X_{10}=90$, X_{11} , X_{12} , X_{13} y $X_{14}=4320$ min.

4.3 Validar el modelo de programación mediante un análisis de sensibilidad en distintos escenarios.

El análisis de sensibilidad o postoptimal para los modelos de Programación Lineal, tiene por objetivo identificar el impacto que se generan en los resultados del problema original luego de determinadas variaciones en los parámetros, variables o restricciones del modelo. Se plantearon tres escenarios. El primero es para el modelo antes del atraque de buque, aquí se plantea recibir el ETA con un día de anticipación a la llegada del buque. La idea en este escenario es visualizar como serán las operaciones teniendo un tiempo mínimo de anticipación tan pequeño respecto al establecido por la empresa.

RECOMENDACIONES

En primera instancia se recomienda la elaboración de un segundo modelo de programación definiendo como variable de decisión la cantidad de personas que intervienen en el proceso. La intención es usar como base el modelo de programación propuesto en esta tesis de grado, para así poder determinar la cantidad óptima de trabajadores que se necesitan para cada operación. Actualmente en Venezuela la ley no permite despedir personal, pero el modelo sugerido puede servir para justificar la permanencia de cada uno. Se recomienda tener más tiempo para la toma de datos, pues bien, en tres meses no se obtuvo una muestra representativa de los buques que atracan en el terminal durante un año. Se sugiere aplicar un SMED para abordar el sistema de carga de cisternas.

REFERENCIAS

Alarcón, F. (2015) “**Asignación de árbitros para un campeonatos de fútbol mediante el uso de programación matemática**”. Tesis de grado

Arias F. (2006). **El proyecto de investigación**. 5ta edición. Editorial Episteme. Caracas.

Arias F. (2011). **El proyecto de investigación**. 6ta edición. Editorial Episteme. Caracas.

Arias F (1999). **El proyecto de investigación**. 3ra. Edición. Editorial Episteme. Caracas.

Cadena de Valor de Porter. Cadena de Valor. Link:
<https://www.webyempresas.com/la-cadena-de-valor-de-michael-porter/> (2018)

Dávila, D. (2012) “**Modelo matemático para la optimización de una cadena de suministro global con consideraciones de cupos de compra y periodos de pago**” Tesis de grado

Elsa C. (2012). El dilema de los costos en las empresas de servicio. Link :
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/quipukamayoc/2012/V20n35-I/pdf/a02v35n1.pdf>

Gestiopolis. Cadena de suministros. Link:
<https://www.gestiopolis.com/cadena-suministro/>

German James (2011). La investigación de operaciones, uso de modelos y métodos optimización. Link:
<https://germanjames.com/2011/03/16/la-investigacion-de-operaciones-uso-de-modelos-y-metodos-de-optimizacion/> (2018)

González M. (2014). “**Modelo para optimizar la planificación de la producción de productos y subproductos de la industria porcina**”

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (2006) **Metodología de la Investigación**. México. Mc Graw Hill.

Hidalgo Kisbel. Toma de decisiones con modelos determinísticos y probabilísticos. Link:

<http://kisbelhidalgotomdecisionesestadisprob.blogspot.com/> (2018)

Lewis (1987), Mitroff (1974). Modelo matemático cuantitativo. <http://www.redalyc.org/pdf/729/72912559007.pdf>

Markovic y Pereira (2007). Towards a Formal Framework for Reuse in Business Process Modeling. Link :

[https://www.researchgate.net/publication/221586300 Towards a Formal Framework for Reuse in Business Process Modeling?ev=auth_pub](https://www.researchgate.net/publication/221586300_Towards_a_Forma_l_Framework_for_Reuse_in_Business_Process_Modeling?ev=auth_pub)

Martínez J. (2015). **“Aplicación de un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño”**. Tesis de grado

Researchgate (2016). Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios en una institución educativa. Link:

[https://www.researchgate.net/publication/317006549 aplicacion de programacion lineal para la asignacion de horarios en una institucion educativa mexicana application of linear programming for the timetabling model in technical education institution in](https://www.researchgate.net/publication/317006549_aplicacion_de_programacion_lineal_para_la_asignacion_de_horarios_en_una_institucion_educativa_mexicana_application_of_linear_programming_for_the_timetabling_model_in_technical_education_institution_in)

Scielo (2013). Modelo de proceso de negocio: Evolución del concepto en el contexto universitario. Link:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462013000100009

Sabino C (2002). **El proceso de investigación**. Editorial Panapo, Caracas.

Sabino C (1992). **El proceso de investigación**. Editorial Panamericana, Bogotá, y Ed. Lumen, Buenos Aires

Tamayo y Tamayo M. (1999). **El proceso de investigación científica**. Editorial. Limusa. México

Taha (2012). **Investigación de operaciones**, novena edición.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Link:
http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html

UPEL (1990). Una modalidad de investigación. Link:
<http://www.redalyc.org/pdf/410/41030203.pdf>

Zavala, A. (2015) “**Minimización de los costos de producción en la sección de corte mediante la optimización del uso de los recursos, ecofroz, S.A**”.