



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
Y ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

DISEÑO DE MODELO DE DISTRIBUCIÓN PARA CLIENTES DE CENTRO Y ORIENTE
ATENDIDOS POR LA PLANTA DE GUATIRE, TOMANDO EN CUENTA LA
IMPLEMENTACIÓN DE OPERADORES LOGÍSTICOS

Por:

Br. Guillermo Alejandro Lapelosa Rinaldi

INFORME DE PASANTÍA

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Producción

Sartenejas, Septiembre 2021



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
Y ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

DISEÑO DE MODELO DE DISTRIBUCIÓN PARA CLIENTES DE CENTRO Y ORIENTE
ATENDIDOS POR LA PLANTA DE GUATIRE, TOMANDO EN CUENTA LA
IMPLEMENTACIÓN DE OPERADORES LOGÍSTICOS

Por:

Br. Guillermo Alejandro Lapelosa Rinaldi

Realizado con la asesoría de:

Turo Académico: Prof. Gerardo Febres

Tutor Industrial: Lic. Johana Noguera

INFORME DE PASANTÍA

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Producción

Sartenejas, Septiembre 2021

ACTA DE EVALUACIÓN

ACTA DE EVALUACIÓN DE INFORME DE PASANTÍA

DISEÑO DE MODELO DE DISTRIBUCIÓN PARA CLIENTES DE CENTRO Y ORIENTE
ATENDIDOS POR LA PLANTA DE GUATIRE, TOMANDO EN CUENTA LA
IMPLEMENTACIÓN DE OPERADORES LOGÍSTICOS

Realizado por: Guillermo Alejandro Lapelosa Rinaldi
Tutor Académico: Prof. Gerardo Febres

RESUMEN

Las variaciones en la demanda ocasionadas por la situación económica del país, altos costos de transporte hacia la región de Oriente y restricciones de operatividad en la planta de Guatire (GDC) ocasionadas por la pandemia, P&G de Venezuela ha decidido evaluar la implementación de operadores logísticos en su modelo de distribución o Go to market (GTM) a sus clientes de Centro y Oriente del país, con el objetivo de minimizar los gastos de transporte de la empresa en la distribución de sus productos. Para ello, se trabajó con los equipos de logística y finanzas siguiendo una metodología de investigación-acción, estructurada en 5 fases, donde tomando como referencia una herramienta en Excel, se recolectó la información requerida para modelar distintos escenarios, actuales y tomando en cuenta a los operadores logísticos, para posteriormente seleccionar el escenario con el menor costo de transporte, utilizando programación lineal entera mixta (MILP). Como resultado se presentó una propuesta de GTM que reduce en un 13 % mensuales, los gastos de transporte con respecto al escenario actual de distribución de la empresa. Dicha propuesta recomienda la implementación de dos de los cuatro operadores logísticos evaluados, los cuales suplantarían las actividades del centro de distribución en Guatire (GDC).

Palabras clave: Modelo de distribución, GTM, operadores logísticos, modelo de optimización, programación lineal entera mixta, gastos.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y mi novia, por acompañarme desde el inicio en este largo camino lleno de altos y bajos, por festejar mis éxitos, consolarme en mis caídas y por siempre estar ahí apoyándome para levantarme y seguir. Por sus consejos, por su amor incondicional y por ser esa piedra angular sobre la que he construido mi vida.

A mis amigos Rubén, Edgardo Giovanni, Nelson, Javier, Alexandra, Norasska, Mairym y mis amigos de la carrera, por coincidir conmigo en esta época de nuestras vidas, por llenar de risas los días compartidos, brindar su apoyo en las noches de traspaso y ayuda en los momentos de necesidad. Sin lugar a duda son de las cosas más bonitas que me deja mi paso por la Simón Bolívar.

A la Universidad Simón Bolívar y sus profesores, por forjar mi carácter y brindarme de los conocimientos necesarios para ser un profesional exitoso.

Formula SAE USB, por permitirme vivir una de las mejores experiencias de mi vida, por desafiarme y enseñarme a que no hay nada que no se pueda hacer si te determinas a cumplirlo. Por permitirme conocer a tantas personas increíbles con las que compartí momentos inolvidables y que llevare siempre conmigo.

Al Profesor Gerardo Febres, en primer lugar, por ser un profesor increíble que reta a sus estudiantes a pensar más allá y a no conformarse con lo básico; en segundo lugar, por tomarse el tiempo de asumir el compromiso de ser mi tutor académico y darme su consejo durante este periodo de pasantía.

A Johanna Noguera por asumir el rol de mi tutor industrial, pero además por su rol de mentor dentro de la empresa, por su paciencia, sus enseñanzas y por desafiarme constantemente a desarrollar nuevas habilidades y mejorar aspectos de mí mismo.

Al equipo de CSO, por hacer de esta experiencia de pasantías, una de las más enriquecedoras de mi vida, por todas las enseñanzas, los conocimientos y la calidad humana que compartieron conmigo.

Finalmente, a P&G por darme la oportunidad de implementar y de desarrollar nuevos conocimientos, por darme la confianza de desenvolverme dentro de una comunidad y un equipo únicos, y por brindarme de tantas experiencias que llevare conmigo el resto de mi carrera profesional

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	1
Justificación del proyecto	2
Antecedentes	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Alcance	3
Limitaciones	4
CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	5
1.1. Reseña histórica de la empresa	5
1.2. Propósito.....	6
1.3. Visión	6
1.4. Valores.....	6
1.5. Principios.....	7
1.6. Estructura organizativa	7
1.7. Departamento de Suministro de Productos P&G Venezuela.....	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1. Cadena de suministros	10
2.2. Modelo de distribución	10
2.3. Go to Market (GTM):	11
2.4. Punto de despacho o <i>Shipto</i>	11
2.5. Gasto	11

2.6. Costo	11
2.7. Programación lineal	11
2.8. Programación lineal entera mixta.....	12
CAPÍTULO III MÉTODOS	13
3.1. Construcción de escenarios base de GTM de la empresa	14
3.2. Diseño del modelo de optimización	15
3.2.1. Parámetros.....	16
3.2.2. Conjunto de variables.....	16
3.2.3. Variables de decisión.	16
3.2.4. Modelo matemático.....	17
3.3. Validación del modelo	19
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS	20
4.1. Escenarios base de GTM de la empresa	21
4.1.1. Escenario 1 (E1)	21
4.1.2. Escenario 2 (E2)	21
4.1.3. Escenario 3 (E3)	22
4.1.4. Escenario 4, 5 y 6 (E4, E5 y E6)	23
4.2. Resultados del modelo de optimización.....	26
4.3. Validación del modelo	28
4.4. Presentación de la propuesta.....	29
CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Cantidad de pernoctas por número de paradas	20
Tabla 4.2 Estructura de costos de OL	23
Tabla 4.3 Costo de transporte por caja de Escenarios del 1-6.	24
Tabla 4.4 Costos fijos de apertura y costos de transporte desde BDC.....	26
Tabla 4.5. Costo total de transporte de Escenarios del 1-6.....	26
Tabla 4.6 Porcentaje de volumen despachado a cada región.....	27
Tabla 4.7 Costo total de transporte por caja de Escenario 7 (EO).....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura organizativa global de Procter & Gamble.....	8
Figura 1.2. Organigrama departamento de Suministro de Productos de P&G Venezuela	9
Figura 4.1 Modelo de distribución actual Escenario 1 (E1).	21
Figura 4.2 Modelo de distribución actual Escenario 2 (E2).	22
Figura 4.3 Modelo de distribución actual Escenario 3 (E3).	22
Figura 4.4 Modelo de distribución actual Escenarios 4, 5 y 6 (E4, E5, E6) Fuente:	23
Figura 4.5. Modelo de distribución Escenario 7 (Escenario Óptimo EO)	27
Figura 4.6 . Modelo de distribución Escenario 8 (E8).	28

LISTA DE ABREVIATURAS

BDC	<i>Barquisimeto Distribution Center</i> (Centro de Distribución de Planta Barquisimeto)
CPU	<i>Customer Pick UP</i> (Cliente recoge el pedido) <i>Customer Team Logistic Managment</i> (Departamento de Manejo de Logística para
CTLM	Clientes)
ED	Entrega Directa
GBS	<i>Global Business Services</i> (Servicios Globales de Negocio)
GBU	<i>Global Business Units</i> (Unidades Globales de Negocio)
GDC	<i>Guatire Distribution Center</i> (Centro de Distribución de Planta Guatire)
MILP	<i>Mixed-integer linear programming</i> (Programación Lineal Entera Mixta)
MP	Multiparada
MS&P	<i>Market Strategy and Planing</i> (Planificación y Estrategia de Mercado)
OL	Operador(es) Logístico (s)
OL1	Operador Logístico 1
OL2	Operador Logístico 2
OL3	Operador Logístico 3
OL4	Operador Logístico 4
P&G	Procter and Gamble
PS	<i>Product Supply</i> (Suministro de Producto)
R&D	<i>Research and Development</i> (Departamento de Investigación y Desarrollo)
RBU	<i>Regional Business Units</i> (Unidades de Negocio Regionales)
SMO	<i>Sales and Market Operations</i> (Operaciones de Venta y Mercado)
XD	Cross Dock

INTRODUCCIÓN

Procter & Gamble es una de las empresas manufactureras de bienes de consumo masivo más reconocidas a nivel mundial, por la constante innovación en sus productos, su cultura organizacional única, su liderazgo en distintos sectores de mercado con marcas como: Pampers, Tide, Head and shoulders, entre otras. Además de contar con una larga trayectoria de más de 100 años en el mercado y en los hogares de millones de personas alrededor del mundo.

Para las empresas manufactureras, uno de los pilares fundamentales del éxito de su negocio viene dado por el diseño, gestión y ejecución de una cadena de suministro que le permita ser eficiente en cuanto a los costos de distribución a sus clientes, además de brindarle la flexibilidad necesaria para adaptarse a los diferentes cambios del mercado. Para (Manrique, Teves, Taco, & Flores, 2019), la importancia de la cadena de suministro radica en la relación y dependencia que existe entre sus elementos, desde el punto de origen del producto o servicio hasta el punto de consumo del mismo, lo cual indica que su estudio se constituye en un proceso, a nivel de gerencia, que permite a las organizaciones adquirir e incrementar el nivel de competitividad y por ende su rentabilidad.

Por otro lado, desde hace algunos años, la situación económica del país se ha ido tornando cada vez más complicada para la población venezolana y sus empresas. Esto, aunado a las consecuencias económicas producto de la pandemia del coronavirus, ha hecho que las empresas deban buscar soluciones alternativas para poder mantener sus operaciones en el país.

Debido a estas condiciones, P&G Venezuela se encuentra en la necesidad de realizar ajustes en sus estrategias operativas, derivadas del diseño y gestión de su cadena de suministro; englobadas dentro del proceso de GTM (Go to Market) de la empresa, para poder afrontar las complejidades y retos que el mercado venezolano plantea, a través de un modelo de distribución que les permita optimizar los costos de transporte y almacenaje, manteniendo su alta calidad en el servicio a sus clientes.

Planteamiento del problema

Dada la variación en la calidad de las materias primas y los altos costos asociados a la producción nacional, P&G Venezuela ha tomado la decisión de importar la totalidad de su portafolio, para ser distribuido a nivel nacional. Por otro lado, tomando en cuenta los altos costos de transporte hacia la región de oriente, especialmente al estado de Nueva Esparta, cuyos clientes son atendidos en la actualidad

por la planta de Guatire (GDC), aunado a la alta variación en la demanda y la complejidad operativa debido a las restricciones adicionales en semanas radicales por motivo de la pandemia de Covid-19; P&G Venezuela, se ha visto en la necesidad de rediseñar el modelo de distribución a sus clientes (GTM), tomando en cuenta la viabilidad de la implementación de servicios de operadores logísticos que sustituyan las operaciones de despacho de GDC a clientes en las regiones Centro y Oriente del país, garantizando la optimización de los costos de transporte y almacenamiento.

Justificación del proyecto

El diseño de un modelo de distribución o GTM que tome en cuenta la implementación de operadores logísticos como proveedores del servicio de distribución a los clientes de la región Centro y Oriente del país, le permitiría a P&G Venezuela, tener la visibilidad de las posibles oportunidades de optimización de costos en su cadena de suministro, además de garantizar una utilización más eficiente del flujo de efectivo de la compañía

Con la realización de este proyecto, se busca elaborar un modelo matemático que brinde la visibilidad necesaria al Departamento de Manejo de Logística para Clientes (CTLM), sobre el modelo de distribución más eficiente en términos de costos, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en conjunto con los equipos de finanzas y finalmente con la Directiva de la empresa, en cuanto a los planes de acción necesarios para la selección, aprobación y ejecución de dicho modelo en la operación diaria.

Antecedentes

Producto de la inestabilidad del mercado venezolano, los cambios en los hábitos de consumo y los fuertes cambios en las variables macroeconómicas del país, a partir de enero del año fiscal 2018-2019, las proyecciones de venta se han visto afectadas lo que ha impactado económicamente a la empresa. Adicionalmente, a inicios de este año fiscal, la empresa decidió suspender en su totalidad la producción de la categoría de pañales y toallas sanitarias femeninas en GDC, dejando solo la planta como un centro de destitución para clientes de Centro (Aragua, Caracas y Miranda) y Oriente.

Por otra parte, en el año fiscal 2018-2019, se creó una herramienta que permite evaluar los costos de los diferentes escenarios del GTM, bien sea una combinación entre despachos desde la planta de Barquisimeto (BDC) y GDC, o un escenario con despachos 100% BDC. Dicha herramienta sirvió como

base para la realización de los cálculos del presente proyecto, con la actualización correspondiente para la inclusión de los escenarios de los distintos operadores logísticos.

Objetivo general

Diseñar un modelo de distribución para los clientes de centro y oriente, actualmente servidos a través del centro de distribución en Guatire, minimizando los costos de transporte y tomando en cuenta las ofertas de servicio de operadores logísticos.

Objetivos específicos

- Adaptarse a el funcionamiento de la empresa y al área de trabajo.
- Recolectar la información sobre costos de modelos actuales de distribución.
- Recolectar información sobre estructura de costos de operadores logísticos.
- Diseñar modelo lineal para cálculo de escenario óptimo de modelo de distribución.
- Analizar resultados y evaluar factibilidad de implementación
- Presentar propuesta de escenario de operador logístico con directiva para aprobación.

Alcance

Este proyecto fue realizado en el departamento de Suministro de Producto (PS), específicamente en el área de Manejo de Logística para Clientes (CTLM), que es la encargada de desarrollar estrategias logísticas de servicio eficientes, que le permitan a la empresa maximizar sus ganancias, además de brindar las bases sobre las que los equipos de Finanzas y Transporte realizan sus pronósticos de costo y planificación operativa respectivamente. El proyecto busca alinear los intereses de las áreas de: Compras, Ventas, Transporte y Finanzas, con el objetivo de determinar si la implementación de operadores logísticos que sustituyan la operación de GDC representa un ahorro para la compañía.

El alcance del proyecto está planteado hasta la etapa de presentación de la propuesta para aprobación por parte de la directiva, debido a la culminación del contrato como pasante dentro de la empresa.

Limitaciones

El proceso de elaboración de GTM es un proceso complejo, que involucra y depende de la información compartida por muchos departamentos. Por un lado, compras quienes se encargan de negociar las tarifas con los posibles operadores logísticos y por otro, el departamento de planificación y estrategia de mercado (MS&P), quienes son los encargados de realizar las proyecciones de volumen de ventas. Ambos procesos, requieren de tiempo y especialmente en el caso de compras, el cual depende exclusivamente de la celeridad que los proveedores den a responder las propuestas para operador logístico.

Adicionalmente, el proyecto se realizó con el software disponible en la compañía (Microsoft Excel) debido a que, por prioridades en el uso óptimo del flujo de efectivo de la empresa, no se puede invertir en la implementación de software especializado en la elaboración de modelos de distribución y diseños de modelos lineales más complejos.

Finalmente, otra limitación, es el tiempo que tomaría realizar la calificación/evaluación del cumplimiento con los estándares de calidad de P&G por parte operador logístico recomendado por el modelo, además del cumplimiento en sí de dichos estándares, ya que queda fuera del control de la empresa. Por estas razones, dicha evaluación queda fuera del alcance de este proyecto.

|

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Procter & Gamble también conocida como P&G, es una empresa estadounidense multinacional de bienes de consumo con sede en Cincinnati, (Ohio) Estados Unidos. Con el paso de los años y con un enfoque en la innovación de sus productos, P&G ha logrado convertirse en una de las empresas más reconocidas a nivel mundial, ya que cuenta con presencia en más de 160 países, con productos y marcas líderes en sus respectivos sectores de mercado.

1.1. Reseña histórica de la empresa

Procter & Gamble, es una empresa de bienes de consumo masivo, fundada originalmente por William Procter y James Gamble, el 31 de octubre de 1837 en Cincinnati (Ohio) Estados Unidos como una empresa fabricante de jabón y velas. Debido al crecimiento en popularidad de sus productos, la demanda de estos llegó a superar la capacidad de su sede en Cincinnati, por lo que la compañía comenzó la construcción de plantas en distintas partes de los Estados Unidos. Este mismo crecimiento llevo a la empresa en 1930, a mover sus operaciones y productos al mercado internacional, con la apertura de una nueva planta en New Castle, Inglaterra. (P&G Intranet,2021)

La historia de P&G en Venezuela empieza en 1950 con la introducción del ACE, uno de los detergentes de ropa más icónicos en la historia de Venezuela, estableciéndose como la sede principal de la región en términos administrativos y de investigación. En los siguientes años, P&G introdujo marcas globales al mercado venezolano empezando con Ariel y Safeguard. Hoy en día, P&G es una de las compañías de productos de consumo más respetadas en Venezuela ya que sus productos son usados en casi todos los hogares venezolanos (P&G Intranet,2021).

En 1952, se inicia la producción de pañales en su primera planta ubicada en La Yaguara, Caracas. Luego, en 1981, se inaugura la primera planta para la producción de detergentes, en Barquisimeto, estado Lara. En 1994, se instala la llamada “Planta Guatire” para la producción de pañales y toallas sanitarias en el estado Miranda. Por último, en 1997 comienza el funcionamiento de las oficinas de P&G Venezuela

en la Trinidad, Caracas (P&G Intranet, 2021). En el 2009 debido a la situación económica del país, la sede de P&G Latinoamérica es trasladada a Panamá y en 2016, el Centro de Investigación y Desarrollo (R&D) para Latinoamérica es trasladado a Brasil. Este mismo año debido al sistema cambiario de divisas venezolano y las distorsiones en los distintos reportes financieros de la empresa, producto del proceso hiperinflacionario de país, P&G global toma la decisión de desconsolidar a Venezuela de los reportes de estados financieros de la región (P&G Intranet, 2021).

Actualmente, P&G Venezuela cuenta con diversas marcas activas en el mercado venezolano, en su gran moría importados, que pertenecen a las categorías: cuidado del cabello (*Hair Care*), detergentes (*Fabric Care*), desodorantes (*APDO*), toallas sanitarias femeninas (*Fem Care*) y pañales para bebés (*Baby Care*). Estos productos son despachados a través de las plantas de Barquisimeto (BDC) y Guatire (GDC) las cuales aún mantienen operaciones como centros de distribución.

1.2. Propósito

“Proporcionaremos productos y servicios de marca de calidad superior y valor que mejoran la vida de los consumidores de todo el mundo, ahora y para las generaciones venideras. Como resultado, los consumidores nos recompensarán con liderazgo en las ventas, ganancias y valor permitiendo que nuestra gente, nuestros accionistas y las comunidades en las que vivimos y trabajamos prosperen”. (P&G Intranet, 2021).

1.3. Visión

Ser y ser reconocidos como la mejor compañía de productos y servicios de consumo en el mundo” (P&G Intranet, 2021).

1.4. Valores

“Nuestros valores son lo que nos mantiene unidos como Compañía.” (P&G Intranet, 2021).

Son el fundamento de nuestro éxito. La gente de P&G es la que da vida a nuestros valores, al enfocarse en mejorar la vida de los consumidores de todo el mundo. Nuestros valores centrales, combinados con colocar a nuestros consumidores en el centro de todo lo que hacemos, nuestra gente y nuestras marcas, son lo que hacen única a P&G. (P&G intranet, 2021)

A continuación, se describen los valores de la compañía:

- **Integridad:** Los empleados de P&G busca hacer lo correcto en todo momento, con un carácter honesto y directo con los demás y con un carácter respetuoso ante la ley.
- **Liderazgo:** Los empleados son líderes dentro de sus áreas de responsabilidad, con un profundo compromiso por entregar resultados de liderazgo.
- **Sentido de propiedad:** Todos los empleados de P&G actúan como propietarios, tratando los activos de la empresa como propios y manteniendo en la mente el éxito de la empresa a largo plazo.
- **Pasión por ganar:** Ser los mejores en lo que más le importa a la empresa, con una saludable insatisfacción con el statu quo y un deseo imperioso de mejorar y ganar en el mercado.
- **Confianza:** Tratar con respeto a nuestros empleados, colegas y clientes. Mantener confianza en las capacidades e intenciones de nuestros empleados.

1.5. Principios

“Nuestros Principios son una expresión duradera de los valores de la Compañía” (P&G Intranet, 2021)

Ellos proveen un marco de referencia que guían nuestros comportamientos y nuestra forma de evaluar una situación. Son una brújula que nos ayudan a mantener nuestra identidad tanto en los buenos tiempos como en los malos. Mostramos respeto por todos los individuos. Los intereses de la compañía y del individuo son inseparables. Nos enfocamos estratégicamente en nuestro trabajo. La innovación es la piedra angular de nuestro éxito. Estamos enfocados externamente. Valoramos la maestría personal. Procuramos ser los mejores. La interdependencia mutua es una forma de vida. (P&G intranet, 2021)

1.6. Estructura organizativa

A nivel organizacional, Procter & Gamble se divide principalmente en cuatro unidades de negocio que se muestran en la Figura 1.1.

- Unidades Globales de Negocio (GBU): se encargan del desarrollo de productos, además de la identificación de las necesidades del consumidor, para así determinar sus características e impactos, construyendo marcas y estableciendo planes de mercado. A su vez, las GBU están conformadas por Unidades Regionales de Negocio (RBU), con funciones similares pero enfocadas a los productos y estrategias dirigidas a consumidores de la región.

- Operaciones de Venta y Mercado (SMO): conformadas por las funciones corporativas requeridas por cualquier región o país, tienen por objetivo mantener una correcta relación con clientes y consumidores, desarrollando estrategias de distribución.
- Servicios Globales de Negocio (GBS): dan soporte informático y tecnológico a la empresa



Figura 1.1. Estructura organizativa global de Procter & Gamble

Fuente: P&G Intranet, 2021

1.7. Departamento de Suministro de Productos P&G Venezuela

El departamento de Suministro de Productos (PS) en el SMO de Venezuela, es el responsable por garantizar el correcto funcionamiento de la cadena de suministro de P&G, además de mantener los procesos eficientes con el objetivo de entregar los productos a sus clientes con la mayor eficacia posible.

En la Figura 1.2 se muestra el organigrama del departamento. El proyecto de desarrolló en el de Manejo de Logística para Clientes (CTLM), encargada de realizar el diseño del modelo de distribución a los clientes, con el objetivo de incrementar las ventas y mejorar los márgenes operativos de la empresa, garantizando la excelencia en el servicio logístico a los clientes y la eficiencia en la utilización de los activos de la compañía.

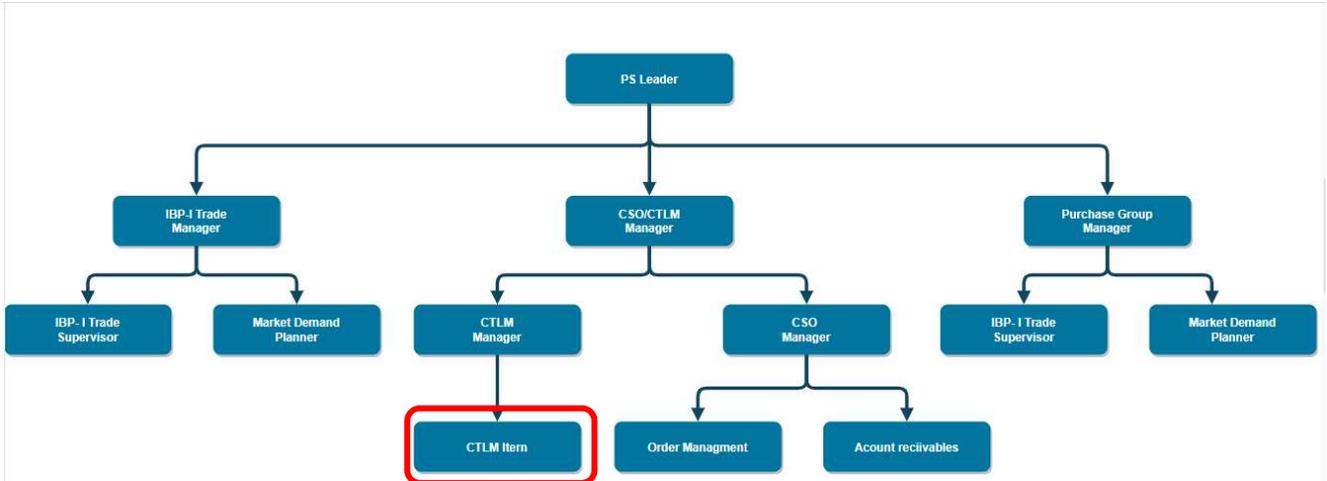


Figura 1.2. Organigrama departamento de Suministro de Productos de P&G Venezuela

Fuente: Elaboración propia, 2021.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Cadena de suministros

Para (Sunil & Meindl, 2008), una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente

2.2. Modelo de distribución

“Un modelo de distribución representa desde un punto de vista logístico, la infraestructura física de la que dispone la empresa para situar sus productos en el mercado” (Tejero, 2007).

En P&G Venezuela, este término es mejor conocido como “modalidad de despacho” y básicamente se utilizan 5 tipos:

- **Envió Directo (ED):** Modalidad en la que se despacha un camión con la mercancía de un solo cliente directo a su almacén.
- **Multiparada (MP):** Modalidad en la que se agrupan varias órdenes de distintos clientes en un mismo camión, para luego ser despachadas a cada uno de los almacenes de dichos clientes.
- **Customer Pick Up (CPU):** Modalidad de despacho en la que el cliente, ya sea con sus propios camiones o contratando un servicio de transporte, busca el producto en las plantas de P&G.
- **Cross-Dock (XD):** Modalidad de despacho utilizada generalmente para clientes con poco ordenamiento, en la que el proveedor del servicio busca la mercancía en las plantas de P&G,

- consolida envíos de otros vendedores y posteriormente despacha dicha mercancía a los clientes, una vez haya consolidado una cantidad mínima de producto a entregar por ruta.
- **Operador logístico (OL):** Modalidad de despacho en la que P&G envía de forma consolidada a la sede del operador, para una vez ahí, ser separada dependiendo de las ordenes de los clientes y cargada en camiones más pequeños para su despacho a los mismos.

2.3. Go to Market (GTM):

Plan de acción que elabora P&G para plasmar la ruta detallada por la que serán despachados sus productos, iniciando en centro de distribución hasta llegar al piso de venta, para finalmente llegar a las manos de cliente.

2.4. Punto de despacho o *Shipto*

Lugar físico en el que se realizan las entregas a los clientes.

2.5. Gasto

De acuerdo a lo establecido por los autores (Joaquín, Jair, & María, 2013), los gastos son las erogaciones por parte de la empresa destinadas a mantener la administración de las mismas. Estas erogaciones pueden ser: sueldos administrativos, comisiones por ventas, depreciaciones de los activos, servicios públicos, entre otros.

2.6. Costo

(García Colín, 2008), define costo como “el valor monetario de los recursos que se entregan o prometen entregar a cambio de bienes o servicios que se adquieren”.

Adicionalmente, (Pérez, 2002) dice que el “costo es un resumen de erogaciones (gastos) aplicados a un objetivo preciso: productivo o distributivo, recuperable a través de los ingresos que generen”.

2.7. Programación lineal

La programación lineal es una de las técnicas matemáticas más populares implementadas para la optimización de funciones lineales, que, mediante la minimización o maximización de una función objetivo, compuesta por variables reales y sujeta a un sistema de inecuaciones (restricciones), busca:

“asignar, en forma óptima, los recursos limitados a distintas demandas que compiten por ellos” (Chase, Jacobs, & Alquilano, 2009).

Maria Hernandez, en su libro “Introducción a la programación lineal”, describe los componentes de la programación lineal de la siguiente forma:

- El criterio para seleccionar el mejor valor de las variables desconocidas involucradas en el problema, llamadas variables de decisión, puede describirse como función lineal de éstas. Ésta recibe el nombre de función objetivo.
- Las reglas de operación que gobiernan el proceso (que definen las alternativas de solución) pueden expresarse mediante un conjunto de ecuaciones o desigualdades lineales a las cuales se les da el nombre de restricciones del problema.

2.8. Programación lineal entera mixta

Según los autores (Castillo, Conejo, Pedregal, García, & Alguacil, 2002), un problema de programación lineal entera-mixta (MILP) por sus siglas en inglés, es un problema de programación lineal en el que algunas de las variables son enteras. Si todas las variables enteras son binarias (0-1), el problema se denomina problema de programación lineal entera-mixta 0-1. En ingeniería los problemas más frecuentes son los problemas de programación lineal entera-mixta. Estos problemas proporcionan un marco de modelado flexible y eficiente para formular y resolver muchos problemas de ingeniería.

CAPÍTULO III MÉTODOS

En este capítulo, se describirá la metodología implementada para la realización del presente proyecto de pasantías, con el fin de cumplir con los objetivos planteados al inicio del mismo. A modo de resumen general del proyecto, el mismo se inició recibiendo una inducción general a la estructura y funcionamiento interno de la compañía, mediante la realización de entrenamientos por internet, además de la participación en reuniones con personas claves dentro de las diferentes áreas y procesos relacionados con el departamento en el que se desarrolló el proyecto, con el objetivo de adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo las tareas asignadas durante el periodo de pasantías. Adicionalmente, mediante la participación en reuniones con los equipos de transporte, logística, finanzas, así como también la directiva de la empresa, se logró obtener una comprensión inicial del problema, además de entender los motivos por los cuales el desarrollo de un nuevo modelo de distribución (GTM) era una prioridad para la compañía.

Posteriormente, mediante la colaboración con los equipos de finanzas, ventas, compras y transporte, se realizó el levantamiento de datos necesario comprender los modelos actuales de distribución de la compañía, los cuales se establecieron como los escenarios base de comparación del proyecto, así como mapear los posibles escenarios de distribución mediante los distintos operadores logísticos que negociaron cotización con el equipo de compras.

Una vez recolectada la información necesaria de los escenarios base del GTM de la compañía, se procedió a establecer los parámetros y variables necesarias, para representar dichos escenarios en un modelo de optimización utilizando la programación lineal mixta (MILP), que recomendará el modelo de distribución con el menor costo posible.

Luego de obtenidos los resultados del modelo de optimización, estos se presentaron con el equipo de transporte, logística y con los operadores logísticos recomendados, con el objetivo de validar el modelo.

Finalmente se presentó a la directiva de la empresa, la propuesta del nuevo modelo de distribución tomando en cuenta la implementación de operadores logísticos, que consistió en los resultados

financieros del modelo matemático optimizado y alienado con el equipo de transporte, además de un cronograma con los responsables de cumplir las actividades necesarias para la calificación y activación de dichos operadores; con el objetivo de obtener su aprobación y proceder con la implementación del modelo. El resumen del proyecto estructurado de manera esquemática en fases se observa de la siguiente manera:

Fase 1: Adaptación a la empresa

- Inducción a la empresa y cargo.
- Entrenamientos en procesos relevantes.
- Comprensión inicial del problema.

Fase 2: Levantamiento de datos

- Obtención de costos de transporte escenarios actuales.
- Obtención de costos de escenarios de operadores logísticos.

Fase 3: Diseño de modelo

- Diseño de modelo matemático de optimización MILP.

Fase 4: Validación del modelo.

- Validación de estructura de costos con operador logístico.
- Validación de factibilidad logística de implementación con equipo de transporte.

Fase 5: Presentación de propuesta

- Elaboración de cronograma de implementación.
- Presentación de propuesta ante directiva para aprobación.

A continuación, se realiza una descripción de la metodología implementada para la realización del presente proyecto, la cual contiene los pasos seguidos para la obtención de los datos de los escenarios base del GTM de la compañía, el diseño del modelo de optimización y el proceso de validación del modelo:

3.1. Construcción de escenarios base de GTM de la empresa

Durante esta etapa se realizó el procesamiento inicial de los datos compartidos por el equipo de ventas, referentes a las proyecciones de volumen de venta por cadena de clientes, con el objetivo de obtener la distribución de volumen por categoría a nivel de punto de despacho o *Shipto*. Posteriormente, se solicitó la ayuda del equipo de transporte, para realizar la validación de los modelos de despacho utilizados para

cada cliente, además de realizar la agrupación de los puntos de ventas que se despachan a través del modelo de multiparada. Esta agrupación se realizó tomando en cuenta la cercanía entre los clientes, el volumen estimado de venta y la frecuencia con la que se enviaron juntos en los últimos tres meses de ejecución.

Una vez recolectada esta información, se realizó un cálculo aproximado de la cantidad y tipos de camiones necesarios para despachar el volumen calculado anteriormente, tomando en cuenta la frecuencia promedio de ordenamiento mensual de cada *shipto*, utilizando los últimos tres meses para dicho cálculo. Con esta información, se obtuvieron costos de transporte por cliente de los escenarios utilizados como base para la comparación con los operadores logísticos (OL), ya que reflejan los modelos actuales de distribución de la empresa.

Finalmente, se solicitó al equipo de compras, las estructuras de costos implementadas por los operadores logísticos al brindar el servicio, con la finalidad de realizar las modificaciones necesarias a la herramienta de GTM para modelar los costos de transporte por *shipto*, en los escenarios que asumen la distribución a través de los distintos operadores.

3.2. Diseño del modelo de optimización

Para el diseño del modelo matemático de optimización, se utilizó una combinación de variables enteras, definidas a partir de la cantidad de cajas que se distribuyen desde la planta en Barquisimeto (BDC) hacia: el centro de distribución en Guatire (GDC), operadores logísticos y a los clientes; además de variables binarias definidas a partir de si se abre o no, un determinado centro de distribución/operador logístico.

Adicionalmente, por motivos de simplificación del modelo y debido a las restricciones de capacidad de la herramienta *Solver* de Microsoft Excel, se programó el modelo para optimizar los costos de transporte de los grupos de clientes atendidos por multiparada, en lugar de hacerlo de manera individual por *shipto*, como si fue el caso de los clientes en margarita, ya que los mismos son despachados de manera individual.

Por lo tanto, la estructura del modelo de optimización se compone de: 1 planta (BDC), 1 centro de distribución (GDC), 4 operadores logísticos, 9 grupos de clientes en la zona de Oriente, 5 clientes en la zona Margarita y 10 grupos de clientes en la zona Centro. A continuación, se presenta la notación de los parámetros, variables y modelo matemático

3.2.1. Parámetros.

- Cap_p : Capacidad de envío de planta $p \in P$.
- Cap_w : Capacidad de recepción de centro de distribución $w \in W$.
- Cap_o : Capacidad de recepción de operador logístico $o \in O$.
- C_{pw} : Costo de transporte por caja de la planta $p \in P$, al dentro de distribución $w \in W$.
- C_{po} : Costo de transporte por caja de la planta $p \in P$, al operador logístico $o \in O$.
- C_{pg} : Costo de transporte por caja de la planta $p \in P$, al grupo de clientes $g \in G$.
- C_{og} : Costo de transporte por caja del operador logístico $o \in O$, al grupo de clientes $g \in G$.
- F_w : Costos fijos de abrir centro de distribución $w \in W$.
- F_o : Costos fijos de abrir operador logístico $o \in O$.
- D_g : Demanda de cajas del grupo de clientes $g \in G$.
- $Nmin$: Número mínimo de operadores logísticos que pueden estar abiertos.
- $Nmax$: Número máximo de operadores logísticos que pueden estar abiertos.
- M : Un valor muy grande.

3.2.2. Conjunto de variables.

- P : Conjunto de plantas, asignado como p .
- W : Conjunto de centros de distribución (GDC), asignados como w .
- O : Conjunto de operadores logísticos (OL), asignados como o .
- G : Conjunto de grupos de clientes, asignados como g .

3.2.3. Variables de decisión.

- x_{pw} : Cantidad de cajas enviadas de la planta $p \in P$, al centro de distribución $w \in W$.
- x_{po} : Cantidad de cajas enviadas de la planta $p \in P$, al operador logístico $o \in O$.
- x_{pg} : Cantidad de cajas enviadas de la planta $p \in P$, al grupo de clientes $g \in G$.
- x_{wg} : Cantidad de cajas enviadas del centro de distribución $w \in W$, al grupo de clientes $g \in G$.
- x_{og} : Cantidad de cajas enviadas del operador logístico $o \in O$, al grupo de clientes $g \in G$.
- y_w : Variable binaria que asume valor de 1 si el centro de distribución $w \in W$ se abre, en caso contrario 0.
- y_o : Variable binaria que asume valor de 1 si el operador logístico $o \in O$ se abre, en caso contrario 0.

3.2.4. Modelo matemático.

Tomando en cuenta las variables anteriormente descritas, el problema puede ser formulado como un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \min = & F_w y_w + \sum_{o=1}^{o=4} F_o y_o + C_{pw} x_{pw} + \sum_{o=1}^{o=4} C_{po} x_{po} + \sum_{g=1}^{g=24} C_{pg} x_{pg} + \sum_{g=1}^{g=24} C_{wg} x_{wg} \\ & + \sum_{o=1}^{o=4} \sum_{g=1}^{g=24} C_{og} x_{og}, \end{aligned} \quad (3.1)$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} \sum_{o=1}^{o=4} x_{po} + \sum_{g=1}^{g=24} x_{pg} + x_{pw} & \quad \forall p \in P, \forall o \in O, \forall g \in G, \forall w \in W, \\ & \leq CAP_p, \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$x_{pw} \leq CAP_w, \quad \forall w \in W, \quad (3.3)$$

$$\sum_{o=1}^{o=4} x_{po} \leq \sum_{o=1}^{o=4} CAP_o, \quad \forall o \in O, \quad (3.4)$$

$$x_{pw} - \sum_{g=1}^{g=24} x_{wg} = 0, \quad \forall p \in P, \forall w \in W, \forall g \in G, \quad (3.5)$$

$$\sum_{o=1}^{o=4} x_{po} - \sum_{o=1}^{o=4} \sum_{g=1}^{g=24} x_{og} = 0, \quad \forall p \in P, \forall o \in O, \forall g \in G, \quad (3.6)$$

$$\sum_{g=1}^{g=24} x_{wg} - M y_w \leq 0, \quad \forall w \in W, \forall g \in G, \quad (3.7)$$

$$\sum_{o=1}^{o=4} \sum_{g=1}^{g=24} x_{og} - \sum_{o=1}^{o=4} M y_o \leq 0, \quad \forall o \in O, \forall g \in G, \quad (3.8)$$

$$\sum_{g=1}^{g=24} x_{wg} \geq \sum_{g=1}^{g=24} D_g, \quad \forall w \in W, \forall g \in G, \quad (3.9)$$

$$\sum_{g=1}^{g=24} x_{og} \geq \sum_{g=1}^{g=24} D_g, \quad \forall o \in O, \forall g \in G, \quad (3.10)$$

$$x_{w14} = 0 \quad \forall w \in W, \quad (3.11)$$

$$N_{min} \leq \sum_{o=1}^{o=4} y_o \leq N_{max}, \quad \forall o \in O, \quad (3.12)$$

$$N_{max} y_w - \sum_{o=1}^{o=4} y_o \leq N_{max}, \quad \forall o \in O, \forall w \in W, \quad (3.13)$$

$$x_{pg}, x_{pw}, x_{po}, x_{wg}, x_{og} \in Z^+, \quad \forall p \in P, \forall o \in O, \forall g \in G, \forall w \in W, \quad (3.14)$$

$$y_w, y_o \in \{0,1\}, \quad \forall w \in W, \forall o \in O. \quad (3.15)$$

La función objetivo (3.1), busca minimizar los costos fijos de apertura, tanto de GDC, como de los operadores logísticos, además de los costos por caja de transporte a los clientes. Las restricciones (3.2), garantizan que las cajas despachadas desde BDC, no superen la capacidad de la planta. Las restricciones (3.3) y (3.4), aseguran que la cantidad de cajas recibidas por GDC y los operadores logísticos, no sobrepase su respectiva capacidad. Las restricciones (3.5) y (3.6); se encargan de balancear los centros de distribución y los operadores logísticos, de manera que la cantidad de cajas que entren desde BDC, sea la misma que se despacha a los clientes. Las restricciones (3.7) y (3.8); son restricciones de “conexión”, que aseguran la apertura de GDC o los OL, si hay cajas despachadas a través de ellos. Las restricciones (3.9) y (3.10); garantizan que cumpla con la cantidad de cajas demandada por los clientes. La restricción (3.11), garantiza que el grupo de clientes 14, no sea despachado desde GDC. La restricción (3.12), establece la cantidad mínima y máxima de OL que pueden estar abiertos. La restricción (3.13), asegura que, si se distribuye a través de algún OL, GDC no esté disponible y viceversa. Las demás restricciones (3.14) y (3.15), representan las restricciones de no negatividad de las variables, variables binarias y variables enteras.

3.3. Validación del modelo

Se realizó un análisis los resultados obtenidos del modelo matemático, en conjunto con el equipo de transporte y distribución física, con el objetivo de validar la factibilidad logística de implementación del modelo, y realizar los cambios pertinentes que faciliten dicha implementación en el GTM actual de la empresa.

Además, se realizó una reunión directamente con el proveedor de servicios principal seleccionado por el modelo, con la intención de validar la estructura de costos asumida por el modelo y las posibles restricciones adicionales inherentes al despacho a través de OL.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos, luego de la aplicación de los métodos y actividades descritos en el capítulo anterior. En este sentido, se mostrará la información producto del levantamiento de datos de los escenarios de distribución actual y a través de los operadores logísticos, así como los resultados que arrojó la aplicación del modelo matemático de optimización.

Es importante mencionar que, debido a las políticas de confidencialidad de la empresa, algunos datos no pueden ser colocados en el presente informe. Por otro lado, los resultados presentados a continuación han sido modificados para cumplir con dichas políticas de confidencialidad

Adicionalmente es importante mencionar que, para todos los escenarios, los costos de transporte se calcularon dependiendo de la modalidad de despacho de cada grupo de clientes. En el caso de los clientes despachados en la modalidad multiparada (MP), los costos se obtienen de sumar la tarifa de transporte a la ruta más lejana perteneciente al grupo, más un monto adicional por parada luego del tercer cliente, más un monto adicional por número de pernoctas, el cual se puede observar en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Cantidad de pernoctas por número de paradas
Fuente: Elaboración propia, 2021

Número de paradas	Número de Pernoctas
[1,3]	0
[4,6]	1
[7,9]	2
[10,12]	3

Cabe mencionar que 12 clientes, es el número máximo de paradas que puede realizar una entrega, debido a que enviar a una mayor cantidad de clientes, podría provocar exceder la política de la cantidad máxima de 5 días, en la que se puede entregar una factura. Por otro parte, los costos asociados a los modelos Customer Pick Up (CPU) y Cross Dock (XD) se basan en tarifas acordadas con los clientes, y en un monto fijo por caja respectivamente.

4.1. Escenarios base de GTM de la empresa

Utilizando los datos de volumen de venta proyectado por cada cliente, se modelaron un total de 6 escenarios, los cuales son descritos a continuación:

4.1.1. Escenario 1 (E1)

Este escenario se modeló basado en que la planta de Barquisimeto (BDC), despachará a la totalidad de los clientes de occidente, los clientes más importantes de la región central y un porcentaje de los clientes de margarita, dejando el resto de los clientes de centro, margarita y la totalidad de oriente para ser atendida por el centro de distribución de Guatire (GDC). La representación de este escenario se muestra en la Figura 4.1.

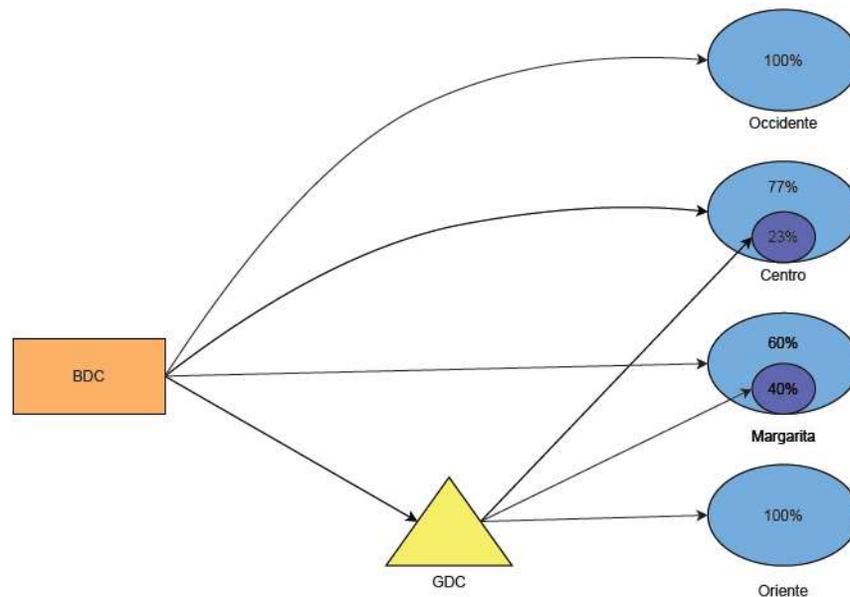


Figura 4.1 Modelo de distribución actual Escenario 1 (E1).

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.1.2. Escenario 2 (E2)

Este escenario se modeló considerando que GDC quedaría deshabilitado, por lo que la totalidad de la demanda sería atendida por BDC. La representación de este escenario se muestra en la Figura 4.2.

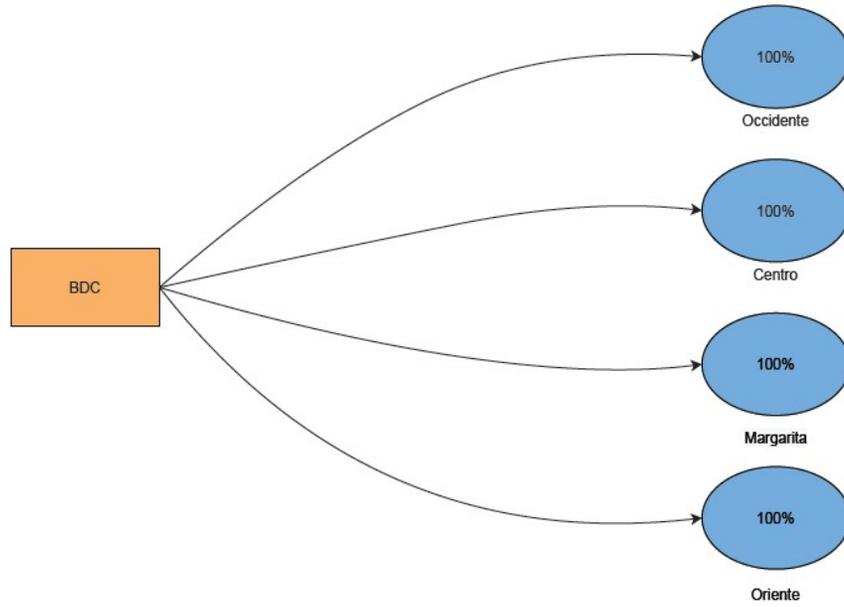


Figura 4.2 Modelo de distribución actual Escenario 2 (E2).

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.1.3. Escenario 3 (E3)

Este escenario se modela asumiendo una distribución por parte del operador logístico OL1, el cual se encargaría de atender en su totalidad la zona de oriente y margarita, dejando el resto de la demanda a BDC. En la Figura 4.e se puede observar gráficamente la distribución de este modelo.

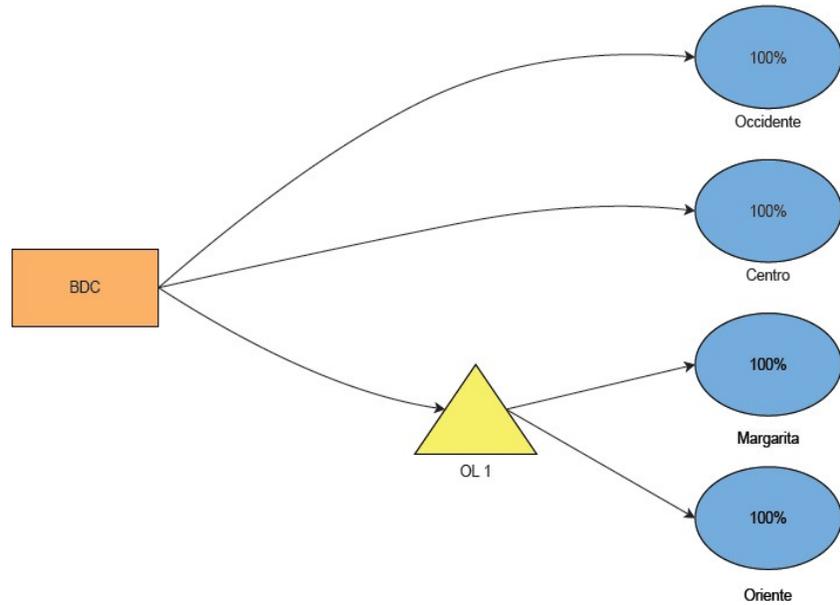


Figura 4.3 Modelo de distribución actual Escenario 3 (E3).

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.1.4. Escenario 4, 5 y 6 (E4, E5 y E6)

Estos tres escenarios se modelaron asumiendo una distribución por parte de los OL4, OL5 y OL6 respectivamente, en donde los operadores se encargan de despachar una parte de la región central, además de la totalidad de oriente y margarita. Por otro lado, los clientes más importantes de centro, además de la totalidad de los clientes de occidente son atendidos por BDC. Para efectos de simplicidad, en la Figura 4.4, se muestra este modelo de distribución que básicamente es el mismo para los tres operadores.

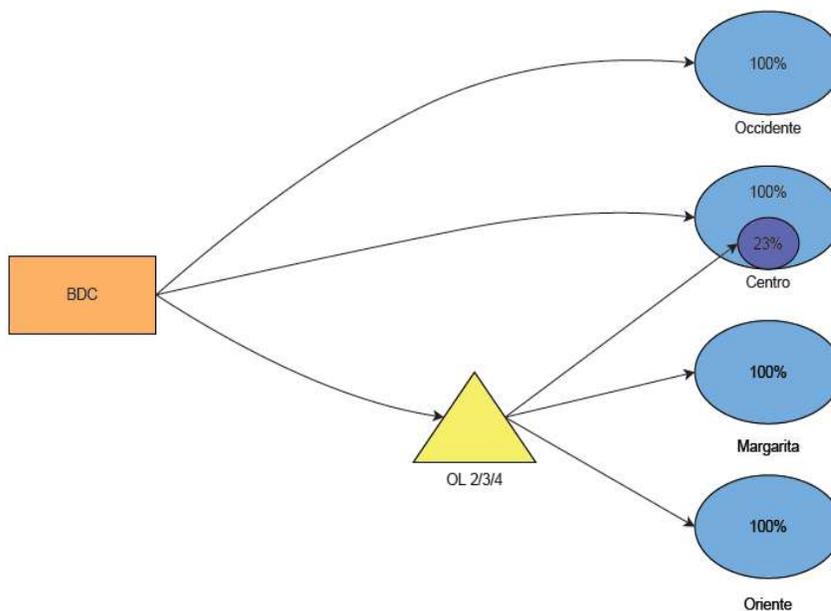


Figura 4.4 Modelo de distribución actual Escenarios 4, 5 y 6 (E4, E5, E6) Fuente: Elaboración propia, 2021

Por otra parte, cabe destacar que cada OL negoció con el equipo de compras, una estructura de costos diferente, las cuales se describen en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Estructura de costos de OL
Fuente: Elaboración propia, 2021

Operador Logístico	Estructura de costos
OL1	Porcentaje fijo en factura
OL2	Monto por KG de producto
OL3	Monto fijo por caja
OL4	Costo fijo mensual + costo por despacho por ruta (independiente del tipo de camión utilizado)

Tomando en cuenta los escenarios descritos anteriormente y las diferentes estructuras de costos de los operadores logísticos, en la Tabla 4.3, se muestran los resultados referentes a los costos de transporte por caja, obtenidos en la herramienta de GTM. Estos resultados corresponden a los valores que asumen los parámetros c_{wg} , c_{pg} y c_{og} , descritos como los costos de transporte por caja desde el centro de distribución de Guatire (GDC), la planta de Barquisimeto (BDC) y los distintos operadores logísticos (OL) al grupo de clientes g , respectivamente.

Tabla 4.3 Costo de transporte por caja de Escenarios del 1-6.

Fuente: Elaboración propia, 2021

Grupo	\$/CS E1	\$/CS E2	\$/CS E3	\$/CS E4	\$/CS E5	\$/CS E6
1	1.95	3.32	6.08	7.90	9.85	1.91
2	2.60	4.92	5.64	7.84	9.85	2.23
3	4.48	7.18	12.68	6.04	9.85	4.06
4	1.77	2.88	5.15	5.76	9.84	1.66
5	6.21	9.25	14.02	4.28	9.85	4.35
6	6.19	9.63	6.28	5.64	9.86	2.77
7	2.01	3.20	7.14	6.58	9.86	1.92
8	6.96	8.95	6.67	4.56	9.87	8.21
9	1.82	3.11	5.48	5.77	9.84	2.01
10	11.41	16.42	16.42	8.46	11.66	7.51
11	14.85	21.36	5.15	9.05	11.70	7.75
12	3.30	4.68	4.96	9.22	11.67	3.21
13	6.35	9.13	5.83	7.64	11.68	3.61
14	3.09	3.09	4.69	9.00	11.68	2.98
15	0.93	2.00	2.00	11.07	6.30	1.68
16	0.59	1.20	1.20	7.63	6.30	1.45
17	1.88	3.40	3.40	9.91	6.31	3.24
18	1.66	3.03	3.03	9.41	6.29	2.15
19	1.24	3.35	3.35	7.58	6.30	2.80
20	3.79	4.77	4.77	9.49	6.29	3.29
21	3.68	4.59	4.59	11.88	6.28	3.11
22	4.51	6.57	6.57	6.33	6.29	3.27
23	3.51	5.04	5.04	8.29	6.30	2.68
24	7.40	8.30	9.53	8.26	6.21	15.51

En el caso de los costos de transporte desde la planta de Barquisimeto a los distintos centros de distribución (GDC y OL1-4), además de los costos fijos de apertura de cada uno de estos, (ver Tabla 4.4), es importante mencionar los siguientes aspectos:

- **Costos GDC:** Se decidió excluir los costos fijos de apertura ($F_w = 0$), debido a dos razones principales: la primera de ellas es que, en un modelo de este estilo, un valor de costo fijo muy elevado obligaría al modelo a minimizar la cantidad de centros de distribución habilitados; cuando el objetivo de este proyecto, es encontrar la distribución óptima en términos de costo entre las distintas ofertas de los operadores logísticos. Por otra parte, al momento de recolectar la información, la misma se encontraba distorsionada, debido a una serie de planes salariales que no necesariamente reflejaban la normalidad de la data. En el caso de los costos variables, se muestra en la Tabla 4.4, el costo de transporte por caja enviada desde BDC para suministrar de inventario a la planta de GDC
- **Costos de OL 1, 2 y 3:** En el caso de estos Operadores, dentro de la oferta compartida con el equipo de compras, se estipulaba la recolección de la mercancía en BDC sin especificación de algún monto adicional, ya que la tarifa que compartieron hacía referencia a un porcentaje fijo por factura, monto por kilogramo despachado o un monto fijo por caja, como se muestra en la Tabla 4.2 respectivamente. Es por esta razón, que para estos operadores el costo de transporte desde BDC a cada una de sus sedes es cero ($c_{po} = 0$).
- **Costos OL 4:** Como se puede observar en la Tabla 4.2, la estructura de costo de este operador si establecía un costo fijo mensual. Además, su oferta no estipulaba la búsqueda de producto en BDC, por lo que, a este costo fijo se le añadió el costo total de transporte desde Barquisimeto a su centro de distribución, del volumen de venta estimado a las zonas que atiende este operador, asumiendo dos despachos semanales. Por motivos de simplicidad, estos costos fueron tomados en cuenta en la herramienta de GTM, como un monto por caja adicional a pagar además del monto que establece el operador a despachar por ruta. Esto quiere decir que los resultados de la Tabla 4.3, ya toman en cuenta los costos fijos mencionados, y es por ello que en la Tabla 4.4 y para el modelo, estos costos se muestran como 0 (F_4 y $c_{p4} = 0$).

Finalmente, en la Tabla 4.5, se pueden observar los resultados referentes al costo total por caja de los 6 escenarios.

Tabla 4.4 Costos fijos de apertura y costos de transporte desde BDC

Fuente: Elaboración propia, 2021

Centro de distribución	Costo fijo de apertura (F_w/F_o)	Costo de transporte desde BDC c_{pw}/c_{po} (\$/CS)
GDC	0	0.2
OL1	0	0
OL2	0	0
OL3	0	0
OL4	0	0

Tabla 4.5. Costo total de transporte de Escenarios del 1-6

Fuente: Elaboración propia, 2021

Escenario	Costo Total de transporte por caja (\$/CS)
E1	\$ 1.51
E2	\$ 1.76
E3	\$ 2.11
E4	\$ 2.88
E5	\$ 3.29
E6	\$ 1.47

4.2. Resultados del modelo de optimización

En la Figura 4.5, se muestra de manera gráfica el modelo de distribución producto de la optimización del modelo matemático descrito en el Capítulo III. Los resultados indican que BDC se mantendría despachando al 100% de los clientes de occidente y a los clientes más grandes de la región central. Por otra parte, los operadores logísticos OL1, OL2 y OL4, reemplazarían las operaciones de GDC, siendo el OL4 quien maneje el mayor porcentaje del volumen que se distribuye hacia centro, oriente y Margarita, seguido del OL2 quien se encargaría de distribuir un pequeño porcentaje de los clientes en oriente y centro, y finalmente el OL 1, quien despacharía a un solo grupo de clientes en Margarita. En la Tabla 4.6, se puede observar la distribución porcentual del volumen por región asignado a cada operador.

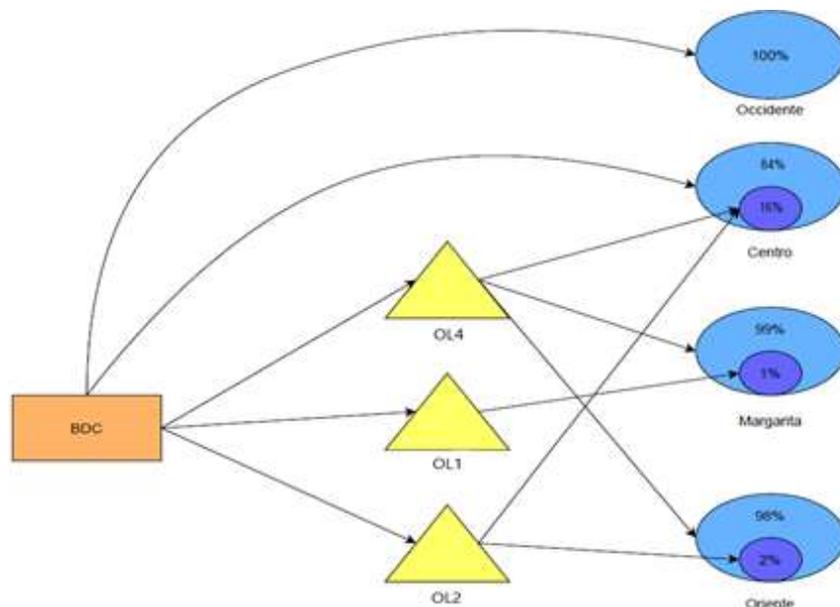


Figura 4.5. Modelo de distribución Escenario 7 (Escenario Óptimo EO)

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 4.6 Porcentaje de volumen despachado a cada región

Fuente: Elaboración propia, 2021

Región	Vol despachado desde BDC	Vol despachado desde OL1	Vol despachado desde OL2	Vol despachado desde OL4
Occidente	100%	0%	0%	0%
Centro	84%	0%	1%	15%
Oriente	0%	0%	8%	92%
Margarita	0%	1%	0%	99%

En la Tabla 4.7 se puede apreciar el costo total de transporte por caja del escenario de GTM optimizado, además de la variación porcentual con respecto a los escenarios base E1 y E2. Lo primero que podemos observar si comparamos el resultado del Escenario 7, contra el Escenario 1, es que la implementación del modelo de distribución optimizado, resultaría en un incremento del 0.72 % (0.01 \$/CS) en el costo total de transporte por caja, por lo que la ejecución de este modelo en el GTM de la empresa, no arrojaría ningún beneficio. Por otro lado, si comparamos los resultados del Escenario 7 contra los costos del Escenario 2, obtenemos una disminución de un 13.63% (-0.24 \$/CS), en los costos de transporte por caja, lo que podría significar un ahorro total mensual de alrededor de 12 mil dólares en costos de transporte para la empresa.

Tabla 4.7 Costo total de transporte por caja de Escenario 7 (EO)

Fuente: Elaboración propia, 2021

Escenario	Costo Total de transporte por caja (\$/CS)	Variación respecto E1	Variación respecto E2
EO	\$ 1.52	0.72%	-13.63%

4.3. Validación del modelo

Luego de validar con el OL4 que la estructura de costos asumida para el ejercicio del GTM estuviese correcta, se sostuvo una reunión con el equipo de transporte para presentar los resultados del modelo de distribución optimizado mostrado en la Figura 4.5, con el objetivo de evaluar la factibilidad logística de implementación del mismo. En dicha reunión se tomó la decisión de modificar el modelo y eliminar al OL1, esto debido a que solo atiende a un cliente en Margarita y la diferencia de alrededor de 100 dólares entre este operador y el OL4, no representaría un ahorro para la empresa, si se toma en cuenta la complejidad añadida en el proceso de ordenamiento, envío y cobranza, que implica la activación de un operador logístico adicional. De esta forma. El OL4 asumiría el 100% del volumen despachado a margarita y se asumiría la diferencia en costo entre el despacho a través de los distintos operadores. En la Figura 4.6 se puede observar de manera gráfica, el modelo de distribución final. Finalmente, debido a que la variación de costos entre un escenario y otro es de alrededor de 100 dólares, los resultados que se utilizarán serán los mismos mostrados en la Tabla 4.7.

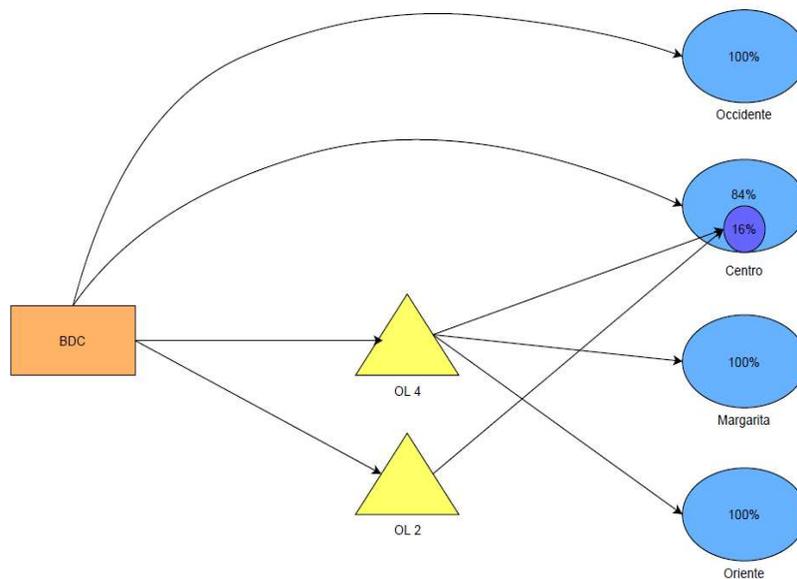


Figura 4.6 . Modelo de distribución Escenario 8 (E8).

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.4. Presentación de la propuesta

Una vez realizada las validaciones mencionadas anteriormente con el equipo de transporte, se realizó la presentación de la propuesta con la directiva de la empresa para la evaluación y posible aprobación de la misma, además, se presentó un cronograma con todas las actividades involucradas en conjunto con sus responsables para la activación del modelo de distribución descrito en la Figura 4.5. Debido a la sensibilidad de esta información, el cronograma no puede ser mostrado en el presente informe, sin embargo, el mismo se realizó tomando en cuenta las actividades desde la aprobación del modelo por parte de la directiva, pasando por la calificación del operador, el levantamiento de los procesos necesarios de control y seguimiento, la redacción y firma el contrato de servicio, la realización de una prueba piloto para evaluar el desempeño del modelo, la creación y actualización de los manuales de procedimiento necesario para el cumplimiento de actividades, hasta la creación de reportes pertinentes para la evaluación de desempeño del modelo. Finalmente, de dicha reunión, se tomó la decisión de aprobar la propuesta y proceder con las actividades descrita en el cronograma, sin embargo, dichas actividades quedaron por fuera del alcance de este proyecto, debido al término del contrato del pesante lo que impidió la realización de las mismas.

CONCLUSIONES

Como consecuencia de los resultados obtenidos durante la realización del proyecto de pasantía, podemos concluir lo siguiente:

- El modelo de distribución o GTM (Go to Market) implementando operadores logísticos, es viable desde el punto de vista financiero, ya que el modelo matemático de optimización, arroja una reducción de alrededor del 13% en los costos de transporte mensual, en comparación con el escenario de ejecución actual en el que se despacha el 100% del volumen nacional desde la planta en Barquisimeto (BDC).
- A pesar que los resultados del modelo de optimización, recomiendan la utilización de los operadores logísticos: OL1, OL2 y OL4; debido a la complejidad adicional que implicaría activar a un operador logístico extra, para atender solo a un cliente en la zona de margarita, concluimos que resultaría más beneficioso para la compañía implementar un modelo de distribución a través de los operadores logísticos OL2 y OL4, a pesar del pequeño incremento en costo de dicho escenario.
- Las ventajas del modelo con operadores logísticos son principalmente dos: la primera de ellas es que, al agrupar las ordenes de los clientes para ser despachadas dos veces a la semana a la sede del operador logístico, se aumenta la eficiencia en la utilización de los vehículos que se envían, lo que se traduce en un menor número de vehículos enviados desde BDC. La segunda ventaja es que, en la cotización compartida por el OL4, la misma consistía en un costo fijo por ruta, independiente del tipo de camión utilizado, dichas tarifas en los casos de la región de Centro, algunas rutas de Oriente y Margarita, resultaron ser más competitivas que las manejadas por el equipo de transporte de la empresa en el Escenario 2.
- La principal desventaja del modelo de distribución mediante operadores logísticos, tiene que ver con el impacto o aumento en el tiempo de entrega de los productos de P&G a sus clientes, lo que a su vez podría ocasionar incrementos en el plazo crediticio de los clientes. Ultimadamente, este incremento podría significar un impacto en el flujo de caja de la compañía, ya que la misma tardaría más en hacer efectivas sus cuentas por cobrar.

- A pesar que financieramente la implementación del modelo de distribución a través de operadores logísticos es viable, la calificación de los mismos para poder activar el modelo, queda fuera del alcance del proyecto y del manejo de la empresa, ya que dependerá del proveedor contar con los estándares de calidad exigidos por P&G o de estar dispuesto a alcanzarlos en caso de no contar con ellos.
- La implementación de un modelo lineal de optimización presenta importantes mejoras en el proceso de diseño del modelo de distribución la empresa, ya que resulta ser una herramienta que facilita la toma de decisiones, además de atender a la necesidad de la compañía de optimizar la eficiencia con la que asignan sus recursos en la cadena de suministros.

Finalmente, podemos concluir que, mediante la implementación de un modelo lineal de optimización, se logró el objetivo de diseñar un modelo de distribución para los clientes de centro y oriente que minimice el costo de transporte, tomando en cuenta la implementación de operadores logísticos.

RECOMENDACIONES

Para futuros proyectos relacionados con el diseño de modelos de distribución en la empresa, se recomienda:

- Desarrollar proyecto de simplificación de proceso de levantamientos de datos para elaboración de GTM, con el fin de agilizar el cálculo de la distribución de volumen por categoría a nivel de punto de venta y cálculos de costos de transporte
- Adquirir softwares especializados en el diseño de modelos de optimización para facilitar el trabajo de elaboración de GTM y permitir el diseño de modelos que incluyan más clientes /variables.

REFERENCIAS

- Castillo, E., Conejo, A., Pedregal, P., García, R., & Alguacil, N. (2002). *Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia*.
- Chase, R., Jacobs, R., & Alquilano, N. (2009). *"Administración de Operaciones"*. México: McGraw-Hill.
- García Colín, J. (2008). *Contabilidad de costos*. México, D. F: McGraw Hill.
- Joaquín, C. T., Jair, A. O., & María, I. D. (2013). *Costeo basado en actividades ABC: Gestión basada en actividades ABM*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Manrique, M., Teves, J., Taco, A., & Flores, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 1.
- Maria del Carmen, H. A. (2007). *Introducción a la programación lineal*. México: Las prensas de ciencia.
- P&G. (29 de Junio de 2021). PG One. Disponible en Internet: www.pg.com/es_LATAM/VE,
- Pérez, E. R. (2002). *Contabilidad de costos*. México: Ed. Limusa.
- Sunil, C., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tejero, J. J. (2007). *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC EDITORIAL.