

DISEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA COMPAÑÍA UTOPICK

MARIANA SALAZAR HOYOS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUIMICA
MAESTRIA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
MEDELLIN
2020

DISEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA COMPAÑÍA UTOPICK

MARIANA SALAZAR HOYOS

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Diseño y Gestión de procesos industriales

Asesor:

BEATRIZ ELENA ANGEL ALVAREZ

PhD.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUIMICA

MAESTRIA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

MEDELLIN

2020

11 de diciembre de 2019

Mariana Salazar Hoyos

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, parágrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Mariana Salazar .H.

Mariana Salazar Hoyos

CC. 1.112.776.400, Cartago Valle.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. ESTADO DEL ARTE	3
1.1. SISTEMA LOGÍSTICO:	3
1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA LOGÍSTICO:	3
1.3 LA LOGÍSTICA EN INDUSTRIA COSMÉTICA COLOMBIANA	4
2. METODOLOGÍA	8
2.1 METODOLOGÍA ESTRATEGIA DE INVENTARIO	9
2.2. METODOLOGÍA ESTRATEGIA DE TRANSPORTE Y UBICACIÓN	11
2.2.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE INSTALACIONES:	11
2.2.2 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA RUTA DE TRANSPORTE:	16
2.2.2.1 PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS (VRP)	16
2.2.2.2 ALGORITMO DE AHORRO VERSIÓN PARALELA	18
2.2.2.3 ALGORITMO DE AHORRO VERSIÓN SECUENCIAL	18
2.2.2.4 ALGORITMO DE AHORROS DE CLARK & WRIGHT	17
2.3 METODOLOGÍA PARA LOS TIEMPOS DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE: ...	19
3. OBJETIVOS	22
4. DISEÑO Y ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO	23
4.1 ASPECTOS BÁSICOS LEGALES DE LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS Y DE ASEO	23
4.2 PROCESO PRODUCTIVO DE REMOVEDORES DE ESMALTE Y SIMILARES ..	23
4.3 CONSIDERACIONES ADICIONALES DEL PROCESO	25
4.4 PRODUCCIÓN PROPIA VERSUS MAQUILA	25
5. DISEÑO DEL SISTEMA LOGÍSTICO	27
5.1 ESTRATEGIA DE INVENTARIO	27
5.1.1. PRONÓSTICOS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS	27
5.1.1.1 MÉTODOS DE PRONÓSTICO	28
5.1.1.2 CONCEPTO DE DEMANDA DERIVADA E INDEPENDIENTE	30
5.1.1.3 PRONÓSTICOS PARA UTOPICK	30
5.1.2. POLÍTICAS DE INVENTARIOS	40
5.1.2.1 PROGRAMACIÓN DE COMPRAS Y SUMINISTROS	42
5.1.3 ALMACENAMIENTO	48
5.1.3.1 FUNCIONES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	49
5.1.3.2 ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO	49
5.1.3.3 CONSIDERACIONES DEL MANEJO DE MATERIALES	50
5.1.3.4 ALMACENAMIENTO PARA UTOPICK	51
5.2 ESTRATEGIA DEL TRANSPORTE	61
5.2.1 OPCIONES DE SERVICIO DE TRANSPORTE	61
5.2.2 COSTOS RELACIONADOS AL TRANSPORTE	62
5.2.3 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	64
5.2.4 TRANSPORTE Y UBICACIÓN PARA UTOPICK	65
5.2.4.1 PROPUESTA DE TRANSPORTE	65
5.2.4.2 PROPUESTA DE UBICACIÓN	73
5.3 ESTRATEGIA DE SERVICIO AL CLIENTE	81

5.3.1 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS.....	82
5.3.2 CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	83
5.3.3 EMBALAJE DEL PRODUCTO.....	84
5.3.4 PROCESAMIENTO DE PEDIDOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	85
5.3.5 TIEMPO DE CICLO DEL PEDIDO	85
5.3.6 SERVICIO AL CLIENTE PARA UTOPICK.....	87
6. GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CADENA DE SUMINSITRO.....	89
7. CONCLUSIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXO 1. COMPARACIONES PAREADAS PARA EL MÉTODO AHP. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	100
ANEXO 2. ALGORITMO CLARK & WRIGHT PARA EL DISEÑO DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE.....	108
ANEXO 3. TIEMPOS DE RUTA DE TRANSPORTE.....	113

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Dos Rutas Antes y Después de Ser Unidas.....	18
Ilustración 2 Metodología Uso Aplicación Waze 1.....	19
Ilustración 3 Metodología Uso Aplicación Waze 2.....	20
Ilustración 4 Metodología Uso Aplicación Google Maps 1	21
Ilustración 5 Diagrama de Flujo de Proceso para la Elaboración de los Productos Cosméticos de Utopick.....	24
Ilustración 6 Ventas Utopick 2016-2019.....	31
Ilustración 7 Ventas Utopick 2019 en Unidades.....	31
Ilustración 8 Regresión lineal - Datos 2019-2020	34
Ilustración 9 Regresión Lineal - Datos 2019	35
Ilustración 10 Ventas Totales Sector Cosmético Colombia.....	37
Ilustración 11 Desempeño de las Ventas del Sector Cosméticos de Colores en Colombia.....	38
Ilustración 12 Dimensiones de un Rectángulo.....	54
Ilustración 13 Vista General del Almacén de Producto Terminado	56
Ilustración 14 Vista Superior del Almacén.....	57
Ilustración 15 Vista Frontal de una Pila.....	58
Ilustración 16 Ubicación Nodos	69
Ilustración 17 Rutas de Transporte Utopick.....	71
Ilustración 18 Ubicación de Instalaciones.....	76
Ilustración 19 Ciclo de Vida de un Producto	84
Ilustración 20 Rutas de Transporte para Utopick - Mapa.....	91
Ilustración 21 Tiempos Ruta 1 (1).....	113
Ilustración 22 Tiempos Ruta 1 (2).....	113
Ilustración 23 Tiempos Ruta 2 (1).....	114
Ilustración 24 Tiempos Ruta 2 (2).....	115

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Calificación de Comparaciones Pareadas.....	12
Tabla 2 Valores índice Aleatorio de consistencia.....	16
Tabla 3 Métodos de Pronóstico.....	29
Tabla 4 Histórico Ventas Utopick	32
Tabla 5 Ventas Utopick Año 2019.....	32
Tabla 6 Ventas Utopick Año 2020.....	33
Tabla 7 Ventas Utopick por Regresión Lineal.....	36
Tabla 8 Pronóstico de Demanda Utopick Año 2020-2021-2022.....	39
Tabla 9 Costos Relacionados al Manejo de Inventarios.....	41
Tabla 10 Métodos para Satisfacer la Demanda	43
Tabla 11 Proceso de Compras.....	44
Tabla 12 Participación por Producto	45
Tabla 13 Pedido por Unidades.....	47
Tabla 14 Consideraciones en el Manejo de Materiales	51
Tabla 15 Ventas por Producto	52
Tabla 16 Unidad de Carga Productos Utopick.....	52
Tabla 17 Almacenamiento por Canastas	53
Tabla 18 Dimensiones de las Canastas	54
Tabla 19 Espacio Volumétrico Requerido para el Almacenamiento de Producto Terminado.....	55
Tabla 20 Área requerida para el Almacenamiento de Producto Terminado	60
Tabla 21 Servicio Sencillo de Transporte	62
Tabla 22 Características del Costo del Transporte	63
Tabla 23 Perfil de Tarifas para Transporte	63
Tabla 24 Clasificación de los Problemas de Ubicación	64
Tabla 25 Supuestos de Simplificación en los Modelos de Ubicación Sencilla	65
Tabla 26 Sistema de Fletes de Utopick.....	66
Tabla 27 Política de Fletes y Transporte de Pedidos.....	66
Tabla 28 Porcentaje de Ventas de Utopick por Ciudad	67
Tabla 29 Nodos - Clientes Utopick.....	68
Tabla 30 Unidades por Nodo.....	70
Tabla 31 Rutas de Transporte Utopick	71
Tabla 32 Tiempos Ruta 1.....	72
Tabla 33 Tiempos Ruta 2.....	72
Tabla 34 Variables de Ubicación de Utopick	73
Tabla 35 Comparación Pareada Variable: Ubicación del Maquilador	77
Tabla 36 Matriz Normalizada Variable: Ubicación del Maquilador	78
Tabla 37 Vector de Prioridad Variable: Ubicación del Maquilador	78
Tabla 38 Matriz de Comparación de Criterios.....	78
Tabla 39 Matriz Normalizada de la Comparación de Criterios.....	79
Tabla 40 Vector Prioridad de la Comparación de Criterios.....	79
Tabla 41 Alternativas Ubicación Utopick	80
Tabla 42 Coeficiente de Consistencia para Ubicación de Utopick	80
Tabla 43 Elementos de Servicio al Cliente	81
Tabla 44 Clasificación y Características de los Productos	82
Tabla 45 Actividades para el Procesamiento de Pedidos.....	85
Tabla 46 Tiempo de Ciclo del Pedido.....	86
Tabla 47 Ajustes al Tiempo de Ciclo del Pedido.....	86

Tabla 48 Política de Servicio al Cliente para Utopick.....	87
Tabla 49 Tiempo Total del Ciclo de Pedido para Utopick.....	88
Tabla 50 Guía de Implementación de la Cadena de Suministro para Utopick.....	89
Tabla 51 Comparación Pareada Variable: Ubicación de los Clientes	100
Tabla 52 Comparación Pareada Variable: Costos de la Instalación	100
Tabla 53 Comparación Pareada Variable: Ubicación del Maquilador	101
Tabla 54 Comparación Pareada Variable: Vías de Acceso	101
Tabla 55 Comparación Pareada Variable: Ubicación de los Proveedores	102
Tabla 56 Comparación Pareada Variable: Seguridad	102
Tabla 57 Matriz Comparación Criterios	103
Tabla 58 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Ubicación de los clientes	104
Tabla 59 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Costos de la Instalación.....	104
Tabla 60 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Ubicación del maquilador	104
Tabla 61 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Vías de Acceso	104
Tabla 62 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Ubicación de Proveedores.....	105
Tabla 63 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Seguridad.....	105
Tabla 64 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas: Comparación de Criterios	105
Tabla 65 Matriz de Prioridades	106
Tabla 66 Vector de prioridades de los criterios	106
Tabla 67 Ubicaciones Utopick.....	106
Tabla 68 Comprobación Consistencia.....	107
Tabla 69 Coordenadas X,Y para Cada Nodo	108
Tabla 70 Matriz Información Inicial.....	108
Tabla 71 Matriz Distancia entre Nodos.....	109
Tabla 72 Ruta 0,i,0.....	109
Tabla 73 Calculos Distancias.....	110
Tabla 74 Rutas Posibles.....	111

GLOSARIO

Cadena de suministro: Una cadena de suministro es el conjunto de actividades, instalaciones y medios de distribución necesarios para llevar a cabo el proceso de venta de un producto en su totalidad. Esto es, desde la búsqueda de materias primas, su posterior transformación y hasta la fabricación, transporte y entrega al consumidor final. (Roldán , 2019)

Cosmético: Toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema capilar y piloso, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, y/o corregir los olores corporales, y / o protegerlos o mantenerlos en buen estado. (Grupo ACMS Consultores, s.f.)

Covid-19: Enfermedad respiratoria muy contagiosa causada por el virus SARS-CoV-2. (Instituto Nacional del Cáncer , s.f.)

Cubicaje: El cubicaje se define como un problema de asignación geométrica, en la que objetos pequeños de tres dimensiones (llamada carga) tienen que ser asignados al interior de grandes objetos rectangulares (cúbicos) tridimensionales (llamados contenedores), con objeto de optimizar el espacio. (Jiménez Castillo, 2015)

Demanda: La demanda es la solicitud para adquirir algo. En economía, la demanda es la cantidad total de un bien o servicio que la gente desea adquirir. (Peiro , s.f.)

ERP: El término ERP se refiere a *Enterprise Resource Planning*, que significa “sistema de planificación de recursos empresariales”. Estos programas se hacen cargo de distintas operaciones internas de una empresa, desde producción a distribución o incluso recursos humanos. (Tic Portal , s.f.)

Inventario: es el conjunto de artículos o mercancías que se acumulan en el almacén pendientes de ser utilizados en el proceso productivo o comercializados. (García, 2017)

INVIMA: Son las siglas para Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Es una Agencia Regulatoria Nacional Colombiana, una entidad de vigilancia y control de carácter técnico científico, que trabaja para la protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias asociadas al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria. (INVIMA, s.f.)

INDUMIL: es la entidad colombiana encargada de fabricar y comercializar armas, municiones, explosivos y accesorios de voladuras por mandato constitucional. (INDUMIL , s.f.)

Inocuidad: Puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud. (Ministerio de Salud , s.f.)

Logística de Almacenamiento: La logística de almacenamiento se encarga de gestionar y planificar todo lo relativo a los elementos, mercancías o materias primas que una empresa recibe para realizar su actividad. (López, s.f.)

Maquila: Puede ser considerada como la subcontratación de parte del proceso productivo fuera de la empresa, sin que los insumos intermedios cambien de propiedad. Es una forma de producción en la que un individuo o grupo de individuos se comprometen a diseñar, elaborar o confeccionar un artículo para un tercero, quien es el que comercializa el producto con su marca propia. (Portafolio, 2009)

Materia Prima: Una materia prima es todo bien que es transformado durante un proceso de producción hasta convertirse en un bien de consumo. (Caballero Ferrari, s.f.)

Metodología KANBAN: es un método para gestionar el trabajo intelectual, con énfasis en la entrega justo a tiempo, mientras no se sobrecarguen los miembros del equipo. En este enfoque, el proceso, desde la definición de una tarea hasta su entrega al cliente, se muestra para que los participantes lo vean y los miembros del equipo tomen el trabajo de una cola. (David, 2003)

MSDS: es la sigla en inglés para Material Safety Data Sheet, en español: Hoja de datos de seguridad para un material. es un documento que contiene información sobre los compuestos químicos, el uso, el almacenaje, el manejo, los procedimientos de emergencia y los efectos potenciales a la salud relacionados con un material peligroso. Las SDS contienen mucha más información sobre el material de la que aparece en la etiqueta del envase. El fabricante del material prepara y redacta las SDS correspondientes. (State Compensation Insurance Fund, s.f.)

Nodo: Espacio donde convergen varias redes de transporte. (Castells, 1997)

PIB: Es la sigla para Producto Interno Bruto. Es un indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un país o región en un determinado periodo de tiempo, normalmente un año. Se utiliza para medir la riqueza de un país. (Sevilla, s.f.)

Proveedor: Se denomina proveedor a aquella persona física o jurídica que provee o suministra profesionalmente de un determinado bien o servicio a otros individuos o sociedades, como forma de actividad económica y a cambio de una contra prestación. (Sánchez Galán, s.f.)

Pyme: son las siglas de Pequeñas Y Medianas Empresas (Autónomos y Pymes, 2016). Se define también como las empresas que cuentan con no más de 250 trabajadores en total y una facturación moderada. Son empresas de no gran tamaño ni facturación, con un número limitado de trabajadores y que no disponen de los grandes recursos de las empresas de mayor tamaño. (gestion.org, s.f.)

Pronóstico de ventas: Proyección que una empresa realiza sobre la producción y venta de algún producto o servicio en un periodo de tiempo determinado. (Redacción Hipodec, 2018)

Sistema logístico: son una parte de la cadena de suministro que planifica, almacena, implementa y controla el flujo eficiente y eficaz de productos, servicios e información entre el punto de origen y el punto de consumo, con el fin de satisfacer al cliente y los requerimientos legales. (Evaluando Software.com, 2020)

Transporte Logístico: toda actividad encaminada a trasladar productos desde un punto de origen hasta un punto de destino. (Anaya Tejero, 2015)

SKU: Los códigos SKU o *Stock Keeping Unit* son uno de los elementos fundamentales para llevar el control y gestionar el stock en la bodega. SKU es el número de referencia

único de un producto, según aparece registrado en el sistema de la empresa (MECALUX, 2019)

Solvente: Dicho de una sustancia; que puede disolver y producir con otra mezcla homogénea. (Real Academia Española , s.f.)

S&OP: acrónimo de Sales and Operations Planning (*planificación de ventas y operaciones*), es el proceso formal a través del que se estudia regularmente la demanda y su suministro, al tiempo que se relacionan los resultados con los objetivos de todas las áreas: ventas y marketing, diseño, operaciones y finanzas. (Peña Andrés , 2017)

Servicio al cliente: El servicio de atención al cliente es aquel en el que se informa, resuelve cualquier duda, o se facilita información al cliente que lo requiere. (Peiró, s.f.)

VPN: Son las siglas para el indicador financiero Valor Presente Neto, el cual indica el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. (Granel, 2020)

TIR: Son las siglas para Tasa Interna de Retorno. Es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión. Esto quiere decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá esta, para los montos que no hayan sido retirados del proyecto. Y funciona como una herramienta complementaria del valor Presente Neto. (Restrepo, 2019)

RESUMEN

La empresa Utopick, fabricante de removedor para esmalte de uñas, como resultado del crecimiento exponencial en sus ventas en el año 2019, se vio en la necesidad de formalizar sus procesos y su planeación, por esto se requiere el diseño del sistema logístico y de la cadena de suministro, buscando alcanzar un mejor servicio al cliente. El objetivo principal del presente estudio se basa en diseñar la cadena de suministro de una empresa de cosméticos en la ciudad de Medellín, Colombia; para esto se lleva a cabo el estudio y análisis del proceso productivo, evaluando las opciones de la producción propia o la tercerización para la fabricación del producto, así como de los componentes del sistema logístico: pronósticos, inventarios, almacenamiento, transporte y ubicación. Por último, se evalúan los objetivos de servicio al cliente para que la compañía alcance el crecimiento esperado por la gerencia. Como producto final se entrega una guía de implementación de la cadena de suministros, donde se incluyen recomendaciones enfocadas al sistema logístico para que la compañía determine la factibilidad de aplicación.

PALABRAS CLAVE: Cadena de suministro, industria cosmética, sistema logístico, gestión de inventarios, estrategias de transporte.

ABSTRACT

Utopick is a manufacturer company of nails polish remover, as a result of the exponential growth in its sales in the 2019, saw the need to formalize its processes and planning, reason why it's required to design the logistics system and the supply chain to achieve better customer service. The main objective of this study is based on designing the supply chain of a cosmetics company in the city of Medellín, Colombia; For this, the study and analysis of the production process is carried out, evaluating the options of own production or outsourcing for the manufacture of the product, as well as the components of the logistics system: forecasts, inventories, storage, transport and location. Finally, customer service objectives are evaluated so that the company achieves the growth expected by management. As a final product, an implementation guide for the supply chain is delivered, which includes recommendations focused on the logistics system for the company to determine the feasibility of application.

KEYWORDS: Supply chain, cosmetic industry, logistic system, inventory management, transportation strategy

INTRODUCCIÓN

Utopick es una empresa comercializadora de cosméticos enfocados al cuidado de la mujer, cuenta con 3 años en el mercado en los cuales ha mostrado un constante crecimiento gracias a que cuenta con un producto altamente diferenciador, innovador y económico, como lo es un removedor de esmalte para uñas libre de solventes tóxicos. Inicialmente la compañía se centraba en producir el removedor de esmalte, pero con el ánimo de crecer tomó la decisión de maquilar la producción evitándolos costos correspondientes a los trámites del Invima y con esto proteger los costos de la operación. La producción se realiza actualmente por medio de un que dispone de todos los requisitos técnicos y legales para la fabricación de productos cosméticos. El mercado colombiano no cuenta con un producto similar, su competidor es una empresa mexicana con precios de producto superiores, lo cual le ha dado a la compañía una gran ventaja competitiva. Utopick se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín, y distribuye sus productos en todo Colombia.

Utopick busca a futuro seguir creciendo, ya sea continuando con el proceso de maquila o a través de producción propia; su objetivo es ampliar el portafolio y seguir ofreciendo soluciones innovadoras. Utopick se proyecta a 5 años como una empresa capaz de ofrecer diferentes productos cosméticos como esmaltes para uñas, gel exfoliante, removedor de cutícula, aceite regenerador y busca también continuar con la producción del removedor de esmalte. Por esto, para la compañía es indispensable contar con herramientas que faciliten la planeación y la consolidación de una cadena de suministro, tener una red de distribución propia y establecer un proceso productivo que le permita competir en el mercado nacional, ya que actualmente Utopick no implementa una estrategia clara en estos factores, los cuales son de vital importancia para la supervivencia de la compañía.

Para una empresa que inicia y que opera en una economía de alto nivel, como es la industria cosmética y de aseo en Colombia, es imprescindible un buen direccionamiento de la actividad logística. Los mercados usualmente se encuentran en esferas nacionales o internacionales, y por lo general las actividades productivas están concentradas en pocos puntos. Un sistema logístico estructurado, planeado y estratégico proporciona un puente entre las ubicaciones de producción y las de mercado, separadas por el tiempo y la distancia. Llevar el producto adecuado al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas, consiguiendo la mayor contribución a la empresa es el objetivo de cualquier compañía y una de las tareas más difíciles de cumplir (Ballou, 2004).

La consolidación de cadenas de suministros se hacen cada vez más necesarias dado el proceso de globalización y la importancia actual de la innovación. Las decisiones que se toman en relación con los procesos de la cadena de suministro generan diferentes niveles de servicio al cliente, esto puede ser usado de manera efectiva para entrar en nuevos mercados, incrementar la participación y por ende aumentar los beneficios. En conclusión, una óptima dirección de la cadena de suministros además de reducir costos

genera utilidad para la compañía y una posible expansión al mercado internacional (Ballou, 2004). Sin embargo, la industria colombiana actualmente no se encuentra preparada para competir en el mercado internacional que es cada día más exigente, por esto muchas compañías colombianas se centran en los mercados locales dejando de lado el mercado internacional (Castro Figueroa, 2009).

Uno de los sectores más atractivos para la inversión extranjera directa en Colombia ha sido por más de dos décadas el mercado cosmético y de aseo, representa el 4,4% del PIB de la industria manufacturera y 0,5% del PIB nacional. Ocupa el noveno lugar en la producción industrial del país. Con más de un millón de empleos, es el séptimo empleador industrial según la Encuesta Anual Manufacturera de 2015 (EAM) (DANE, 2015). Según el informe de sostenibilidad 2015 de industria cosmética y de aseo, el mercado en Colombia ascendió en 2015 a US\$ 4.885 millones de dólares, 4,3% más que en 2014. Para el 2018 se esperaba que llegara a US\$5.274 millones de dólares (ANDI, 2015). De acuerdo con la firma Euromonitor en el año 2017 se notó un crecimiento del 15% en las exportaciones, siendo los principales destinos Perú, Ecuador y Venezuela y debido a las coyunturas políticas de los últimos dos años se ha profundizado en negocios en otros países incrementándose exportaciones a México y Chile. Las condiciones del mercado descritas incentivan tanto a la generación de nuevos productos cosméticos como también a la ampliación del mercado existente.

El objetivo del presente trabajo fue diseñar la cadena de suministro, y con esto sentar las bases para el sistema logístico, propiciando el crecimiento a lo largo del territorio nacional. En Colombia, el tema logístico es poco implementado y menos aún en el contexto de las Pyme (Pequeñas y medianas empresas), se pretende aportar a este campo por medio del estudio tanto del sector cosmético como del sector logístico de las Pyme, a través del análisis de diferentes variables, la estructuración de la cadena de suministro, el diseño de sistemas de información y la revisión de modelos de diferentes autores los cuales se buscaron adaptar al medio colombiano. El objetivo de este estudio no es obtener resultados de tipo financiero, pero para la evaluación de las diferentes alternativas es necesario considerar temas generales de costos para la toma de decisiones en el campo logístico. El trabajo se presenta a manera de revisión bibliográfica de los principales aspectos logísticos y al final de cada capítulo se hace una propuesta dirigida a la gerencia que facilite su implementación.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. SISTEMA LOGÍSTICO

Según Gómez Rodríguez (2016) la cadena de suministro o Supply Chain Management se puede definir como el conjunto de procesos que integran las principales funciones de varias organizaciones desde los proveedores hasta el usuario final, intercambiando productos, servicios e información de tal manera que agreguen valor al cliente y a todas las organizaciones que componen esta cadena. Dentro de ésta se pueden encontrar dos tipos de miembros; los primarios y los miembros de soporte; los miembros primarios son empresas autónomas que realizan actividades para satisfacer al cliente y los miembros de soporte son aquellas empresas que suministran recursos a los miembros primarios para que puedan cumplir las actividades (Gomez Rodriguez , 2016). Chopra y Meindl (2013) postulan que “Una cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente. La cadena de suministro incluye no solo al fabricante y los proveedores, sino también transportistas, almacenistas, vendedores al detalle e incluso a los clientes mismos” (Chopra & Meindl, 2013).

Garcés (2010) plantea las definiciones de logística según como lo especificó la primera asociación de profesionales, docentes y gerentes de logística de los Estados Unidos; La NCPDM (National Council of Physical Distribution Management) entendió en el año 1963 la logística como el Conjunto de actividades que se encargan del movimiento eficiente de los productos terminados desde el final de la línea de producción hasta el consumidor y que, en algunos casos incluye el movimiento de materias primas desde la fuente hasta la línea. Este concepto unos años más adelante cambio junto con el nombre de la organización a CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals) quienes nuevamente en el 2006 puntualizaron la logística como la parte de la administración de la cadena de suministros que planea, implementa y controla la eficiencia y efectividad del flujo, flujo de retorno y almacenamiento de bienes y servicios, y la información relacionada, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos del consumidor (Garcés Ramírez, 2010).

1.2. COMPONENTES DEL SISTEMA LOGÍSTICO

El sistema logístico se compone de tres subsistemas principales denominados inventarios, transporte y ubicación, con el fin de alcanzar un nivel de servicio. Chase y colaboradores dicen que “Los sistemas de inventarios se definen como el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determina aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y que tan grande deben ser los pedidos” (Chase , Jacobs, & Aquilano, 2009). Guerra y Felipe definen los sistemas de inventarios como el conjunto de diferentes parámetros; La demanda, el suministro, el almacenamiento y los costos (Felipe Valdés & Guerra Valverde, 2014). Por otro lado, Everett y colaboradores dicen que “El inventario es el almacenamiento de bienes y productos. En manufactura, los inventarios se conocen como SKU (Stock-keeping Units) y se mantienen en un sitio de almacenamiento. Los SKU comúnmente consisten en: Materias primas, Productos en proceso, productos terminados, suministros”. El mismo

autor sostiene que el control de inventarios es la técnica que permite mantener la existencia de los productos a los niveles deseados. En manufactura el enfoque es a los productos físicos (Materiales y su control), en el sector de servicios, el enfoque primordial es sobre el “Servicio” que a menudo se consume en el momento en que se genera y en el cual se da muy poca importancia a los materiales o existencias (Everett & Ronald). Según Pau y colaboradores “Los inventarios son cantidades almacenadas de materiales que se utilizan para facilitar la producción o satisfacer la demanda del consumidor”, y agrega que “un sistema de inventarios es el conjunto de políticas y controles que supervisa los niveles de inventario y determina la cantidad a mantener, las fechas de abastecimiento y el tamaño de los pedidos” (Pau I Cos, 2001).

Según el texto *La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial* (2007) una de las actividades esenciales de la logística es el sistema de transporte, el cual comprende la gestión de los modos, los medios, la carga y la infraestructura de terminales. Cada modo se utiliza según los medios disponibles y estos últimos, se condicionan en función del tipo de carga. La rapidez, seguridad y regularidad son algunos indicadores que miden el desempeño de un sistema de transporte (Sarache Castro & Cardona Alzate, 2007)

Un aspecto en el que confluyen todos los conceptos anteriormente descritos es el servicio al cliente. Según Gómez (2016) el nivel de servicio se ve reflejado en los esfuerzos de la compañía por ofrecer procedimientos que den una respuesta rápida ante las órdenes atrasadas, el manejo de devoluciones, planes de contingencia para la atención normal de pedidos en caso sean afectados por factores externos como huelgas, desastres, etc., esfuerzos para establecer políticas de inventario, formas de transporte, cumplimiento de pedidos, así como los esfuerzos para mantener fuera del mercado los productos defectuosos, manejar reclamos, quejas, devolución de materiales de empaque y embalaje. Todos estos elementos se suman para mantener un determinado nivel de servicio, ya que los clientes reaccionan a la mezcla total (Gomez Rodriguez, 2016). Según Ballou desde la perspectiva logística, el servicio al cliente es el resultado final de todas las actividades logísticas o procesos de la cadena de suministro, de esta manera, el diseño de un sistema logístico establece el nivel de servicio que se ofrecerá al cliente (Ballou, 2004).

1.3. LA LOGÍSTICA EN INDUSTRIA COSMÉTICA COLOMBIANA

Arguello (2004) sostiene que el ambiente competitivo que vive el sector empresarial actualmente impulsa a las compañías a generar ventajas competitivas, postula que se le debe dar gran importancia a las tecnologías de información y su alineación con las estrategias del negocio para mejorar los procesos clave. En un proyecto que fue desarrollado por este autor, basado en la distribución y manejo de los inventarios mediante el diseño de un programa para satisfacer las necesidades de la organización en la toma de decisiones y en el acceso a la información, se propuso un sistema POD, el cual se concluye es el sistema que mejor satisface las necesidades del proceso de transición, además de minimizar el costo por pérdida de producto. A su vez este sistema apoya la articulación de los diversos componentes de la cadena de suministro y permite cumplir uno de los principales objetivos de la organización que corresponde a la satisfacción de los clientes (Arguello Manrique, 2004).

En un estudio realizado en el año 2012 por Cesar Forigua, plantea la formulación de un plan de empresa enfocado a la industria cosmética. El autor enfatiza en la importancia de un modelo de negocio orientado en el mercado y la demanda existente, adicional se centra en el desarrollo del proceso logístico como pilar fundamental del negocio, el cual se enfoca en el “justo a tiempo”. El proyecto busca también demostrar que se puede romper el esquema tradicional en el cual las empresas fabrican directamente sus productos, ya que propone un modelo de tercerización o maquila en la producción, donde se reduce la inversión inicial y se enfocan los esfuerzos al diseño y desarrollo de nuevos productos. Finalmente, el proyecto se torna viable económicamente, realizando los análisis pertinentes con un solo producto, los indicadores VPN y TIR son positivos, indicando los buenos resultados que se podrían obtener a futuro (Forigua Quicasán, 2012).

Ibáñez (2012) realizó un estudio sobre la evolución del sector cosmético a nivel nacional y del Valle del Cauca donde su principal objetivo fue hacer un diagnóstico del nivel de desempeño en la cadena de abastecimiento de dos grandes empresas, identificando los aportes a la economía departamental y nacional, y a su vez llevando a cabo una investigación descriptiva donde caracterizó el sector cosmético. El estudio arrojó que en la gestión de compras de materia prima el tipo de importación se divide de igual manera en importación directa y en importación por medio de distribuidores autorizados. El transporte nacional más utilizado es el terrestre y el internacional está entre el marítimo y el terrestre. Adicional se estableció que el sector cosmético es uno de los más dinámicos y competidos en el país, está compuesto por tres segmentos: productos de aseo, maquillaje y color; y fragancias y perfumería (Ibáñez Manzano, 2012).

Rincón (2012) planteó la contextualización del quehacer y la dinámica de las diferentes redes de suministro de las plantas aromáticas en Colombia. El estudio buscó describir lo que la comunidad conoce de estas redes de suministro y a su vez planteó como debe ser este proceso. Se llegó a que principalmente se debe fortalecer el sector agroindustrial, desde el gobierno hasta cada uno de los eslabones que hacen parte de la cadena de suministro, buscando rentabilidad y tener una ventaja competitiva. También se resalta la importancia de identificar línea de producto dentro de la cadena, definir el sector o la industria hacia la cual se enfocan los productos y seleccionar cuál de ellos representa el mayor potencial para las compañías. Por último, el trabajo buscó plantear nuevas líneas de acción en la consolidación de nuevas cadenas de suministros de hierbas aromáticas hasta donde su fortalezas en biodiversidad y actividad económica se lo permitan (Rincón Parra, 2012).

Guizado Jara (2013) realizó la evaluación y selección de buenas prácticas para el desarrollo de un modelo de gestión de proyectos en una empresa de manufactura cosmética ubicada en Lima, Perú. La empresa estudiada es la primera empresa en el manejo de cadenas de suministro en 13 países latinoamericanos. La compañía también cuenta con tres unidades de negocio como lo son consultoría, gestión logística, manufactura y distribución. El proyecto se enfoca en el área de manufactura y encuentra que la metodología más adecuada para esta organización es la gestión de proyectos basada en las buenas prácticas del PMBOK. A largo plazo esta metodología le permite a la organización obtener mejores resultados y solucionar los problemas típicos del sector manufacturero cosmético, los cuales abordan todas las áreas del conocimiento como la integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, riesgos y

adquisiciones. Se calculó que el beneficio anual del modelo de gestión de proyectos propuesto genera un beneficio de más de \$250.000 USD al año (Guizado Jara, 2013).

Un estudio realizado por Majerčák y compañía (2013), se enfocó en la posibilidad de usar la simulación de costos en una cadena de suministros, la cual está en un alto nivel de desempeño. El objetivo fue determinar los costos utilizando la optimización de costos logísticos la cual debe ser necesaria en la gestión de cadenas de suministro. El estudio enfatiza la necesidad de realizar una optimización no aislada en toda la cadena de suministro. Se logró hacer un comparativo entre un enfoque clásico, donde cada área manejaba costos separados y tratar de minimizarlos, con el enfoque del sistema (logístico), donde toda la cadena de suministro será optimizada (Majerčák, Klieštk, Masárová, Buc, & Majerčáková, 2013).

Rojas y Hazin (2014) generaron una estructura de gestión empresarial basada en el proceso S&OP en una industria cosmética brasileña. Actualmente las compañías se encuentran en la búsqueda de un diferencial competitivo, el cual satisfaga las necesidades de los clientes y a su vez ayude a desarrollar empresarialmente las compañías. La metodología S&OP permite analiza, conocer e identificar las características de la empresa por medio de diferentes herramientas como por ejemplo un análisis de procesos y de la cadena de valor, con el fin de proponer una herramienta sólida que se ajuste a las características y a las necesidades de la empresa. Los resultados mostraron que el proceso S&OP ofrece una metodología sistemática la cual va alineada a la visión de crecimiento empresarial por medio de una efectiva gestión de la cadena de suministros, adicional enfatiza la importancia de la colaboración y el trabajo conjunto para obtener una planificación empresarial sincronizada (Rojas & Hazin, 2014).

Díez y colaboradores (2014) se centraron en estudiar el comportamiento del sistema de distribución de una cadena de suministro de cosméticos de venta directa y en generar escenarios de toma de decisiones relacionados con la definición y el tamaño de los nodos de distribución. Se basaron en una herramienta de simulación que trabaja a partir de la dinámica de sistemas, esta herramienta proporciona información importante para la toma de decisiones estratégicas y para identificar el tamaño de los nodos de distribución de la cadena de suministro enfocada a la empresa cosmética. El enfoque metodológico permitió analizar cómo operan las instalaciones existentes y verificar su desempeño. Finalmente, el trabajo proporcionó un modelo conceptual de referencia para la definición estratégica de nodos de distribución (Diez, Mula, & Campuzano-Bolarin, 2014).

Una investigación llevada a cabo en una empresa de cosméticos de venta directa estudió un modelo de gestión para el suministro de materiales e insumos basado en la demanda. El estudio concluyó que diferentes factores, como por ejemplo tener un stock de seguridad, se convierten en amortiguadores para proteger la variabilidad que presenta el mercado. Se encontró también que el suministro basado en el consumo diario, con entregas frecuentes y lotes pequeños flexibiliza el abastecimiento con los cambios de la demanda. La metodología se basa en la identificación del problema, las posibles causas y las relaciones con los efectos encontrados con el fin de obtener el modelo en cuestión. Este estudio permite responder rápidamente a la sobredemanda sin generar quiebres de inventario y a su vez reaccionar a la subdemanda sin exceso de inventario (Arango Palacio & Zuluaga Mazo, 2014).

Carreño y Garcés (2015) realizaron un trabajo en colaboración con el laboratorio farmacéutico Siegfried con la finalidad de definir el modelo de operación logístico para la planta de producción ubicada en Bogotá. Mediante el uso aplicado de herramientas como pronósticos de demanda, control de inventario, matrices de evaluación y cuadro integral de mando se definió un modelo y se evaluaron diferentes alternativas para determinar el costo beneficio de estas y su fácil adaptación a la dinámica del laboratorio. Se encontró que la capacidad instalada del centro de distribución estaba excedida en un 11%, por lo cual era necesario modificar el modelo obtenido. Se encontró también que la implementación del modelo logístico puede disminuir tanto los costos de operación del almacenaje y de distribución. La tercerización de diferentes operaciones es una de las recomendaciones que se dieron, dada que esta permitiría el acceso a mejores tecnologías y mejores prácticas (Carreño Ariza & Garcés Pérez, 2015).

Orjuela, Díaz y Gonzáles (2016) consideraron la gestión logística en las empresas de cosméticos como una ventaja competitiva y un factor de éxito en una economía globalizada. Presentaron una propuesta metodológica, que permitió estudiar factores, variables logísticas y elementos que identifican el comportamiento de la cadena de suministro en los diferentes eslabones, la cual se aplicó al sector cosmético. Finalmente, la investigación permitió conocer el comportamiento del sector a nivel nacional, la evaluación de más de 250 variables y lograr un importante nivel de detalle de los procesos y recursos logísticos (Orjuela Castro, Díaz Rios, & González Pérez, 2016).

Gómez (2016) estudió el funcionamiento de la empresa Laboratorios Portugal S.R.L. con el fin de mejorar la gestión de abastecimiento de una de las plantas, dedicada a la fabricación y comercialización de cosméticos. Se encontró que la compañía llevaba a cabo una deficiente gestión y control de los inventarios de materia prima, material de empaque y producto terminado, dado que no se tenía una correcta planificación. El estudio se enfocó en analizar diversos modelos de pronóstico de demanda y metodología de planteamiento colaborativo, la implementación de un sistema de planificación, modalidades de compra y un breve estudio económico. Se encontró que dicho sistema podría mejorar la planificación y requerimiento de materiales, así como que un correcto control de inventarios permitiría reducir costos. También se implementó el uso de un inventario de seguridad. Por último, el estudio económico indica que la propuesta de mejora es factible, aumentando los ingresos de la empresa a partir del segundo año de implementación y asumiendo la empresa el total de la inversión (Gomez Rodriguez , 2016).

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó a una empresa del sector cosmético de la ciudad de Medellín, Colombia, llamada Utopick. La empresa nació hace aproximadamente 4 años y dado su crecimiento de los últimos meses, se ha visto en la necesidad de mejorar sus procesos, en específico su proceso logístico para así mejorar el servicio al cliente. Los primeros 5 años de una empresa pueden ser los más delicados, ya que tienen el mayor riesgo de quiebra por el alto crecimiento en ventas, poca programación y la desorganización de sus sistemas en general. Se busca darle un soporte a Utopick con el presente estudio, enfocado en el sistema logístico y sus componentes.

Se utiliza, un tipo de estudio descriptivo y exploratorio, iniciando con una indagación teórica a manera de estado del arte, permitiendo definir los antecedentes con respecto al sistema logístico de las empresas de consumo masivo y sobre el sector cosmético en Colombia, con el fin de medir el nivel de servicio de cara al cliente. Finalmente, se revisan las investigaciones realizadas sobre el sector cosmético, particularmente en los componentes logísticos y en los crecimientos del sector y subsector al que pertenece esta empresa y donde se evidencian avances en el tema.

El desarrollo del proyecto se lleva a cabo por medio de dos tipos de fuentes, primarias y secundarias. La principal fuente primaria es la compañía Utopick, a través de la información suministrada por parte de la gerencia general, utilizando la entrevista a profundidad como instrumento de recolección de la información; además en los temas propios de inventarios y transporte se realizaron entrevistas no estructuradas con expertos que permitieron acotar la teoría a la realidad de la empresa, todo esto con el fin de dar cumplimiento a los objetivos propuestos. Las fuentes secundarias utilizadas son libros, bases de datos y revistas especializadas, con el fin de realizar el análisis de los sistemas actuales utilizados por otras compañías del sector.

Posteriormente, para el desarrollo de la propuesta, se inició por el diseño del proceso productivo donde se realizó un análisis de los recursos físicos y técnicos necesarios para que la empresa lleve a cabo la fabricación de los productos de Utopick. Se analizó el comportamiento de las ventas, y se revisaron las ventajas y desventajas de la producción propia y de maquilar el producto a través un tercero. Para este capítulo se tomaron diferentes artículos científicos además de normas técnicas del INVIMA y del ministerio de protección social. Se consultaron también expertos en el tema de estructuración y diseño de una planta y laboratorio para producción de cosméticos, los cuales permitieron consolidar información importante sobre requisitos, limitantes y costos generales, permitiendo una visión de ambas alternativas.

Para el capítulo del sistema logístico se tuvieron en cuenta tres componentes: inventario, transporte y servicio al cliente. Se realizó una revisión bibliográfica de los aspectos más importantes de cada componente, tomando como punto de partida el texto *Logística. Administración de la cadena de suministro* de Ballou (2004), por evidenciarse como el documento con una visión en conjunto más completa y a partir de allí se continuó con la revisión adicional de otros autores. Cada capítulo está estructurado por una parte teórica y una propuesta para Utopick. Para cada propuesta se tuvo en cuenta el estado actual de la compañía, en términos de tamaño y trayectoria, y se analizó qué aspectos podían tenerse en cuenta y cuáles debían mejorar o inclusive no aplicar.

Se presentan a continuación las diferentes metodologías empleadas en este trabajo, para la evaluación y el desarrollo de cada componente de la cadena de suministro. Cada metodología fue utilizada para la toma de decisiones de los diferentes componentes del sistema logístico y para sustentar las propuestas y recomendaciones realizadas a la empresa UTOPIC:

2.1. METODOLOGÍA ESTRATEGIA DE INVENTARIO

METODOLOGÍA PRONÓSTICOS - REGRESIÓN LINEAL SIMPLE:

La explicación del método de regresión lineal será tomada de la publicación “*Regresión Lineal Simple-Teoría*” de González (2018).

La Regresión Lineal es una técnica paramétrica utilizada para predecir variables continuas, dependientes, dado un conjunto de variables independientes. Es de naturaleza paramétrica porque hace ciertas suposiciones basadas en el conjunto de datos. Si el conjunto de datos sigue esas suposiciones, la regresión arroja resultados óptimos, de lo contrario, tiene dificultades para proporcionar una precisión convincente.

Matemáticamente, la regresión usa una función lineal para aproximar o predecir la variable dependiente dada como:

$$y = ax + b \quad (1)$$

Donde:

y: es la variable dependiente o la variable para predecir.

x : es la variable independiente o la variable que usamos para hacer una predicción.

a : es la pendiente o el valor que debe ser determinado, se le conoce como coeficiente y es una especie de magnitud de cambio que pasa por “y” cuando “x” cambia.

b : es la constante que debe ser determinada, se le conoce como intercepto porque cuando “x” es igual a 0, entonces $y = b$.

Esta es la ecuación de Regresión Lineal Simple. Se llama simple porque solo hay una variable independiente involucrada, que vendría siendo “x”.

La fórmula para calcular coeficientes es la siguiente:

$$a = \frac{\sum(x_i - x_{media})(y_i - y_{media})}{\sum(x_i - x_{media})^2} \quad (2)$$

donde:

i es igual al número de datos

$$b = y_{media} - a(x_{media}) \quad (3)$$

El objetivo con Regresión Lineal Simple es minimizar la distancia vertical entre todos los datos y la línea, por lo tanto, para determinar la mejor línea, se debe minimizar la distancia entre todos los puntos y la distancia de la línea. Existen muchos métodos para cumplir con este objetivo, pero todos estos métodos tienen un solo objetivo que es el de minimizar la distancia. Una forma en que el modelo de regresión encuentre la mejor línea de ajustes es utilizando el criterio de mínimos cuadrados para reducir el error.

El error es una parte inevitable del proceso de predicción, no importa cuán poderoso sea el algoritmo que elijamos, siempre habrá un error irreductible. Se sabe que no se puede eliminar por completo el error, pero aún se puede intentar reducirlo al nivel más bajo. Justamente es en este momento en que se usa la técnica conocida como mínimos cuadrados.

La técnica de mínimos cuadrado intenta reducir la suma de los errores al cuadrado, buscando el mejor valor posible de los coeficientes de regresión. Los mínimos cuadrados no es la única técnica para usar en Regresión Lineal pero se selecciona debido:

- Utiliza un error cuadrado que tiene buenas propiedades matemáticas, por lo que es más fácil diferenciar y calcular el descenso del gradiente.
- Es fácil de analizar y computacionalmente más rápido, es decir, puede aplicarse rápidamente a conjuntos de datos que tienen miles de características.
- La interpretación es mucho más fácil que otras técnicas de regresión. (González, 2018)

Coefficiente de determinación (r^2): El coeficiente de determinación en la regresión lineal simple es una medida de la bondad de ajuste de la recta estimada a los datos reales.

Suma de cuadrados debida al error:

$$SCE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4)$$

Suma de cuadrados total:

$$SCE = \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad (5)$$

Suma de cuadrados debida a la regresión:

$$SCR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (6)$$

Relación entre SCT, SCR y SCE:

$$SCT = SCE + SCR \quad (7)$$

Coefficiente de determinación :

$$r^2 = \frac{SCR}{SCT} = \frac{SCT - SCE}{SCT} = 1 - \frac{SCE}{SCT} \quad (8)$$

Expresado r^2 en porcentaje, se puede interpretar como el porcentaje de la variabilidad total de “y” que se puede explicar aplicando la ecuación de regresión. (Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, s.f.)

2.2. METODOLOGÍA ESTRATEGIA DE TRANSPORTE Y UBICACIÓN

2.2.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DE INSTALACIONES:

La explicación del proceso de análisis jerárquico será tomada de la monografía “El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores” de Toskano Hurtado (2005).

Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

El proceso de Análisis Jerárquico fue desarrollado por Thomas L. Saaty (Saaty, 1980), y está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de su decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas)
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante asignación de “pesos”
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis
- Análisis de Sensibilidad.

El método se puede llevar a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. **Establecimiento de prioridades con el AHP:** El AHP, pide a quien toma las decisiones señalar una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Teniendo la información sobre la importancia relativa y las preferencias, se utiliza el proceso matemático denominado Síntesis, para resumir la información y para proporcionar una jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global.
2. **Comparaciones pareadas:** Son la base fundamental del AHP. El AHP utiliza una escala subyacente con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los dos elementos. Se presentan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el decisor.

Investigaciones anteriores han determinado que esta es una escala razonable para distinguir las preferencias entre dos alternativas:

Tabla 1 Calificación de Comparaciones Pareadas

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Muy fuertemente preferible	7
Fuertemente preferible	5
Moderadamente preferible	3
Igualmente preferible	1

Elaboración: Propia

Fuente: (Saaty, 1980)

3. Elaboración de la matriz de comparaciones pareadas: Es una matriz que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios.

Sea \mathbf{A} una matriz $n \times n$, donde $n \in \mathbb{Z}^+$. Sea a_{ij} el elemento (i,j) de \mathbf{A} , para $i=1,2,\dots,n$, y $j=1,2,\dots,n$. Decimos que \mathbf{A} es una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en el renglón i cuando se le compara con la alternativa de la columna j . Cuando $i=j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se está comparando consigo misma.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (9)$$

Además de cumplir que: $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$; es decir:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

El AHP sustenta esto con los siguientes axiomas:

Axioma No.1: Referido a la condición de juicios recíprocos: Si \mathbf{A} es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_{ij} = 1/a_{ji}$

Axioma No.2: Referido a la condición de homogeneidad de los elementos: Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.

Axioma No.3: Referido a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente: existe dependencia jerárquica en los elementos de dos niveles consecutivos.

Axioma No. 4: Referido a la condición de expectativas de orden de rango: Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

- 4. Síntesis:** Una vez que se elabora la matriz de comparaciones pareadas se puede calcular lo que se denomina prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. A esta parte del AHP se le conoce como sintetización. El proceso matemático preciso que se requiere para realizar tal sintetización implica el cálculo de valores y vectores característicos. A continuación, se detalla este procedimiento:

Procedimiento para sintetizar juicios:

Paso 1: Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.

Paso 2: Dividir cada elemento de tal matriz entre el total de su columna; a la matriz resultante se le denomina matriz de comparaciones pareadas normalizada.

Paso 3: Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de las prioridades relativas de los elementos que se comparan.

- 5. Elaboración de la matriz de prioridades:** Se considera las prioridades de cada criterio en términos de la meta global:

$$\begin{array}{c}
 \text{Meta} \\
 \text{Global} \\
 \begin{array}{l}
 \text{Criterio 1} \\
 \text{Criterio 2} \\
 \dots \\
 \text{Criterio } m
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 P'_1 \\
 P'_2 \\
 \dots \\
 P'_m
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \quad (11)$$

Donde M es el número de criterios y P'_j es la prioridad del criterio i con respecto a la meta global, para $i=1,2,\dots,m$.

Se denomina matriz de prioridades a la que resume las prioridades para cada alternativa en términos de cada criterio. Para m criterios y n alternativas tenemos:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{l}
 \text{Alternativa 1} \\
 \text{Alternativa 2} \\
 \dots \\
 \text{Alternativa } n
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 \begin{array}{cccc}
 \text{Criterio 1} & \text{Criterio 2} & \dots & \text{Criterio } m
 \end{array} \\
 \begin{array}{cccc}
 P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\
 P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm}
 \end{array}
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \quad (12)$$

Donde P_{ij} es la prioridad de la alternativa i con respecto al criterio j , para $i=1,2,\dots,n$; y $j=1,2,\dots,m$.

La prioridad global para cada alternativa de decisión se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios.

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P'_1 \\ P'_2 \\ \dots \\ P'_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Pg_1 \\ Pg_2 \\ \dots \\ Pg_n \end{pmatrix} \quad (13)$$

Donde P_{gi} es la prioridad global (respecto a la meta global) de la alternativa i ($i=1, 2, \dots, n$)

6. Comprobar la consistencia: El AHP ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el decisor. Si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión. Si el grado de consistencia es inaceptable, quien toma las decisiones debe reconsiderar y posiblemente modificar sus juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

De forma matemática, decimos que una matriz de comparación A $n \times n$ es consistente si: $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$, para $i, j, k=1, 2, \dots, n$.

Esta propiedad requiere que todas las columnas (y renglones) de A sean linealmente dependientes. En particular, las columnas de cualquier matriz de comparación 2×2 son dependientes y, por tanto una matriz 2×2 siempre es consistente.

Para determinar si un nivel de consistencia es o no "razonable", necesitamos desarrollar una medida cuantificable para la matriz de comparación A $n \times n$ (donde n es el número de alternativas a comparar). Se sabe que si la matriz A es perfectamente consistente produce una matriz N $n \times n$ normalizada, de elementos W_{ij} (para $i, j=1, 2, \dots, n$), tal que todas las columnas son idénticas, es decir, $W_{12}=W_{13}=\dots=W_{1n}=W_1; W_{21}=W_{23}=\dots=W_{2n}=W_2; W_{n1}=W_{n2}=\dots=W_{nn}=W_n$.

$$N = \begin{pmatrix} W_1 & W_1 & \dots & W_1 \\ W_2 & W_2 & \dots & W_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_n & W_n & \dots & W_n \end{pmatrix} \quad (14)$$

Se concluye entonces que la matriz de comparación correspondiente A , se puede determinar a partir de N , dividiendo los elementos de la columna i entre w_i (que es el proceso inverso de determinación de N a partir de A). Entonces tenemos:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

De la definición dada de A , tenemos:

$$\begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} \quad (16)$$

De forma mas compacta, decimos que A es consistencia si y sólo si,

$$\mathbf{AW} = n\mathbf{W} \quad (17)$$

Donde W es un vector columna de pesos relativos w_j , ($j=1,2,\dots,n$) se aproxima con el promedio de los n elementos del renglón en la matriz normalizada N. Haciendo \bar{W} el estimado caculado, se puede mostrar que:

$$A\bar{W} = n_{\max}\bar{W} \quad (18)$$

Donde $n_{\max} \geq n$. En este caso, entre mas cercana sea n_{\max} a n, mas consisten será la matriz de comparación A. Como resultado, el AHP calcula la razón de consistencia (RC) como el cociente etre el índice de consistencia de A y el índice de consistencia aleatorio.

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (19)$$

Donde IC es el índice de consistencia de A y se calcula como sigue:

$$IC = \frac{n_{\max} - n}{n - 1} \quad (20)$$

El valor de n_{\max} se calcula de $A\bar{W} = n_{\max}\bar{W}$ observando que la i-ésima ecuación es:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w}_j = n_{\max} \bar{w}_i, i = 1, 2, \dots, n. \quad (21)$$

Dado que $\sum_{j=1}^n \bar{w}_j = 1$, obtenemos:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \bar{w}_j \right) = n_{\max} \sum_{i=1}^n \bar{w}_i \quad (22)$$

Esto significa que el valor de n_{\max} de determina al calcular primero el vector columna A y después sumando sus elementos.

IA es el índice de consistencia aleatoria de A, es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria. Se puede mostrar que el IA depende del número de elementos que se comparan, y asume los siguientes valores:

Tabla 2 Valores índice Aleatorio de consistencia

Número de elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio de consistencia (IA)	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,40	1,45	1,49

Elaboración: Propia

Fuente: (Saaty, 1980)

Se calcula la razón de consistencia (RC) (o CR, de Consistency Ratio). Esta razón o cociente está diseñado de manera que los valores que exceden de 0,1 son señal de juicios inconsistentes; es probable que en estos casos el tomador de decisiones desee reconsiderar y modificar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas. Se considera que los valores de la razón de consistencia de 0,10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC ≤ 0.1: Consistencia Razonable

RC > 0.1: Inconsistencia

2.2.2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA RUTA DE TRANSPORTE:

La explicación de los métodos de ruteo de vehículos y del algoritmo de Clark & Wright será tomada de la publicación “Asistente automático para diseño de rutas de distribución” de Ascencio Laguna, Bustos Rosales (2018) y de “Propuesta de solución al problema de ruteo de vehículos en el operador logístico Opperar S.A. para el transporte de distribución de productos alimenticios secos del Grupo Nutresa S.A.” de Álvarez Hernández (2017).

2.2.2.1. PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS (VRP)

Los problemas de ruteo de vehículos o VRP (Problema de ruteo de vehículos – en inglés Vehicle Routing Problem) consiste en hallar una serie de rutas de tal manera que se satisfaga la demanda de una cantidad determinada de n clientes distribuidos en una zona geográfica. La suma de las distancias recorridas por los vehículos debe ser la mínima. Cada vehículo parte de un depósito para visitar a los n clientes y debe regresar nuevamente a él, se considera una flota homogénea de vehículos, es decir, todos los vehículos tienen la misma capacidad.

El problema de Ruteo de Vehículo consiste en minimizar cierta función objetivo (f):

$$\min f = \min = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} C_{ij} X_{ij} \quad (23)$$

Donde V= {0,..., n} representa el conjunto de vértices en un grafo que finalmente representa a los clientes a visitar.

La variable X_{ij} , es una variable binaria que toma el valor de 1 si en la ruta se incluyen los sitios i y j , y cero en caso contrario; el parámetro C_{ij} representan e costo de ir desde el sitio i hasta el sitio j .

Además se deben cumplir las siguientes restricciones:

$$\sum_{i \in v} X_{ij} = 1 \quad \forall j \in v \setminus \{0\} \quad (24)$$

$$\sum_{j \in v} X_{ij} = 1 \quad \forall i \in v \setminus \{0\} \quad (25)$$

Las ecuaciones 2 y 3 imponen que exactamente un arco entra y sale de cada vértice asociado con un cliente, respectivamente. Junto a 2 y 3 se cumple otra restricción que se tiene frente al número de vehículos que salen y regresan al depósito.

$$\sum_{i \in v} X_{i0} = K \quad (26)$$

$$\sum_{j \in v} X_{0j} = K \quad (27)$$

Donde K es el número de vehículos que salen y entran de depósito.

Debido a que los vehículos tienen capacidad finita y cada ruta está constituida por un grupo de clientes que el vehículo visita solo una vez, entonces se necesitan el siguiente conjunto de restricciones.

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} X_{ij} \geq r(S) \quad \forall S \in v \setminus \{0\}, S \neq \emptyset \quad (28)$$

Ésta se denomina restricción de corte-capacidad El número $r(S)$ es el número mínimo de vehículos que se requieren para atender el conjunto de clientes (S) . (Álvarez Hernández, 2017)

2.2.2.2. ALGORITMO DE AHORROS DE CLARK & WRIGHT

El Algoritmo de ahorros de Clark & Wright, es una de las técnicas más populares para resolver VRP a través de heurísticas, consiste en el principio de combinar una solución de dos rutas diferentes para formar una nueva ruta donde se validen los ahorros. (Ascencio Laguna, Bustos Rosales, Jiménez Sánchez, Balbuena Cruz, & Zamora Domínguez, 2018)

El ahorro en la combinación de soluciones es obtenido con la siguiente fórmula (Quintanilla, 2015):

$$s_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij} \quad (29)$$

Donde,

s_{ij} es el valor del ahorro.

d_{i0} es el costo del arco i al punto 0 o depósito.

d_{0j} es el costo del arco 0 o depósito al punto j .

d_{ij} es el costo del arco i al punto j .

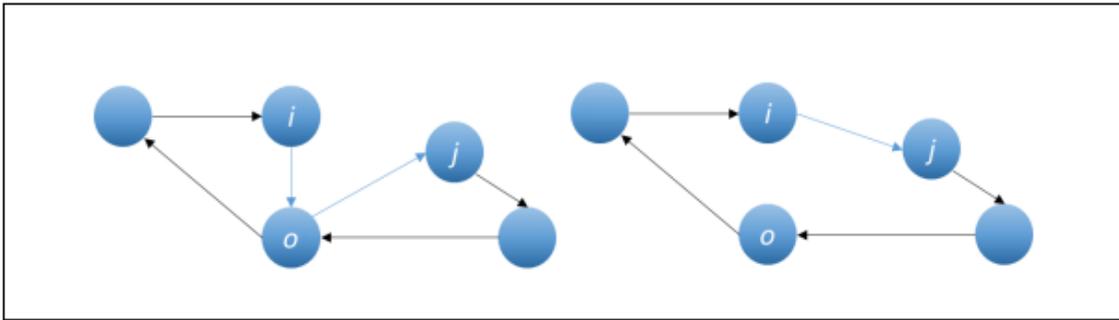


Ilustración 1 Dos Rutas Antes y Después de Ser Unidas

Elaboración y Fuente: (Quintanilla (2015))

Al unir las rutas, los arcos $(i, 0)$ y $(0, j)$ desaparecen y se agrega el arco (i, j) . El algoritmo parte de una solución inicial y realiza las uniones que mayor ahorro generen siempre y cuando cumpla con las restricciones planteadas en el problema. Para usar este método es necesario conocer los costos o las distancias que existen entre los diferentes nodos, o sea el costo de cada trayecto. Este método puede ser implementado de dos formas, la primera es paralela, es decir cuando se usan todos los nodos en la construcción de todas las rutas, simultáneamente, y la segunda es secuencial, que se refiere a la construcción de las rutas una por una. (Lysgaard, 1997)

2.2.2.3. ALGORITMO DE AHORRO VERSIÓN PARALELA

Los pasos para la construcción de la solución en la versión paralela son:

Paso 1: (inicialización) para cada cliente i construir la ruta $(i, 1)$.

Paso 2: (cálculo de ahorros) calcular S_{ij} para cada par de clientes i y j .

Paso 3: (mejor unión). Sea $S_{i^*j^*} = \text{Max } S_{ij}$, donde el máximo se toma entre los ahorros que no han sido considerados aún. Sean r_{i^*} y r_{j^*} las rutas que contienen a los clientes i^* y j^* respectivamente. Si i^* es el último cliente de r_{i^*} y j^* es el primer cliente de r_{j^*} y la combinación de r_{i^*} y r_{j^*} es factible, combinarlas.

Paso 4: Eliminar $S_{i^*j^*}$ de futuras consideraciones. Si quedan ahorros por examinar ir a paso 3, si no terminar.

2.2.2.4. ALGORITMO DE AHORRO VERSIÓN SECUENCIAL

Los pasos para la construcción de la solución en la versión secuencial son:

Paso 1 (inicialización) para cada cliente i construir la ruta $(1, i, 1)$.

Paso 2 (cálculo de ahorros) calcular S_{ij} para cada par de clientes i y j .

Paso 3 (selección) agregar el arco (i, j) que no haya sido considerado a la ruta en curso y que cumpla con las restricciones, o si los clientes i, j se encuentran en el extremo de la ruta.

Paso 4 (extensión) sea $(0, i, \dots, j, 0)$ la ruta actual. Si no hay ahorros en i o j volver al paso 3, y repetirlo hasta que se puedan agregar más arcos, escogiendo el arco con mayor ahorro.

Paso 5 realizar los pasos 3 y 4 hasta que no sea posible agregar más arcos a la ruta (Álvarez Hernández, 2017)

2.3. METODOLOGÍA PARA LOS TIEMPOS DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE:

Plataforma Waze: Waze es una herramienta de navegación que se ejecuta en un teléfono inteligente que ayuda a encontrar direcciones y evitar atascos de tráfico. La aplicación Waze está disponible para plataformas Android, iOS, Windows Phone y Windows Mobile. Proporciona direcciones en tiempo real que se ajustan sobre la marcha para tener en cuenta varios tipos de obstáculos potenciales. (Cómo Funciona Hoy, s.f.)

Lo primero que se debe hacer es introducir una dirección en el cuadro de búsqueda mediante la lupa en la parte inferior izquierda de la pantalla (Ilustración 2 – 1. Búsqueda de ruta). Esta a continuación indicará la ruta y el tiempo de ruta para llegar a esta dirección (Ilustración 2 – 2. Generación de ruta y tiempos), desde el destino en el que se encuentra la persona. Permite la visualización de varias rutas junto con los tiempos de duración de cada alternativa (Ilustración 2 – 3. Visualización de ruta).

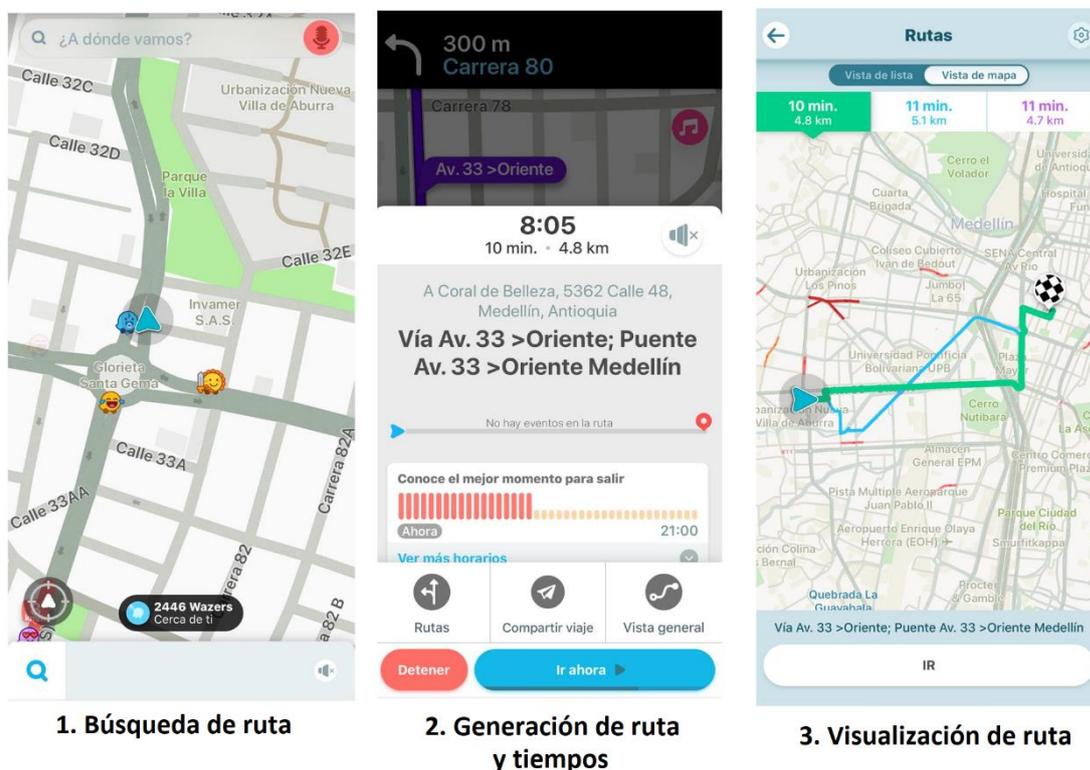
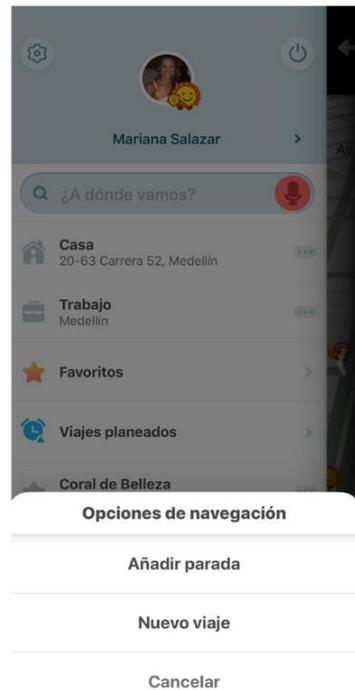


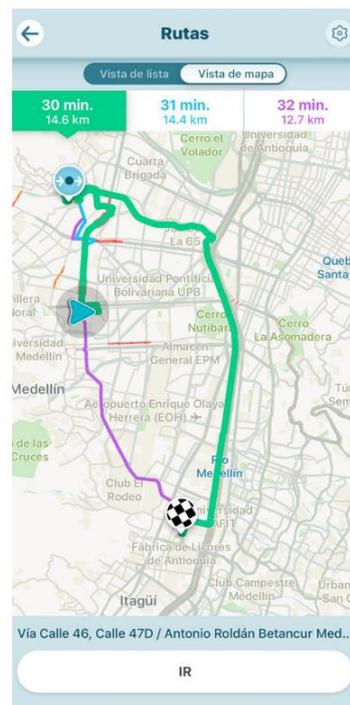
Ilustración 2 Metodología Uso Aplicación Waze 1

Elaboración: Propia

Fuente: (Waze Movil, s.f.)



4. Añadir nueva parada



5. Generación nueva ruta con parada

Ilustración 3 Metodología Uso Aplicación Waze 2

Elaboración: Propia

Fuente: (Waze Movil, s.f.)

En la aplicación también es posible realizar rutas con más de 1 parada, esto lo logramos haciendo la búsqueda de la primera parada, y a continuación se vuelve a buscar la segunda parada con la opción “Añadir parada” (Ilustración 3 – 4. Añadir nueva parada). Waze arroja en colores diferentes, ambas rutas con sus respectivos tiempos (Ilustración 3 – 5. Generación nueva ruta con parada).

Plataforma Google Maps: Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle, condiciones de tráfico en tiempo real y un calculador de rutas a pie, en coche, bicicleta (beta) y transporte público y un navegador GPS. (Wikipedia, 2020)

Si se quiere conocer un recorrido que se va a efectuar entre dos puntos de interés, se debe indicar en la barra blanca de búsqueda de la parte superior (Ilustración 4– 1. Búsqueda de ruta), las direcciones o simplemente se pone el nombre del lugar (WWWhats News, 2013). Se puede indicar desde direcciones exactas hasta lugares estimativos. Se sugiere que entre las dos direcciones de interés se agregue el sufijo “a” (Ilustración 4 – 2. Búsqueda de ruta). La aplicación inmediatamente genera unos tiempos de ruta de acuerdo con el medio de transporte que se va a usar, y también indica en el mapa cuál es el recorrido (Ilustración 4– 3. Visualización de la ruta).

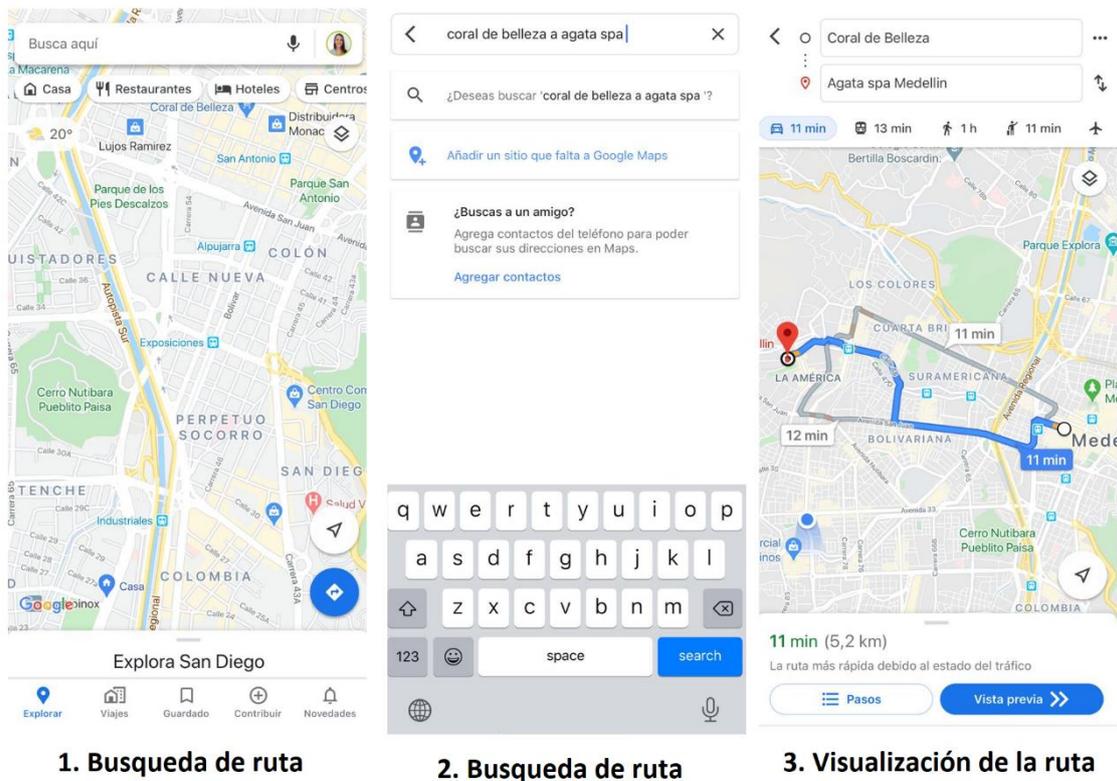


Ilustración 4 Metodología Uso Aplicación Google Maps 1

Elaboración: Propia

Fuente: (Google Maps, s.f.)

3. OBJETIVOS

Objetivo General:

Diseñar la cadena de suministro de Utopick, a partir de los factores claves de operación de la empresa, como punto de partida para establecer el sistema logístico.

Objetivos específicos:

- Determinar los requerimientos de los componentes del sistema logístico de la compañía Utopick para diseñar la cadena de suministro.
- Establecer el tiempo del ciclo del pedido recomendado para la compañía, como estrategia de servicio al cliente.
- Proponer el diseño de la cadena de suministro a través de los componentes de inventarios, almacenamiento, transporte y ubicación.
- Presentar la guía de implementación de la cadena de suministro a 5 años para la compañía Utopick.

4. DISEÑO Y ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO

4.1. ASPECTOS BÁSICOS LEGALES DE LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS Y DE ASEO

Según la comisión Europea para la regulación de cosméticos, estos se definen como “cualquier sustancia o mezcla que se entiende, tendrá contacto con partes externas del cuerpo humano (Epidermis, cabello, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las membranas mucosas de la cavidad oral con el uso exclusivo de limpiar, perfumar, cambiar la apariencia, protegerla, mantenerla en buen estado o corregir malos olores” (European Commission, 2015).

La producción de productos cosméticos en Colombia está regulada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos e Alimentos (INVIMA), la cual es la autoridad competente encargada de expedir, inspeccionar, vigilar y controlar los registros sanitarios en la producción de cualquier tipo de medicamento, cosmético o alimento. La norma base del registro sanitario es la Ley 9 de 1979 o Código Nacional Sanitario. Las buenas prácticas de manufactura, es decir, los parámetros legales relacionados con la fabricación de este tipo de productos se apoyan en resoluciones y decretos los cuales son basados en normas técnicas nacionales (NTC) (Conde, Cabrera, & Tibaquirá, 2015).

La resolución 003774 del 10 de noviembre de 2004 es la encargada de adoptar la norma técnica armonizada de buenas prácticas de manufactura cosmética y la guía para su verificación. Existen 14 resoluciones adicionales para cosméticos, relacionadas con la importación, normas técnicas para análisis, modelos de inspección, vigilancia y control etc. Para el presente estudio, en el cual se lleva cabo un análisis simple del proceso productivo, se tienen en cuenta los lineamientos de la resolución 003774 del 10 de noviembre de 2004.

Los removedores de esmaltes y los esmaltes para uñas, históricamente se han fabricado con diferentes materias primas las cuales presentan restricciones a nivel Nacional. Instituciones como INDUMIL y la Dirección Nacional de Estupefacientes son las encargadas de regular el consumo y el uso de sustancias como la Nitrocelulosa (Utilizada en la fabricación de explosivos) y solventes como el Tolueno, Acetato de Butilo, Acetato de Isobutilo y Acetato de Etilo, los cuales son usados para la fabricación de narcóticos. Utopick cuenta con una ventaja actual, y es que no utiliza solventes controlados en la fabricación del removedor de esmalte, lo cual en términos legales y logísticos facilita la operación. Aunque hay que tener en cuenta que siguen siendo productos inflamables y cuentan con un manejo especial.

4.2. PROCESO PRODUCTIVO DE REMOVEDORES DE ESMALTE Y SIMILARES

El removedor de esmalte que actualmente produce Utopick lo hace a través de una maquila o producción realizada a través de terceros. Este removedor, así como los productos que a futuro tiene definido lanzar al mercado, como son: esmaltes para uñas, gel exfoliante, removedor de cutícula y aceite regenerador, tienen en común que utilizan el mismo método de fabricación, lo que se convierte una ventaja en el proceso

productivo, es decir, puede ser considerado un Uni-Proceso/ Multi-Producto, donde la única variación son las materias primas y por ende las formulaciones de cada referencia. El proceso de producción de este tipo de cosméticos es un proceso de mezclado donde se garantiza la homogenización de todas las materias primas, en este proceso no interviene ningún tipo de reacción química, y es netamente físico. A continuación, se presenta el diagrama de bloques de la operación de Utopick (Ilustración 5):

Gráfico 1. Diagrama de bloques genérico de la operación de Utopick.

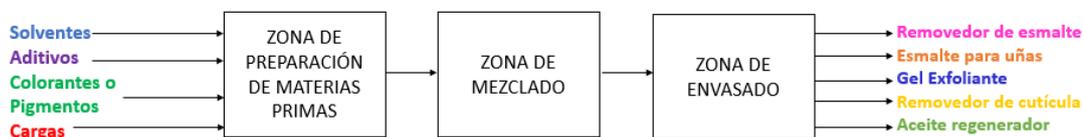


Ilustración 5 Diagrama de Flujo de Proceso para la Elaboración de los Productos Cosméticos de Utopick

Elaboración: Propia.

Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes disposiciones técnicas de cada fase del proceso se han consultado en la resolución 003774 del 10 de noviembre de 2004:

Zona de preparación de materias primas: Esta área del proceso inicia desde la compra de la materia prima, la cual debe ser en la mayoría de los casos grado alimenticio o cosmético, debe contar con toda la documentación requerida por el Invima como lo es ficha técnica, hoja de seguridad, certificado de análisis y en muchos casos un certificado de inocuidad. Una vez recibida la materia prima se deben realizar los muestreos por personal competente y guardar una contramuestra para efectos de trazabilidad. En el proceso de pesaje se debe tener en cuenta que debe contenerse en recipientes limpios y balanzas verificadas documentalmente. Se deben tomar precauciones para evitar la contaminación cruzada para mitigar cualquier riesgo o alteración.

Zona de Mezclado: Como se mencionó anteriormente el único proceso que se llevará a cabo es el mezclado. En cada lote de producto se deben precisar diferentes datos y condiciones como lo son: maquinaria, fórmula, tamaño del lote, listado de materias primas con número de lote y cantidad pesada, secuencias de agregado, temperatura, velocidades de agitación, tiempos, proceso de transferencia, etc. No podrán fabricarse cosméticos de diferente naturaleza (Sólidos, semisólidos, líquidos, etc) en áreas comunes en forma simultánea, con los mismos equipos.

Zona de Envasado: Para el proceso de empaquetado se debe controlar la correcta limpieza de los equipos, así como tener una etiqueta clara para asegurar su identificación. Se deberán a su vez tomar muestras de retención del producto terminado, así como una muestra para el análisis por parte del área de control de calidad para dar la respectiva aprobación al producto terminado. En el área de calidad debe haber un director, el cual es un cargo aparte al responsable de producción y al director técnico.

4.3. CONSIDERACIONES ADICIONALES DEL PROCESO

Personal: El personal de toda la empresa debe ser capacitado para ejercer su cargo, deben saber leer, escribir y estar contratados a tiempo completo. Como se mencionó anteriormente tiene que haber un responsable de producción, responsable de calidad, y un director técnico. Se deben realizar exámenes médicos periódicos a las personas relacionadas con la producción y manipulación de materia prima y producto terminado, entre otros.

Instalaciones: El diseño de la planta deberá ser realizado meticulosamente ya que la disposición de todas las áreas, sobre todo las que se encuentran ligadas a la parte de producción, deben garantizar unos estándares de limpieza. Se debe contar con áreas específicas y separadas para las diferentes actividades como fabricación, acondicionamiento y empaque, control de calidad, almacenes y despachos. Según el grado de contaminación al que sean susceptibles las áreas de producción se clasificarán en dos grandes grupos; zonas negras (Salas, recepción, vestuarios, baños, oficinas, almacenes, etc.) y zonas grises (Áreas de fabricación y de envase), haciendo especial énfasis en las zonas grises en cuanto a las medidas de reducción del riesgo sanitario.

Sistema de gestión de calidad: Se debe diseñar, establecer y mantener un sistema de calidad. A nivel de producción, consta de un sistema completo incluyendo la estructura organizacional, las responsabilidades, los recursos disponibles, los procedimientos y los procesos. Se deben realizar a su vez auditorias periódicas de manera detallada e independiente (Ministerio de protección social , 2004).

4.4. PRODUCCIÓN PROPIA VERSUS MAQUILA

Se analizan diferentes aspectos relevantes que intervienen en la toma de decisiones para una compañía en cuanto a llevar a cabo su proceso productivo de manera propia o por medio de un maquilador. Cabe resaltar que Utopick por los próximos años no tiene planes de llevar a cabo la producción propia, ya que prefieren concentrarse en posicionar el producto comercialmente, sin tener que ocuparse de los procesos logísticos, administrativos y de planeación que conllevan una planta de producción propia.

Los aspectos más relevantes a la hora de tomar una decisión de maquilar un producto o producirlo son los siguientes:

- **Inversión en infraestructura:** La adecuación de la planta de producción, así como de laboratorios de investigación y calidad son indispensables para cumplir con los lineamientos del INVIMA. La inversión para una planta de producción de productos cosméticos en Colombia, de un tamaño mediano puede estar entre los 200 y 300 millones de pesos. Equipos como el sistema de aire inyectado, los materiales y condiciones en los que se deben construir los espacios, deben tenerse en cuenta ya que son más costosos que los utilizados en una planta industrial. Si la compañía maquila su producto, le transfiere estos gastos al maquilador y por ende estarán implícitos en el costo del producto.
- **Control del proceso y de la calidad final del producto:** Por medio de la producción propia, el fabricante puede dar fe que su proceso se lleva en la

manera correcta y que el producto final va a tener las características de calidad adecuadas. En un proceso de maquila, la compañía debe asumir que este proceso se hace de manera correcta y de acuerdo con los lineamientos establecidos.

- **Logística y transporte:** Maquilar implica tener un flete adicional en el flujo de proceso. Este flete corresponde al traslado del producto terminado a la bodega de almacenamiento de la compañía. Teniendo en cuenta que en el tiempo esta cantidad puede aumentar considerablemente, el flete le agregaría un costo adicional al producto.
- **Confidencialidad de las fórmulas:** El removedor de esmalte que comercializa Utopick es único en el mercado, como se mencionó anteriormente. La formulación es un punto débil en el proceso de maquila ya que es susceptible al plagio por parte del maquilador.
- **Manejo de personal:** El manejo de personal en el área de producción y laboratorios, garantizar que estén debidamente capacitados, tener para todos contratos a término indefinido son requisitos que se deben cumplir. Para el tema de maquila, el maquilador sería el único responsable de cumplir estos requisitos.
- **Enfoque en ventas y posicionamiento del producto:** Al estar pendiente de aspectos como la producción, la inversión en infraestructura, la calidad del producto, la logística, etc., es posible que se pierda el foco en la parte comercial y de ventas. Por medio de la maquila, la compañía tendría la disponibilidad total para dedicarse al tema comercial y de promoción del producto.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, y a los planes a corto plazo de Utopick, se recomienda continuar con el proceso de maquila. La compañía, de acuerdo con el crecimiento exponencial en ventas que ha tenido en el último año, debe seguir aplicando todos sus esfuerzos en continuar posicionando la marca y generando ganancias. Cuando la compañía se acerque a la fase de madurez de sus principales productos, se recomienda hacer un estudio de factibilidad para la creación de su propia planta de producción, donde el principal objetivo de reducir costos del producto terminado y tener mayor flexibilidad en el proceso de producción, pero sobre todo controlar el proceso, el producto y el *Know How* que la empresa está construyendo; actualmente Utopick debe adaptarse a las restricciones y condicionamientos estipulados por el maquilador. Bajo las proyecciones y análisis de demanda que se presentan en este proyecto, se recomienda que en el año 2021 se realice dicho estudio de factibilidad, considerando implementar la planta de producción en el año 2022, bajo el supuesto de crear dicha planta.

5. DISEÑO DEL SISTEMA LOGÍSTICO

5.1. ESTRATEGIA DE INVENTARIO

5.1.1. PRONÓSTICOS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS

La previsión de la cadena de suministro pretende tener en cuenta todos los aspectos del aprovisionamiento para apoyar las operaciones de la compañía. Esta se tiene en cuenta desde el minorista o el proveedor de servicios hasta el sistema de distribución de los fabricantes y los proveedores de tercer nivel (Chopra & Meindl, 2013).

La base de pronósticos de cada nivel de la cadena productiva, la cual incluye los actores anteriormente mencionados, tiene un flujo de información, así como algunos factores que afectan las ventas y los pedidos. Adicionalmente, los fabricantes y proveedores reciben pronósticos (De pedidos o ventas) por parte de sus proveedores. Esta mezcla de información debe integrarse en un “pronostico final”, el cual es un pronóstico operativo que se debe tener en cuenta en toda la organización. Por lo general, este tipo de pronósticos se hace a través de un proceso de planificación de ventas y operaciones, llamado S&OP y por medio de un sistema ERP (Enterprise Resource Planning). El proceso S&OP y la gestión de la demanda son los más utilizados actualmente y en general han tenido éxito en obtener una considerable atención de los profesionales (Asimakopoulou & Dix, 2013). La terminología aquí es de detección de la demanda y configuración de la demanda, términos que significan poco más que el desarrollo de modelos de demanda que incluyen datos de mayor frecuencia, planes de marketing y promociones, y la combinación de productos (Chase, 2016). Una vez que se han desarrollado dichos modelos, la empresa puede intentar optimizar los costos y los ingresos para lograr una posición más rentable. Sin embargo, la realidad de la implementación es mucho más difícil de lo que esta descripción implica. Si bien la administración de ingresos en aerolíneas y hoteles es ahora una práctica común, la adopción en el comercio minorista ha sido más limitada, aunque existen modelos (Boone & Boylan, 2019).

El enfoque de la mayoría de las investigaciones de pronósticos se ha realizado sobre los pronósticos puntuales, evaluados a través de una métrica de precisión de pronóstico estándar (como el porcentaje porcentual absoluto de error). Un tema clave para las operaciones de la cadena de suministro ha sido durante mucho tiempo el cómo se pueden contener los efectos de la incertidumbre de la demanda y los errores de pronóstico. Según Krajewski y Ritzman (2000) los errores en los pronósticos de demanda pueden inducir a una empresa a hacer pedidos excesivos o insuficientes de materiales y servicios, además, dan lugar a pedidos apresurados que obligan a los proveedores a reaccionar con mayor rapidez para evitar situaciones de escasez en la cadena de suministro. También, continúan los autores, los errores en el recuento físico de los artículos almacenados como inventario ocasionan escasez (Compras de pánico) o exceso de inventario (Compras lentas) (Lee J. Krajewski, 2000). El enfoque estándar en la práctica y en la teoría ha sido ignorar la incertidumbre, más allá del uso de inventarios de seguridad para proteger el nivel de servicio al cliente. La teoría estándar del control de inventarios recomienda una fórmula inadecuada que no aborda el pronóstico de forma incierta, mientras que la teoría de pronóstico se ha desacoplado de

los modelos de control de inventario. A nivel de desagregación, se necesitan modelos que vinculen específicamente los parámetros de distribución de la demanda con los métodos de pronóstico que tengan debidamente en cuenta la incertidumbre del pronóstico. En el nivel agregado (organizativo), una vez que la previsión se integra en el contexto de la cadena de suministro, se necesitan curvas de compensación de inversión / nivel de servicio (Boone & Boylan , 2019).

Según Bonne y Boylan (2019) los aspectos más importantes a tener en cuenta para desarrollar los pronósticos de la cadena de suministro son los siguientes:

- Los procesos y sistemas a través de los cuales se producen los pronósticos desglosados.
- Métodos y algoritmos de selección adecuados para los datos de la cadena de suministro.
- El impacto de las nuevas fuentes de datos tanto del consumidor como de los socios de la cadena de suministro
- Los efectos de la incertidumbre y los errores de pronóstico en la cadena de suministro.
- Los efectos de vincular el pronóstico con las decisiones de la cadena de suministro, tanto a nivel agregado como desagregado.

5.1.1.1. MÉTODOS DE PRONÓSTICO

Según Ballou (2004), Los métodos para determinar un pronóstico más ampliamente usados se dividen en tres grupos; métodos cualitativos, métodos de proyección histórica y métodos causales. El primero se basa en información no cuantitativa, intangible y subjetiva, el segundo método tiene en cuenta modelos estadísticos y matemáticos. El tercer método cuenta con diferentes métodos estadísticos los cuales se validan a partir de información histórica que muestran una relación entre dos variables. A continuación, se presenta un breve resumen para cada método:

Tabla 3 Métodos de Pronóstico

Método	Ventajas	Desventajas	Horizonte de tiempo del pronóstico
Métodos Cualitativos	Muy útiles cuando se intenta predecir el éxito de nuevos productos, cambios en la política gubernamental o el impacto de una nueva tecnología.	Se basan en el juicio, la intuición, las encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos acerca del futuro.	Mediano y largo plazo
Métodos de proyección histórica	Muy útiles cuando se dispone de información histórica y hay variaciones estables y bien definidas. Estimula el uso de modelos matemáticos y estadísticos.	Método débil para señalar puntos críticos antes de que se presenten. Su premisa básica es que el patrón del tiempo futuro será una réplica del pasado	Corto plazo
Métodos Causales	El nivel de la variable pronosticada se deriva del nivel de otras variables relacionadas. Muy útil cuando se describen adecuadas relaciones de causa y efecto. Son muy buenos para anticipar cambios mayores en las series de tiempo.	Es difícil encontrar verdaderas causalidades. La recolección de información para las variables conducentes es larga (6 meses aproximadamente).	Mediano y largo plazo

Elaboración Propia a partir de la información de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Lapide (2004) menciona doce factores para que un pronóstico sea exitoso y tenga validez en el tiempo:

- Reuniones rutinarias con agenda estructurada.
- Participación de las áreas funcionales.
- Empoderamiento de los participantes para la toma de decisiones.
- Un pronóstico, una referencia imparcial para iniciar el proceso.
- Se deben unificar los planes de la cadena de suministro y de demanda para garantizar el balance.
- Medición del proceso.
- Los planes de demanda y de cadena de suministro deben estar integrados con base en herramientas tecnológicas.
- Se debe integrar al proceso factores externos. (Lapide, 2004)

5.1.1.2. CONCEPTO DE DEMANDA DERIVADA E INDEPENDIENTE

Dependiendo de la operación de la empresa la demanda se puede clasificar como derivada o independiente:

- **Demanda Derivada:** La demanda se genera a partir de los requerimientos especificados en un programa de producción, y va muy de la mano de los productos que dependan a su vez de otros y que pueden ser múltiples de éstos. Los procedimientos para determinar este tipo de demanda son altamente sesgados y no aleatorios. El entendimiento de los sesgos reemplaza la necesidad de pronosticar, ya que la demanda se conoce con certeza.
- **Demanda Independiente:** Esta demanda es generada por los requerimientos de muchos clientes, los cuales adquieren de manera individual solo una fracción del volumen total distribuido por la empresa. Los procedimientos de pronósticos estadísticos funcionan muy bien para este tipo de demanda. (Ballou, 2004)

5.1.1.3. PRONÓSTICOS PARA UTOPICK

Desde su creación y posterior puesta en marcha, Utopick ha tenido un crecimiento importante. Cuando la empresa se constituyó en el año 2016, sus ventas no superaron las 150 unidades. Ya para el 2017 se tuvieron ventas de 300 unidades, en el 2018 fueron 2.300 unidades, y para el 2019 el año cerró con ventas por más de 28.000 unidades. En la ilustración 2 se muestra el crecimiento en ventas de la compañía del año 2016 al año 2019.

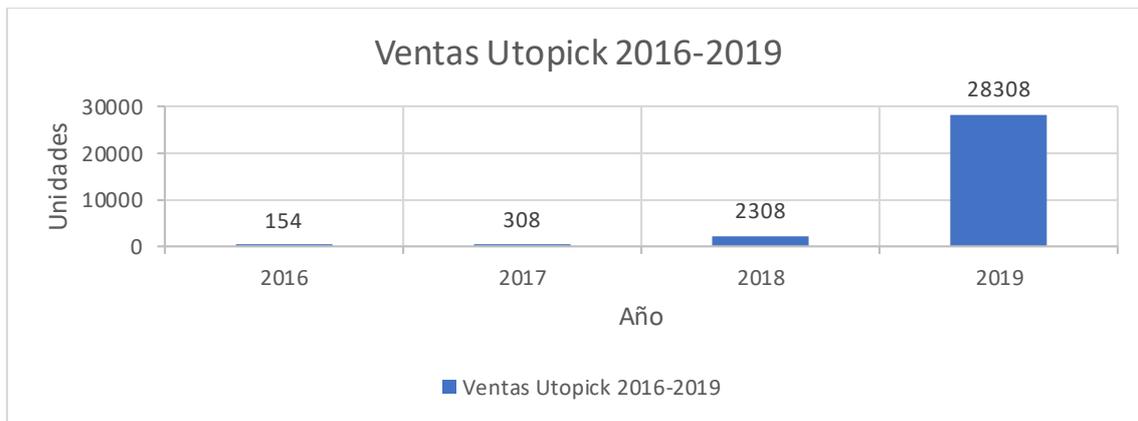


Ilustración 6 Ventas Utopick 2016-2019

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Se observa en la ilustración 6 en el eje Y las unidades vendidas y en el eje X los meses del año. Para el año 2019 se evidencia un alto crecimiento mes a mes, esto debido a que la empresa está en su etapa de crecimiento, con un conocimiento más amplio del mercado y adicional, a que se potencializó el equipo comercial y su cobertura a nivel nacional.

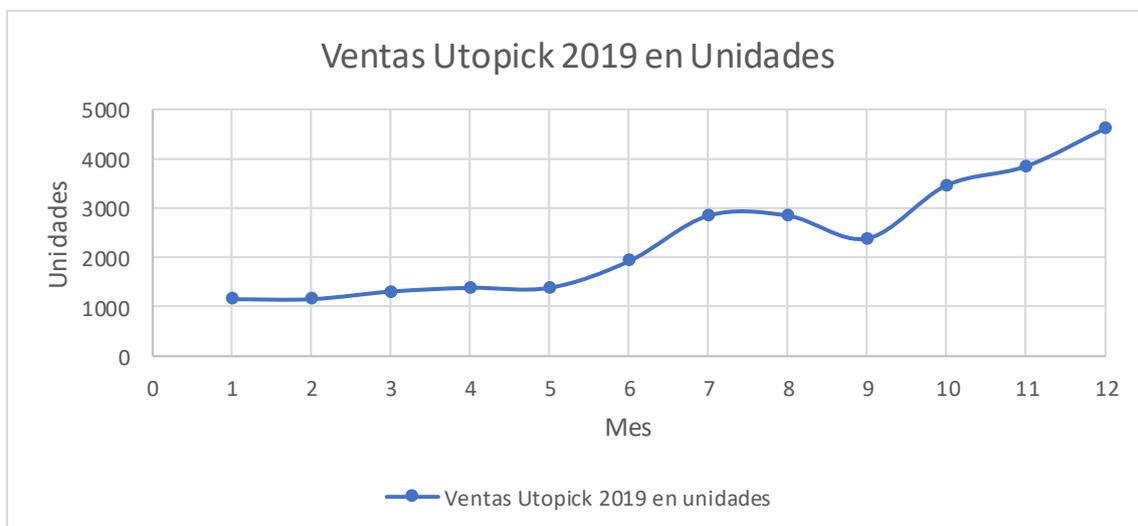


Ilustración 7 Ventas Utopick 2019 en Unidades

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Se puede observar una tendencia a que las ventas incrementen a partir del segundo semestre del año. Esta tendencia es normal en muchos tipos de productos, incluyendo los productos cosméticos, los primeros meses del año son bajos en ventas, dado que ha pasado la temporada de fin de año, inicia el año escolar y los ingresos no están enfocados en la compra de productos de belleza. Se nota un incremento importante en las ventas a partir del segundo semestre del año, cuando se ha hecho el pago de la prima laboral, cuando vienen fechas importantes como amor y amistad, Halloween, y por supuesto el mes de diciembre, que es el pico más alto de consumo.

Para Utopick los años 2016 y 2017 según la ilustración 6 fueron los años de introducción, mientras que el año 2018 y principalmente el 2019 fueron los primeros años de crecimiento. La introducción de nuevos productos se espera que den un crecimiento adicional, este crecimiento se debe pronosticar a medida que estos entren al mercado.

La compañía hasta el momento no lleva un reporte de ventas en unidades, este registro sólo se lleva con las ventas totales en pesos colombianos. De acuerdo con la información proporcionada por Utopick el valor aproximado unitario es de COP 13.000, a pesar de que los 3 productos de línea se venden en diferentes presentaciones. Por esto, para efectos prácticos en este proyecto se obviarán diferencias en precio de las presentaciones de cada producto, lo que permitirá hacer un cálculo aproximado de las unidades vendidas. En la tabla 4 se presentan las ventas en pesos colombianos y las unidades para los años transcurridos desde el inicio de Utopick.

Tabla 4 Histórico Ventas Utopick

AÑO	VENTAS COP	UNIDADES VENDIDAS
2016	\$ 2.000.000	154
2017	\$ 4.000.000	308
2018	\$ 30.000.000	2308
2019	\$ 368.000.000	28308

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

En la tabla 5 se muestra detalladamente las ventas en pesos colombianos y las unidades para cada mes del año 2019.

Tabla 5 Ventas Utopick Año 2019

MES	VENTAS COP	UNIDADES VENDIDAS
Enero	\$ 15.000.000	1154
Febrero	\$ 15.000.000	1154
Marzo	\$ 17.000.000	1308
Abril	\$ 18.000.000	1385
Mayo	\$ 18.000.000	1385
Junio	\$ 25.000.000	1923
Julio	\$ 37.000.000	2846
Agosto	\$ 37.000.000	2846
Septiembre	\$ 31.000.000	2385
Octubre	\$ 45.000.000	3462
Noviembre	\$ 50.000.000	3846
Diciembre	\$ 60.000.000	4615
Total	\$ 368.000.000	28308

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Para el cálculo de las UNIDADES VENDIDAS en cada mes, se dividió cada valor de VENTAS COP sobre el VALOR APROXIMADO UNITARIO como se muestra a continuación:

$$UNIDADES\ VENDIDAS_i = \frac{VENTAS\ COP_i}{VALOR\ APROXIMADO\ UNITARIO} \quad (30)$$

Donde:

- $VENTAS\ COP_i$ es cada valor de ventas mensuales, donde “i” representa a cada mes del año.
- $VALOR\ APROXIMADO\ UNITARIO = \frac{COP\ 13.000}{UNIDAD}$

De acuerdo con esto, se realiza el cálculo de las unidades vendidas para el mes de Enero:

$$UNIDADES\ VENDIDAS_{ENERO} = \frac{COP\ 15.000.000}{\frac{COP\ 13.000}{UNIDAD}} = 1154\ UNIDADES$$

Para el año 2020 se cuenta con los datos en ventas de los primeros 6 meses, pero el panorama mundial para este año es poco alentador, el mundo se enfrenta a una crisis sanitaria y humanitaria sin precedentes en el último siglo en un contexto económico ya adverso (Bárcena, 2020) debido a la pandemia por el Covid-19. Las consecuencias socioeconómicas del Covid-19 según Arias (2020), en una economía cada vez más interdependiente, convierte el brote de Covid-19 en una situación alarmante y de emergencia sanitaria para el mundo entero. Se plantea también que muchas de las consecuencias políticas y económicas están estrechamente relacionadas con la posibilidad y aparición de enfermedades infecciosas (Arias Galindo, 2020). En la tabla 6 se presentan las ventas de los primeros 6 meses de 2020, donde se observa un crecimiento los primeros 3 meses del año, meses en los que el Covid-19 no había llegado a territorio colombiano. El mes de abril muestra la caída en ventas debido a la cuarentena instaurada por el gobierno nacional, donde se le impidió a toda la población salir de sus casas, y por ende el comercio se encontraba operando a un ritmo muy bajo. A partir del mes de mayo y junio se observa una lenta recuperación en las ventas.

Tabla 6 Ventas Utopick Año 2020

MES	VENTAS COP	UNIDADES VENDIDAS
Enero	\$ 55.000.000	4231
Febrero	\$ 51.562.500	3966
Marzo	\$ 44.859.375	3451
Abril	\$ 11.214.844	863
Mayo	\$ 21.083.906	1622
Junio	\$ 32.298.750	2485

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Al revisar los datos mensuales del año 2019 y del año 2020 antes y después de la pandemia, el comportamiento siempre ha evidenciado un crecimiento de la demanda. Sin embargo, los crecimientos reportados para realizar pronósticos se han visto afectados por la nueva realidad mundial. Por esto, se evaluaron diferentes metodologías para realizar el método más apropiado para pronosticar la demanda. Se realizó una regresión lineal evaluando, los datos de 2019 y 2020, solo 2019 y solo los datos de 2020. También se llevó a cabo un método cualitativo, donde se tuvo en cuenta el panorama de crecimiento del sector cosmético en Colombia.

Regresión lineal evaluando los datos de 2019 y 2020: Se evalúan los datos de unidades vendidas tanto del año 2019 como del año 2020 consignados en las tablas 5 y 6. Se realiza por medio de la herramienta de regresión línea de Excel. La regresión lineal de este escenario arroja un coeficiente de correlación (R^2) de 0.20, lo que indica que el modelo será menos fiable, debido a las fluctuaciones de las ventas. De acuerdo con lo anterior, el método de regresión lineal deja de ser viable. El coeficiente de determinación muestra que este modelo no está ajustado al comportamiento de los datos y gráficamente se observa que un modelo matemático no responderá a una estimación, ya que los datos están dados por una situación atípica sin garantías de expectativas de históricos que reflejen la situación futura.

Datos obtenidos para la regresión lineal de los datos de 2019 y 2020:

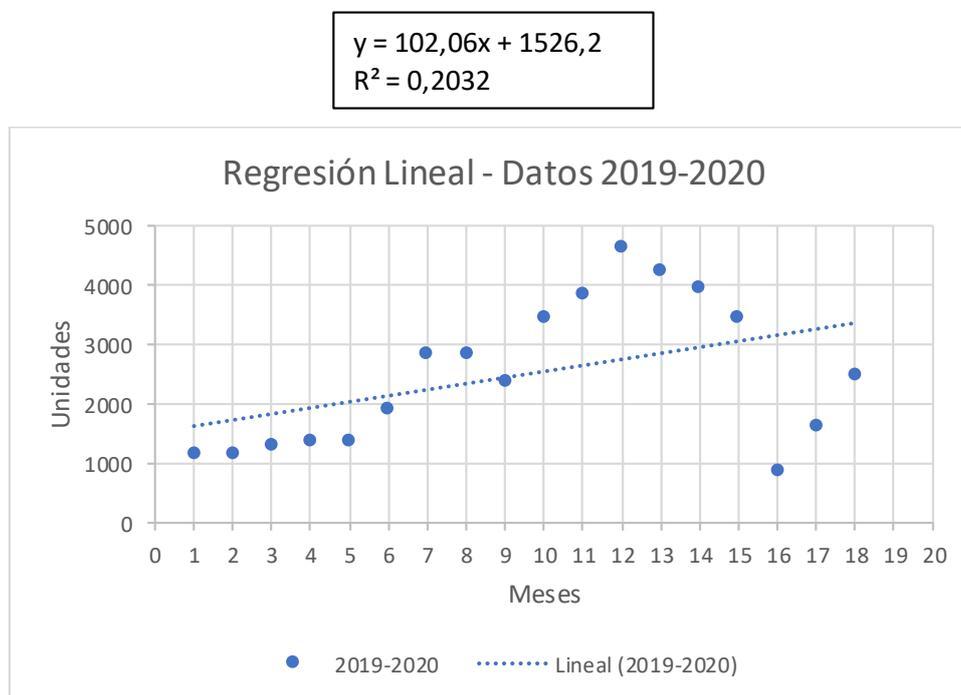


Ilustración 8 Regresión lineal - Datos 2019-2020

Elaboración: Propia

Regresión lineal evaluando los datos de 2019: Se evalúan los datos de unidades vendidas del año 2020 consignados en la tabla 6. En este escenario el coeficiente de correlación (R^2) que proporciona la regresión lineal, es de 0.89, lo cual muestra un buen ajuste de los datos.

Datos obtenidos para la regresión lineal de los datos de 2019:

$$y = 306,62x + 365,97$$

$$R^2 = 0,8908$$

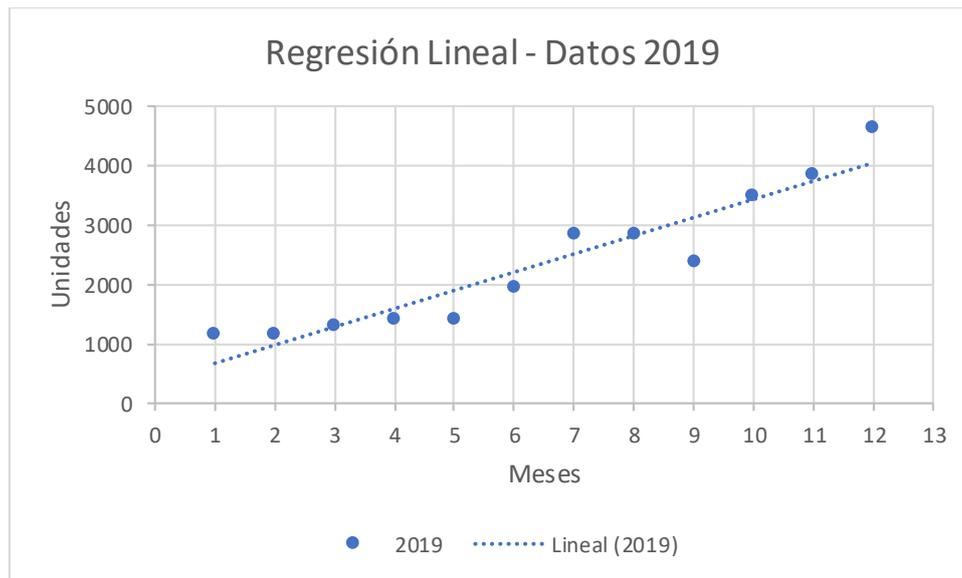


Ilustración 9 Regresión Lineal - Datos 2019

Elaboración: Propia

Con el modelo generado de la regresión lineal de los datos de 2019, se proyectó la demanda para el año 2020 como una serie de tiempo, se muestra a continuación el procedimiento:

El punto de partida es la ecuación 31, que nos arroja la regresión lineal:

$$y_i = 306,62x_i + 365,97 \quad (31)$$

Donde:

$$x_i = x_{i-1} + 1 \quad (32)$$

y_i son las unidades vendidas el i -ésimo mes.

x_i es la variable independiente, en este caso es el mes al que se le quiere hallar la demanda.

Para la serie de tiempo, se parte que el mes $i=1$, es Enero de 2019, $i=2$ Febrero de 2019, y así sucesivamente. El mes de Enero de 2020 sería por ende el mes $i=13$.

A continuación se muestra el cálculo de las unidades vendidas para Enero de 2020:

$$y_{13} = 306,62x_{13} + 365,97$$

$$y_{13} = 306,62(13) + 365,97$$

$$y_{13} = 4.352$$

Tabla 7 Ventas Utopick por Regresión Lineal

x_i	MES	UNIDADES VENDIDAS
13	Enero	4352
14	Febrero	4659
15	Marzo	4965
16	Abril	5272
17	Mayo	5579
18	Junio	5885
19	Julio	6192
20	Agosto	6498
21	Septiembre	6805
22	Octubre	7112
23	Noviembre	7418
24	Diciembre	7725

Elaboración: Propia

Al comparar los datos de las unidades vendidas de los primeros 6 meses consignados en la tabla 6 con la información de la tabla 7, se observa que los datos del 2020 no confirman, ni validan el modelo, por lo cual se descarta nuevamente que la regresión lineal pueda ser una metodología adecuada para hallar los pronósticos en este trabajo. Se vuelve a confirmar que los datos están dados por una situación atípica sin garantías de expectativas de históricos que reflejen la situación futura.

Regresión lineal evaluando los datos de 2020: De acuerdo con la tabla 6, y con lo expuesto anteriormente sobre el fenómeno en las ventas de acuerdo con Covid-19, los primeros 3 meses del año se suprimen, ya que no muestran la dinámica actual del mercado, por estar en un escenario “pre-Covid-19”. Los meses de abril, mayo y junio, pueden reflejar mejor cómo será el comportamiento de los meses siguientes, pero, aun así, son muy pocos datos para validar el modelo de regresión lineal o cualquier otro modelo matemático. De nuevo, se descarta que la regresión lineal pueda ser una metodología adecuada para encontrar los pronósticos.

Crecimiento de acuerdo con el sector cosmético - Método Cualitativo: ya que los datos históricos de ventas de Utopick no aportan información confiable sobre el comportamiento de las ventas futuras, se decidió realizar un pronóstico de la demanda basado en el crecimiento para el sector cosmético y el contexto actual de la economía colombiana.

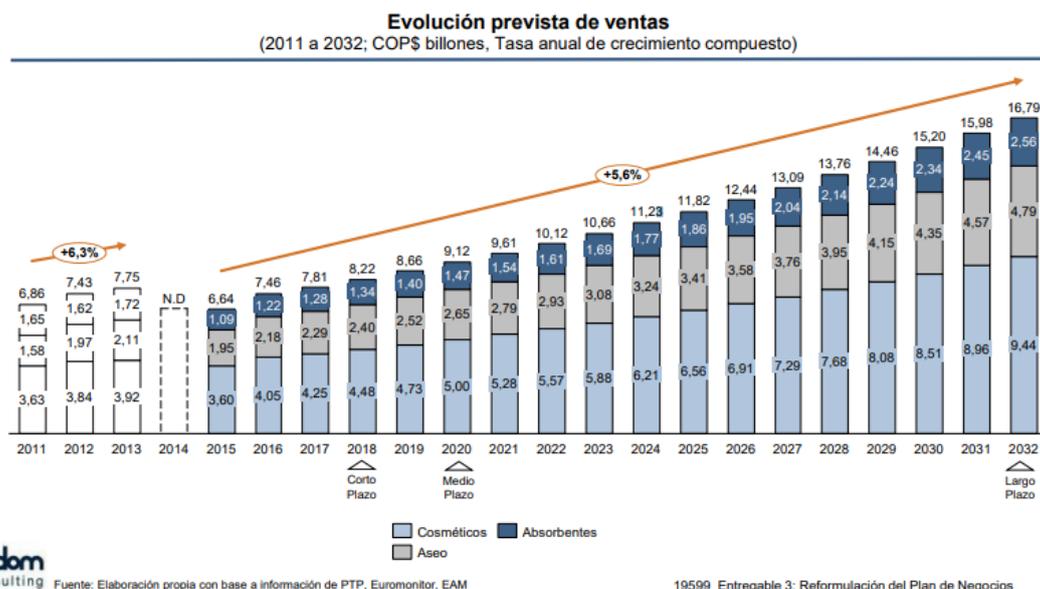
Según Procolombia (Procolombia, 2020), “El Covid-19 ha llevado a que el sector de cosméticos y productos de aseo personal crezca, presentándose más oportunidades de negocio y reinversión”. Procolombia resalta que “Esperan que las ventas del sector de belleza y cuidado personal en Colombia presenten un crecimiento exponencial en los próximos cinco años (2020-2024), alcanzando un crecimiento promedio anual de ventas de 1,5% por USD 3.297 millones en 2024”. La llegada de este virus ha replanteado el Core del negocio de la cosmética y los productos de aseo en Colombia, ya que las necesidades y los hábitos de los consumidores han cambiado y por ende aumentado.

De acuerdo con lo mencionado por Procolombia (2020), está claro que, a pesar de la desaceleración de la economía, el sector de cosméticos y aseo se espera que siga

creciendo, aclarando que la mayor proporción será en el sector aseo, con productos como desinfectantes y jabones.

En un programa llevado a cabo por el Gobierno Nacional de Colombia y la Cámara de la Industria de Cosméticos y Aseo realizado en el año 2016 (ANDI, 2016), se buscó evaluar y reformular el plan de negocios, este se llevó a cabo en diferentes fases como; la evaluación del desempeño del sector, Diagnóstico del plan de negocios, análisis de prospectivas y tendencias, rediseño del plan de negocios, etc. Este estudio plantea que “Las ventas totales del sector en Colombia, alcanzarán un total de 8,22 billones de COP a 2018, 9,12 billones de COP a 2020 y 16,79 billones de COP a 2032”, según esto proponen que la tasa de crecimiento anual compuesto será del 5,6%, mientras que para las exportaciones totales del sector Colombia, proponen una tasa de crecimiento anual compuesto del 5,3%. Las anteriores cifras son dadas para el sector de cosméticos y

Las ventas totales del sector en Colombia, alcanzarán un total de 8,22 billones de COP a 2018, 9,12 billones de COP a 2020 y 16,79 billones de COP a 2032
La tasa de crecimiento anual compuesto será del 5,6%



19599_Entregable 3: Reformulación del Plan de Negocios 11

Ilustración 10 Ventas Totales Sector Cosmético Colombia

Fuente: ANDI (2016)

De acuerdo con Passport, herramienta global de inteligencia de mercado (Euromonitor International, 2020), el crecimiento en ventas para el sector cosmético en Colombia, en específico, la categoría llamada “Cosméticos de color”, al cual pertenece el segmento de “Productos para uñas”, será de 1,1% anual. Euromonitor indica: “El Covid-19 conduce a una caída de la demanda de 2020, ya que la cuarentena obliga a las mujeres a quedarse más en casa, adicional los presupuestos ajustados debido al aumento del desempleo también obstaculizan el crecimiento,” El segmento Cosméticos de Color contará con un crecimiento del 1% en términos de valor actual en 2019, para alcanzar ventas por COP 1.074 millones”. (Euromonitor International, 2020)

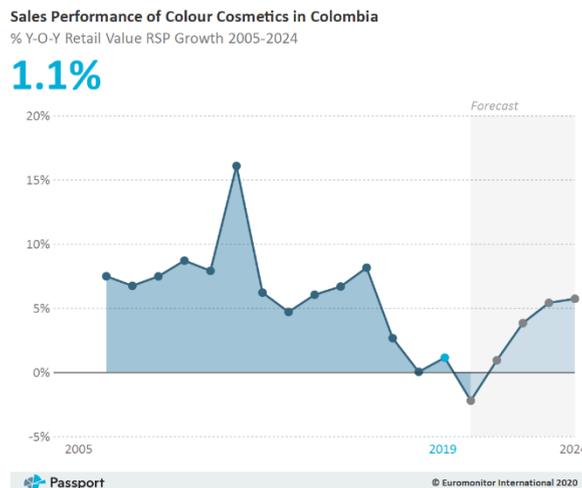


Ilustración 11 Desempeño de las Ventas del Sector Cosméticos de Colores en Colombia

Fuente: Euromonitor Internacional (2020)

Se tomará la tasa efectiva anual de ventas de Euromonitor, como el crecimiento que experimentará Utopick por el resto del año 2020, el año 2021 y el 2022, ya que es la fuente más actualizada del mercado, la cual tiene en cuenta el comportamiento en ventas para el sector, con el escenario de la pandemia por Covid-19.

Para la elaboración de los pronósticos de ventas, dada la tasa de crecimiento anual de 1,1%, se procede a calcular su equivalencia a tasa de crecimiento mensual.

Se considera que dos tasas efectivas diferentes (con distintos periodos de capitalización) son equivalentes si estas producen el mismo monto o valor futuro al final de un año. A través de la siguiente fórmula matemática se puede realizar la conversión de una tasa efectiva a otra efectiva diferente equivalente a la anterior (Carballo Payares, s.f.):

$$i_1 = (1 + i_2)^{\frac{m_2}{m_1}} - 1 \quad (33)$$

Donde:

i_1 Es la tasa efectiva periódica desconocida o que se va a hallar, es decir, la tasa efectiva mensual.

m_1 Es el número de periodos en un año de la tasa efectiva desconocida, es decir, 12, ya que son 12 los meses de 1 año.

i_2 Es la tasa efectiva periódica conocida, es decir, la tasa efectiva de crecimiento, que es 1,1%

m_2 Es el número de periodos en un año de la tasa efectiva conocida, es decir, 1 año.

De acuerdo con la ecuación 33:

$$i_1 = (1 + 1,1\%)^{\frac{1}{12}} - 1$$

$$i_1 = 0,091\%$$

Con el crecimiento que tendrán las ventas en el cálculo anterior, se muestra el cálculo para encontrar la demanda de cada mes:

$$y_i = 1,091 \times x_{i-1}$$

Donde:

y_i son las unidades vendidas en el i-ésimo mes.

x_{i-1} son las unidades vendidas en el i-ésimo mes anterior.

Se realizará el cálculo para las unidades que se pronostica vender en Julio del año 2020, donde:

$$i = 7$$

$$x_{i-1} = 2485 \text{ Unidades}$$

Siendo así:

$$y_7 = 1,091 \times 2485 \text{ Unidades}$$

$$y_7 = 2487 \text{ Unidades}$$

Se realiza el cálculo para todos los meses restantes del año 2020, 2021 y 2022. Se presenta a continuación los resultados para el pronóstico de demanda de Utopick para el año 2020, 2021 y 2022:

Tabla 8 Pronóstico de Demanda Utopick Año 2020-2021-2022

PRONÓSTICO DE DEMANDA UTOPICK AÑO 2020-2021-2022.			
MES	VENTA UNIDADES		
	2020	2021	2022
Enero	4231	2500	2528
Febrero	3966	2503	2530
Marzo	3451	2505	2533
Abril	863	2507	2535
Mayo	1622	2510	2537
Junio	2485	2512	2539
Julio	2487	2514	2542
Agosto	2489	2516	2544
Septiembre	2491	2519	2546
Octubre	2494	2521	2549
Noviembre	2496	2523	2551
Diciembre	2498	2526	2553
Total venta unidades anuales	31572	30156	30488



Datos proporcionados por Utopick

Elaboración: Propia

Para los próximos 2 años y medio, el pronóstico estará basado en las estimaciones de crecimiento del sector, ya que no se cuenta con suficientes datos históricos para llevar a cabo un método matemático, y adicional, los pocos datos que hay no tienen un comportamiento ajustado a la nueva realidad económica. Para el año 2020 se observa que las ventas de los primeros 3 meses concuerdan con el crecimiento que se venía dando en el año 2019, por esta razón, las ventas totales de este año se esperan sean superiores a las ventas de los años 2021 y 2022, en los cuales el escenario es de un crecimiento muy moderado. Como se ha mencionado, Utopick es una empresa que viene en crecimiento, aun así, no se cuenta con elementos para predecir que este será superior al 1,1%.

Después del periodo de 3 Años se deberá implementar un método de proyección histórica, estudiando si hay una estacionalidad en el comportamiento de las ventas. La información histórica sumado a herramientas estadísticas y modelos matemáticos podría ajustarse bien para periodos de menos de 6 meses. La naturaleza de la demanda de empresas de productos cosméticos y de aseo presentan demanda de tipo independiente. La demanda de tipo independiente comúnmente se ajusta muy bien a los procedimientos de pronósticos estadísticos y con periodos cortos. Utopick año a año ha estado agregando a su portafolio productos nuevos, de los cuales es muy difícil predecir su éxito en ventas utilizando métodos cuantitativos; un método estadístico con la poca información que se tiene no arrojaría resultados consistentes.

5.1.2. POLÍTICAS DE INVENTARIOS

Los inventarios son básicamente materias primas, producto en proceso de producción y producto terminado, los cuales son considerados una porción de los bienes del negocio que estarán listos o están listos para la venta. Los inventarios representan uno de los bienes más importantes de las compañías (Singh & Verma , 2018).

Según Plissl and Evert (1979), los principales objetivos de los inventarios son; proveer un nivel de servicio adecuado para los clientes, minimizar los costos de almacenaje y transporte, y reducir los problemas de programación de producción cuando no se ha hecho un correcto aprovisionamiento. (Plossl & Welch, 1979)

La administración eficiente de los sistemas de inventario es crucial para mejorar el rendimiento de un negocio, ya que la administración de estos regularmente representa una gran proporción de los costos de la administración de la cadena de suministro e impulsa a elevar los niveles de servicio. La gestión de inventarios es particularmente importante en el sector de bienes de consumo de rápido movimiento, en el que grandes volúmenes de productos se venden generalmente a precios bajos y la demanda es altamente incierta (Yang, Pan , & Ballot, 2017). Según Ballou (2005) tener inventarios disponibles puede costar, al año, entre 20 y 40% de su valor. Este mismo autor postula ver los inventarios de tres maneras diferentes:

- **Inventarios como artículos individuales:** Se basa en el manejo de los artículos localizados en puntos de almacenamiento únicos. Está ampliamente documentado e investigado y hay diversos métodos para determinar su funcionamiento.
- **Inventarios administrados en conjunto:** Aquí se controla la inversión general que se lleva a cabo en un inventario como conjunto, mas no las unidades individuales que se tienen en existencia, es la perspectiva más gerencial de los inventarios.

- **Inventarios múltiples ubicaciones y múltiples niveles:** Es una práctica a gran escala, el objetivo principal es usar una valoración integrada para enfocarse en temas económicos importantes y facilitar el manejo y mejorar los costos de la operación.

A su vez Ballou plantea los inventarios vistos desde una perspectiva de “costos” para la compañía:

Tabla 9 Costos Relacionados al Manejo de Inventarios

TIPO DE COSTO	DEFINICIÓN
Costos de adquisición	Son los costos de reaprovisionamiento. Están relacionados con el procesamiento, ejecución, transmisión, manejo y compra del pedido.
Costos de mantener inventario	Son los costos que resultan de guardar o mantener los artículos durante un periodo de tiempo. Aquí se relacionan los costos de espacio, costos de capital, costos de servicio de inventario y costos de riesgo de inventario.
Costos por falta de existencias	El costo es el beneficio que se ha dejado de obtener de una venta en particular por el hecho de no tener los productos en stock, aquí también se incurre en la pérdida de negocios a largo plazo y la pérdida de la confiabilidad.

Elaboración Propia a partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Diferentes métodos para el control de inventarios han sido analizados por Ballou, los cuales son útiles y prácticos para determinar el nivel de inventario que una organización requiera:

- **Control de inventarios por incrementos (Push):** Otorga altos niveles de inventario en los puntos de abastecimiento. Puede responder rápidamente a la demanda.
- **Control básico de inventarios por demanda (Pull):** Otorga bajos niveles de inventario en los puntos de abastecimiento.
- **Control avanzado de inventarios por demanda (Pull):** Se basa en reconocer que la demanda y el tiempo de entrega no se conocen con seguridad. Se mantienen existencias regulares para satisfacer la demanda promedio y el tiempo de entrega promedio y a su vez se añade una cantidad de incremento al inventario.

- **Control de inventarios determinado por la oferta:** Se lleva a cabo cuando la demanda y la oferta son difíciles de alinear. Se usa la disminución de precios u otorgar descuentos como variable para incrementar la demanda.
- **Control agregado de inventarios:** Se lleva a cabo clasificando colectivamente los artículos en diferentes grupos.

5.1.2.1. PROGRAMACIÓN DE COMPRAS Y SUMINISTROS

Arguello (2004) plantea que el área de compras, al igual que el área de producción, deben asegurar que exista suficiente abastecimiento para satisfacer la demanda. El departamento de compras tiene como funciones principales estar pendiente de la capacidad de almacenaje en los centros de distribución (Arguello Manrique, 2004), hacer alianzas estratégicas con los proveedores, conocer el contexto de las materias primas tanto a nivel global como local y negociar los precios más justos para ambas partes. Se presenta a continuación los principales métodos utilizados por el área de compras para satisfacer la demanda:

Tabla 10 Métodos para Satisfacer la Demanda

MÉTODO PARA SATISFACER LA DEMANDA	PRINCIPALES ASPECTOS
Justo a tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Es una metodología alterna al uso de inventarios. • Cadena de suministros se encuentra sincronizada. • Relaciones cercanas con proveedores y transportistas. • Información compartida entre comprador y proveedor. • Pocos proveedores. • Compras frecuentes en pequeñas cantidades. • Inventarios mínimos. • Eliminación de incertidumbre a lo largo de la cadena de suministro • Utiliza procedimientos de control estadístico de inventario. • Cortos tiempos de entrega. • Ejemplo: metodología KANBAN.
Planeación de requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Bienes de alto valor y hechos a la medida. • Se conoce muy bien la demanda. • Se evita en lo posible mantener artículos en el inventario. • Se requiere un inventario de seguridad. • No utiliza métodos estadísticos para determinar sus inventarios ya que la demanda no es regular, aleatoria independiente ni imparcial. • Se mantiene una relación distante con los proveedores. Se debe contar con múltiples fuentes y existe la práctica de ponerlos a competir para obtener los precios más bajos. • Tiempos de entrega no son muy largos, pero tampoco son muy cortos. • Diferentes ERP como SAC o Oracle puede programarse para responder bajo esta metodología.

Elaboración Propia a partir de información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

De acuerdo con los métodos anteriormente mencionados, se describe a continuación los aspectos más relevantes del proceso de compras:

Tabla 11 Proceso de Compras

PROCESO DE COMPRAS	
Importancia	El área de compras es la principal responsable de darle a la compañía el mayor apalancamiento respecto a otras áreas de la compañía. La reducción de costos en la adquisición de materiales representa un gran impacto en las utilidades. Los suministros representan entre un 40% y 60% del valor de venta de un producto terminado.
Cantidades y momento del pedido	El encargado de compras debe tener muy claro cuál es el panorama de los bienes a adquirir, esto con el fin de disminuir los costos de transporte, manejo de inventario y precio. Debe conocer que estrategia de compra le conviene más de acuerdo con la tendencia de precios mundiales.
Estrategia mixta de compras	Se basa en conocer la tendencia de precio de los bienes y decidir si se van a adquirir anticipadamente o al día. La combinación efectiva de comprar al día o anticipadamente puede tener ventajas sustanciales de precio.
Promedio monetario	Este aspecto tiene en cuenta que las compras se realizan en intervalos fijos, pero las cantidades de compra varían de acuerdo con el precio en ese momento. El objetivo es comprar más unidades cuando los precios están más bajos.
Descuentos por cantidad	El comprador debe buscar incentivos para adquirir mayores cantidades de bienes a un precio relativamente más bajo.
Fuente de suministro	El origen de los bienes puede ser fijo o flexible. Esto dependerá de la disponibilidad de los inventarios del proveedor, del desempeño, costo del transporte y nivel de precios.
Términos de venta y manejo del canal	El departamento de compras deberá especificar patrones como tamaño de empaque, métodos de transporte, procedimientos de manejo, etc. con el fin de evitar procedimientos y esfuerzos adicionales para que haya compatibilidad.

Elaboración: Propia a partir de información tomada de Fuente: Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación .

5.1.2.2. POLITICA DE INVENTARIOS Y COMPRAS PARA UTOPICK

En los años de vida de Utopick, la implementación de una política de inventario definida y estructurada no se ha llevado a cabo, tampoco se ha tenido un espacio fijo y delimitado para tener el producto terminado almacenado, y mucho menos se ha llegado a un valor fijo de unidades mensuales.

Ya que Utopick terceriza su producción, la materia prima se almacena en la bodega de su maquilador. El espacio de este es muy reducido, por lo cual sólo se puede almacenar la materia prima equivalente a 1 mes de producción, como inventario de seguridad.

El material de empaque se importa de China por medio de un tercero. El acuerdo con este es importar los empaques de 5 meses y, este, mes a mes le factura los envases entregados, y almacena el resto. Los envases entregados son enviados directamente al maquilador del producto.

Desde el año 2017 hasta principios del año 2019, Utopick mantenía un inventario de producto terminado de 3.000 unidades entre los 3 productos que comercializa. Actualmente este inventario de producto terminado subió a 5000 unidades. Cuando el inventario reporta existencias cercanas a las 1.000 unidades entre los 3 productos, nuevamente se envía una orden de producción al maquilador, para que responda nuevamente con la entrega de 5000 unidades. Las políticas de entregas con el maquilador es de 15 días calendario para la entrega de removedores y de 30 días para el sanitzer y el cleanser. Como se mencionó anteriormente, el producto terminado no ha tenido un espacio fijo para almacenarse, este puede variar y regularmente ha sido en el lugar de residencia del gerente.

De los 3 productos de línea que maneja Utopick, por medio de datos suministrados por la compañía, la participación mensual aproximada mensual de estos productos es como se muestra en la tabla 12:

Tabla 12 Participación por Producto

PRODUCTO	PARITIPACION MENSUAL APROXIMADA
Removedor de Esmalte	80%
Sanitizer	15%
Cleanser	5%

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Para el caso de Utopick la recomendación es tener un control avanzado de inventarios por demanda (Pull), donde se mantendrá un inventario de seguridad que permita asegurar las entregas a los clientes.

En el control de inventarios se tiene el concepto de “Q”, el cual es el tamaño del pedido para reaprovisionar el inventario en unidades.

Q= Tamaño del pedido para reaprovisionar el inventario, en unidades.

Según Ballou (2004) hay dos tipos de “Q”:

- **“Q” técnico:** está relacionado con el tamaño del pedido que se debe tener, de acuerdo con el costo de mantener y ordenar.
- **“Q” relativo a la demanda:** va ligado a la experiencia de cada compañía y a la intuición y estacionalidad del mercado.

En el caso de Utopick, hallar un “Q” técnico no es el caso de este trabajo, ya que no se conoce cómo es el comportamiento de la demanda, y por lo tanto no es posible tener un método para hallar este valor, adicional a esto, la compañía no cuenta en este momento con costos de mantener, ya que estos se los transfiere al cliente final, al maquilador, al importador de envases y al proveedor de materia prima. Los costos de ordenar se deben hallar por medio de un estudio financiero, que nuevamente sobrepasa el alcance de este trabajo. Por esta razón se trabajará basado en el “Q” relativo a la demanda, y la cadena logística se gestionará de acuerdo con las variaciones encontradas, teniendo en cuenta el manejo de inventarios que actualmente Utopick ha utilizado, ya que, a pesar de no estar normalizado, ha funcionado con buenos resultados para la empresa en términos de cumplimiento de la demanda y administración de los costos generados por el inventario.

Debido al comportamiento de la demanda, para realizar las ordenes de pedido se presenta una propuesta muy similar para todo el año, que responden a los pronósticos explicados en el apartado anterior. Para esto se dividió el año en seis bimestres. Se muestra a continuación el cálculo de “Q”

$$Q_i = \text{Venta Unidades}_j + \text{Venta Unidades}_{j+1} \quad (34)$$

Donde:

- Q_i es el tamaño del pedido para reaprovisionar el inventario, en unidades, donde “i” representa un bimestre.
- Venta Unidades_j son las unidades que se tienen proyectadas vender, donde “j” representa los meses que componen el bimestre.

De acuerdo con los datos proporcionados por la tabla 8, se ilustra el cálculo para “Q” en el bimestre 1 del año 2021:

$$\text{Venta Unidades}_1 = 2500$$

$$\text{Venta Unidades}_2 = 2503$$

$$Q_1 = 2500 + 2503$$

$$Q_1 = 5003$$

Para efectos prácticos los valores para cada Q_i se aproximarán al múltiplo de mil más cercano, ya que las ordenes de producción al maquilador se deben pasar en esta proporción. Por lo tanto, para Q_1 del año 2021, el valor sería el siguiente:

$$Q_1 = 5000$$

Sin embargo, para la última compra del año 2021 y 2022 se incrementa en 100 unidades la orden de compra, esto con el fin de asegurar que las unidades comparadas al final del año sean iguales o mayores a las ventas proyectadas, las cuales fueron presentadas en el capítulo de pronósticos.

Los valores presentados a continuación en la tabla 13, se fijan con el fin de no afectar el capital de trabajo, además de poder administrar los costos de materia prima, los cuales mes a mes varían considerablemente y afectan directamente el costo del producto. Esta consideración también se hace con el objetivo de poder ajustar la cantidad de pedido por encima o por debajo de lo establecido, en el caso de que la demanda tenga una variación fuera de lo previsto; también se tuvo en consideración que normalmente los niveles altos de inventario aíslan las etapas de los canales, lo cual no favorece el normal funcionamiento de la cadena de suministros (Ballou, 2004). Con este "Q", las órdenes de producción realizadas al maquilador se deben hacer cada 2 meses.

Tabla 13 Pedido por Unidades

MES	Bimestre "i"	Q _i		
		2020	2021	2022
Enero	1	-	5000	5000
Febrero				
Marzo	2			
Abril				
Mayo	3		5000	5000
Junio				
Julio	4	5000	5000	5000
Agosto				
Septiembre	5	5000	5000	5000
Octubre				
Noviembre	6	5000	5100	5100
Diciembre				
Total		15000	30100	30100

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, se propone que el almacenamiento de materia prima lo siga teniendo el proveedor y el maquilador, bajo el modelo justo a tiempo. Como se mencionó en el numeral 4.1, las materias primas para la fabricación de los productos de Utopick, son en su mayoría productos inflamables y que requieren de un almacenamiento y manejo especial, el proveedor y el maquilador son expertos en manipular y transportar este tipo de productos y, adicional cuentan con la infraestructura para esto. Hoy en día sin importar el tamaño de los pedidos o el tamaño de la compañía, las empresas distribuidoras cuentan con el espacio suficiente para almacenar materia prima, ya que es muy común que la mayoría de las empresas del sector químico trabajen bajo el modelo justo a tiempo y sus espacios de almacenamiento sean reducidos. El almacenamiento del material de empaque se propone se siga reservando donde el proveedor, solo que se debe tener en cuenta que a partir de 50.000 envases la negociación cambiaría y se deberá pasar a almacenamiento propio, lo cual se tendrá en cuenta más adelante cuando se hable del almacenamiento. El almacenamiento del

producto terminado continuará como propio, pero en un lugar con las condiciones apropiadas para el almacenamiento de productos cosméticos.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la programación de compras para materia prima será basada en la metodología justo a tiempo. Los proveedores de las materias primas que utiliza Utopick son relativamente pocos, siendo de 3 a 5 empresas las encargadas del suministro. Cabe resaltar que todas las materias primas las manejan al menos 2 de los proveedores.

La empresa deberá mantener un stock de seguridad de 1.000 unidades, esto se debe a que, al trabajar con un modelo justo a tiempo en las compras y un modelo de pronóstico de la demanda moderado, no le dejará a la empresa margen de maniobra ante un crecimiento inesperado de la demanda. El valor de 1.000 unidades cubre cerca de dos semanas de ventas, tiempo necesario para que tanto los proveedores de materia prima como el maquilador cumplan con la entrega del producto. Por lo tanto, este stock de seguridad busca cumplir dos objetivos; responder a incrementos en la demanda y cubrir cualquier tipo de demora en las entregas por parte del proveedor o maquilador.

Se deben realizar negociaciones a largo plazo con los proveedores, asegurando el suministro de al menos 2 meses de materia prima, ya que es muy común en el medio, que acontezcan imprevistos como demoras en las importaciones, contingencias en las plantas de producción ubicadas principalmente en Asia, lo cual podría afectar a todos los distribuidores de productos no sólo en cuanto a la disponibilidad sino también en los precios. Se podrían buscar acuerdos a largo plazo, donde Utopick asegure la compra de un volumen fijo mensual, y el proveedor pueda dar beneficios por cumplimientos de metas.

5.1.3. ALMACENAMIENTO

Escudero (2014) define los almacenes como “centros reguladores del flujo de existencias que están estructurados y planificados para llevar a cabo funciones de almacenaje, como: recepción, custodia, conservación, control y expedición de mercancías y productos”. (Escudero Serrano, 2014)
Las principales ventajas del almacenamiento se nombran a continuación:

- Tener un inventario disponible mejora la coordinación entre la oferta y la demanda ayudando a una disminución de los costos generales.
- Mejora los tiempos de entrega, ya que se puede responder a los pedidos de forma inmediata, con un tiempo de retraso igual a cero.
- Reducir costos de producción mediante tamaños de lote y de secuenciación de producción económica.
- Se evitan amplias fluctuaciones en los niveles de salida debido a variaciones en los patrones de demanda.
- Se disminuyen costos de transportación mediante el envío de cantidades más grandes y económicas. (Ballou, 2004)

5.1.3.1. FUNCIONES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Para diseñar las instalaciones de almacenamiento de una compañía se debe tener en cuenta las cuatro funciones principales del almacenamiento (Ballou, 2004):

- **Mantenimiento o pertenencia:** Este aspecto recalca la importancia de saber qué tipo de bien se tiene y cuánto tiempo se debe almacenar, esto con el fin de diseñar la configuración de la instalación y la distribución planimétrica. Los bienes que aquí se almacenan van desde materia prima, hasta producto terminado o semielaborados.
- **Consolidación:** La consolidación de bienes se da principalmente para agrupar cantidades suficientes para reducir costos de transportación, y a su vez para facilitar los envíos, ya que se pueden consolidar entregas pequeñas con unas más grandes. Las diferencias de flete pueden compensar los gastos por almacenamiento.
- **Carga Fraccionada:** Fraccionar la carga es opuesto a la consolidación, esta se da principalmente cuando las tarifas del transporte de entrada por unidad son menores que las tarifas de expedición por unidad y cuando se hacen pedidos de menores a la capacidad de un vehículo.
- **Mezcla:** Se basa principalmente en hacer una recolección de diferentes bienes (de diferentes proveedores) en un punto en común, y de aquí estos son enviados a un punto único para su manufactura o posterior reenvío a los clientes.

En cuanto a las funciones del manejo de materiales se cuenta con tres actividades principales (Ballou, 2004):

- **Carga y Descarga:** Es la primera y la última actividad en la cadena de eventos. Cuenta con varias operaciones cómo la descarga y el movimiento hasta el almacenamiento.
- **Traslado hacia y desde el almacenamiento:** Funciona entre los puntos de carga y descarga y también entre las diferentes áreas de la bodega de almacenamiento.
- **Surtido de pedidos:** Es la actividad más crítica del manejo de materiales porque por lo general se debe hacer el manejo de volúmenes pequeños, lo cual implica mayor trabajo y mayores costos.

5.1.3.2. ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO

Las alternativas de almacenamiento que actualmente existen se mencionan a continuación (Ballou, 2004):

Propiedad del espacio: Esta alternativa da un mejor control, costos más bajos y mayor flexibilidad que las otras alternativas del almacenamiento, principalmente en empresas productoras. Adicional es una excelente alternativa cuando se requiere personal y equipo especializado para el manejo de materiales. A futuro las instalaciones pueden modificarse y usarse para cualquier otro fin.

Espacio Rentado: Estos son los llamados almacenes públicos, los cuales cuentan con ventajas para los clientes ya que inicialmente no se debe hacer una inversión fija, esto en el caso que la empresa no tenga capital para invertir en un espacio de almacenamiento o que tenga sus recursos destinados para otros fines. Puede ser también una alternativa mas económica en el caso de que se manejen inventarios estacionales, o de que se ocupen espacios muy pequeños del almacén privado para almacenar, y a su vez darle mayor flexibilidad a la red logística.

Espacio Arrendado: El espacio arrendado es una mezcla de los modelos de propiedad del espacio (Almacén privado) y espacio rentado (Almacenamiento público) ya que se tienen las ventajas en cuanto a costo y espacio que da el almacén público, pero con compromisos de permanencia a largo plazo lo cual le resta un poco de flexibilidad a la operación.

Almacenamiento en tránsito: Este es un tipo de almacenamiento que se basa en considerar el almacenamiento de los bienes mientras son transportados. Este requiere de mucha coordinación y es muy atractiva para las empresas que manejan inventarios estacionales y envíos a largas distancias.

5.1.3.3. CONSIDERACIONES DEL MANEJO DE MATERIALES

Los objetivos para el manejo de materiales están centrados en el costo, reducir el costo de manejo e incrementar la utilización del espacio (Ballou, 2004):

Tabla 14 Consideraciones en el Manejo de Materiales

LINEA	CONCEPTO	TIPO
Agrupamiento de la carga	El agrupamiento se da con el objetivo de consolidar carga y por ende mejorar el costo, los tiempos y la eficiencia.	Entarimado: plataforma portátil. Se utiliza para apilar bienes para su transportación y almacenamiento. Permite el uso de equipos mecánicos, incrementa la utilización del espacio.
		Uso de contenedores: cajones grandes en los que se almacenan y se transportan otras cajas. Su almacenamiento puede ser en un sitio abierto.
Los Distribución del espacio	La distribución del espacio se logra con un diseño que permita tener un equilibrio entre los costos de manejo de materiales y el uso del espacio.	Distribución para almacenamiento: Depende de la rotación del material, debe tener en cuenta el ancho y alto de las pilas y tener unos costos de manejo razonables dependiendo de la rotación.
		Distribución para recolección de los pedidos: Se pueden tener estanterías de flujo, correas transportadoras, cuerdas de remolques escáneres y otros equipos.
Elección del equipo de almacenamiento	Ayudará de manera ordenada a almacenar los bienes de manera temporal.	Estantería: Es el más importante de todos los auxiliares. Promueven el apilamiento desde el suelo hasta el techo.
Elección del equipo de movimiento	Equipos de carga y descarga, se diferencian por su grado de uso especializado y la cantidad de energía manual que se requiera para operarlo. Normalmente se combinan los tipos equipos (Manual, motor, mecánico).	Equipo Manual: Por ejemplo, las carretillas de dos o cuatro ruedas. Requieren una pequeña inversión, son flexibles en su uso.
		Equipo asistido con motor: Por ejemplo, grúas, camiones, elevadoras, montacargas. Son equipos muy flexibles, donde se puede acelerar el manejo de materiales y el rendimiento de los trabajadores.
		Equipo totalmente mecanizado: Son recomendables cuando fluye un volumen constante y sustancial a través del almacén.

Elaboración Propia a partir de información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

5.1.3.4. ALMACENAMIENTO PARA UTOPICK

Utopick actualmente no cuenta con un sistema de almacenamiento, lo único que tiene definido es el almacenamiento del producto terminado en dos unidades de carga diferentes, las cuales se denominarán "Canasta grande" y "Canasta mediana". Estas canastas son de material plástico. Además, vende tres productos: removedor, sanitzer y cleanser, cada producto cuenta con diferentes presentaciones diferenciadas por la

cantidad envasada, La tabla 15 presenta los porcentajes de las ventas para cada uno de estos productos, información suministrada por la compañía:

Tabla 15 Ventas por Producto

PRODUCTO	VENTAS EN PORCENTAJE
Removedor 1 L	12%
Removedor 175 ml	48%
Removedor 500 ml	20%
Sanitizer 250 ml	10%
Sanitizer 500 ml	5%
Cleanser 250 ml	3%
Cleanser 500 ml	2%

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

De los productos anteriormente mencionados el único que se almacena en la canasta grande, es el removedor en presentación por 1 Litro. El resto de los productos se almacena en las canastas medianas. La tabla 16 presenta la unidad de carga para cada producto:

Tabla 16 Unidad de Carga Productos Utopick

UNIDAD DE CARGA	PRODUCTO	UNIDADES/CAJA
Canasta Grande	Removedor 1 L	32
Canasta Mediana	Removedor 175 ml	126
Canasta Mediana	Removedor 500 ml	50
Canasta Mediana	Sanitizer 250 ml	77
Canasta Mediana	Sanitizer 500 ml	50
Canasta Mediana	Cleanser 250 ml	77
Canasta Mediana	Cleanser 500 ml	50

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

De acuerdo con los valores de cantidad de pedido hallados la tabla 13, el espacio para el almacenamiento se debe diseñar con base en el mayor "Q" hallado, al cual se llamará "Q_{máximo}", que se trabajará de 5.000 unidades, ya que sólo el último período del año 2021 y 2022 es de 5.100 unidades con un efecto de aproximadamente 1 o 2 cajas adicionales en el almacén.

De acuerdo con la información consignada en las tablas 15 y 16, se ilustrará el cálculo para hallar las unidades por cada producto para Q_{máximo}, y el número de cajas para este mismo.

Partiendo de $Q_{máximo} = 5000 \text{ Unidades}$ (35)

Y tomando el porcentaje de rotación de cada producto consignado en la tabla 15, se obtiene las unidades por cada producto para $Q_{\text{máximo}}$. A continuación, se relaciona el cálculo para la presentación de Removedor por 175 ml:

$$\text{Unidades } Q_{\text{máximo removedor 175 ml}} = 5000 \text{ Unidades} \times 48\% = 2.400 \text{ Unidades} \quad (36)$$

Para el número de cajas para $Q_{\text{máximo}}$, se toma el valor hallado en 36, y se divide por el valor correspondiente de unidad de carga consignado en la tabla 16.

$$\text{Número cajas } Q_{\text{máximo removedor 175 ml}} = \frac{2.400 \text{ Unidades}}{126 \frac{\text{unidades}}{\text{Caja}}} = 19 \text{ Cajas} \quad (37)$$

Se realiza este cálculo para cada una de las referencias vendidas. A continuación se presenta el número de cajas que se deben almacenar para una cantidad de 5000 unidades:

Tabla 17 Almacenamiento por Canastas

TIPO DE CANASTA	PRODUCTO	UNIDADES POR CADA PRODUCTO PARA Q MAXIMO	NÚMERO DE CAJAS PARA Q MAXIMO
Canasta Grande	Removedor 1 L	600	19
Canasta Mediana	Removedor 175 ml	2400	19
Canasta Mediana	Removedor 500 ml	1000	20
Canasta Mediana	Sanitizer 250 ml	500	6
Canasta Mediana	Sanitizer 500 ml	250	5
Canasta Mediana	Cleanser 250 ml	150	2
Canasta Mediana	Cleanser 500 ml	100	2
		TOTAL CANASTAS	73
		CANASTAS GRANDES	19
		CANASTAS PEQUEÑAS	54

Fuente: *Elaboración propia.*

De acuerdo con la información suministrada por la compañía, las dimensiones de cada canasta son las presentadas en la tabla 14:

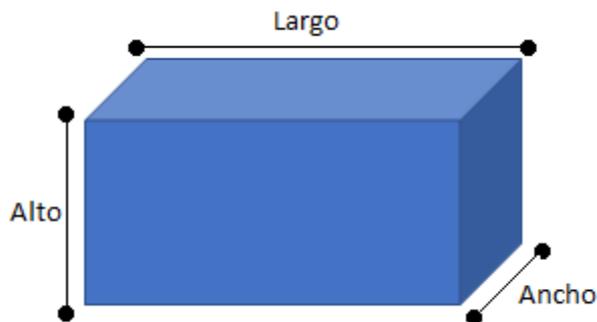


Ilustración 12 Dimensiones de un Rectángulo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Dimensiones de las Canastas

TIPO DE CANASTA	ALTO	LARGO	ANCHO
Grande	33 cm	60 cm	40 cm
Mediana	25 cm	60 cm	40 cm

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Con las dimensiones anteriores se calcula el volumen en m^3 que ocupa cada canasta, y se multiplica por el número de canastas que se necesitarían para almacenar el pedido máximo que es de 5.000 unidades, esto con el objetivo de calcular el espacio cúbico requerido para el almacenamiento del producto terminado. A continuación, se presenta el cálculo a manera de ejemplo para calcular volumen de una canasta pequeña:

Partiendo del concepto del volumen de un cubo, el cual, a su vez, será el volumen ocupado por una canasta, se tiene lo siguiente:

$$\text{Volúmen del cubo} = \text{Volúmen de una canasta} = L_1 \times L_2 \times L_3 \quad (38)$$

Donde según la tabla 18:

$$L_1 = 0,25 \text{ m}$$

$$L_2 = 0,60 \text{ m}$$

$$L_3 = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Volúmen canasta pequeña} = 0,25 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Volúmen canasta pequeña} = 0,06 \text{ m}^3 \quad (39)$$

El volumen del espacio cúbico total se obtiene calculando el volumen de cada canasta, por el número de canastas requeridas, se pone como ejemplo el volumen total de almacenamiento para las canastas pequeñas:

$\text{Volúmen total almacenamiento} = \text{Volúmen de una canasta} \times \text{Número de canastas (40)}$

De 39 y del número de canastas pequeñas de la tabla 17:

$$\text{Volúmen total almacenamiento canasta pequeña} = 0,06 \text{ m}^3 \times 54$$

$$\text{Volúmen total almacenamiento canasta pequeña} = 3,27 \text{ m}^3$$

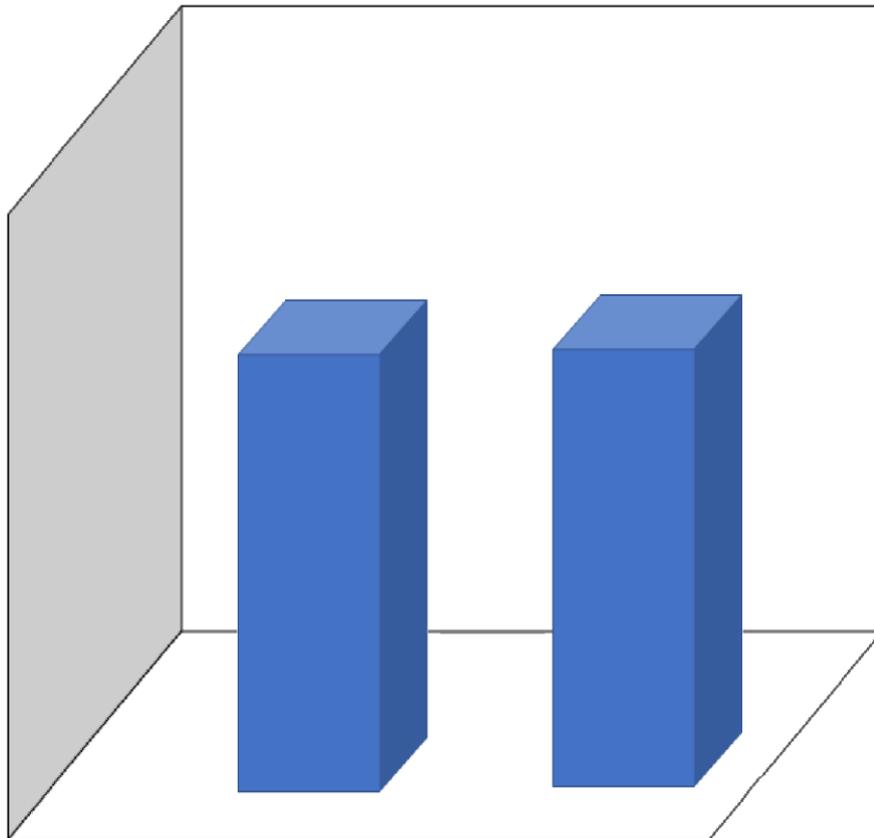
Se presenta a continuación el espacio volumétrico requerido para el almacenamiento del producto terminado, considerando pilas compactas:

Tabla 19 Espacio Volumétrico Requerido para el Almacenamiento de Producto Terminado

	VOLÚMEN (m³)	NÚMERO DE CANASTAS	ESPACIO CÚBICO ALMACENAMIENTO O CANASTAS (m³)
CANASTAS GRANDES	0,08	19	1,52
CANASTAS PEQUEÑAS	0,06	54	3,27
		VOLUMEN TOTAL REQUERIDO PARA ALMACENAMIENTO (m³)	4,78

Fuente: Elaboración propia.

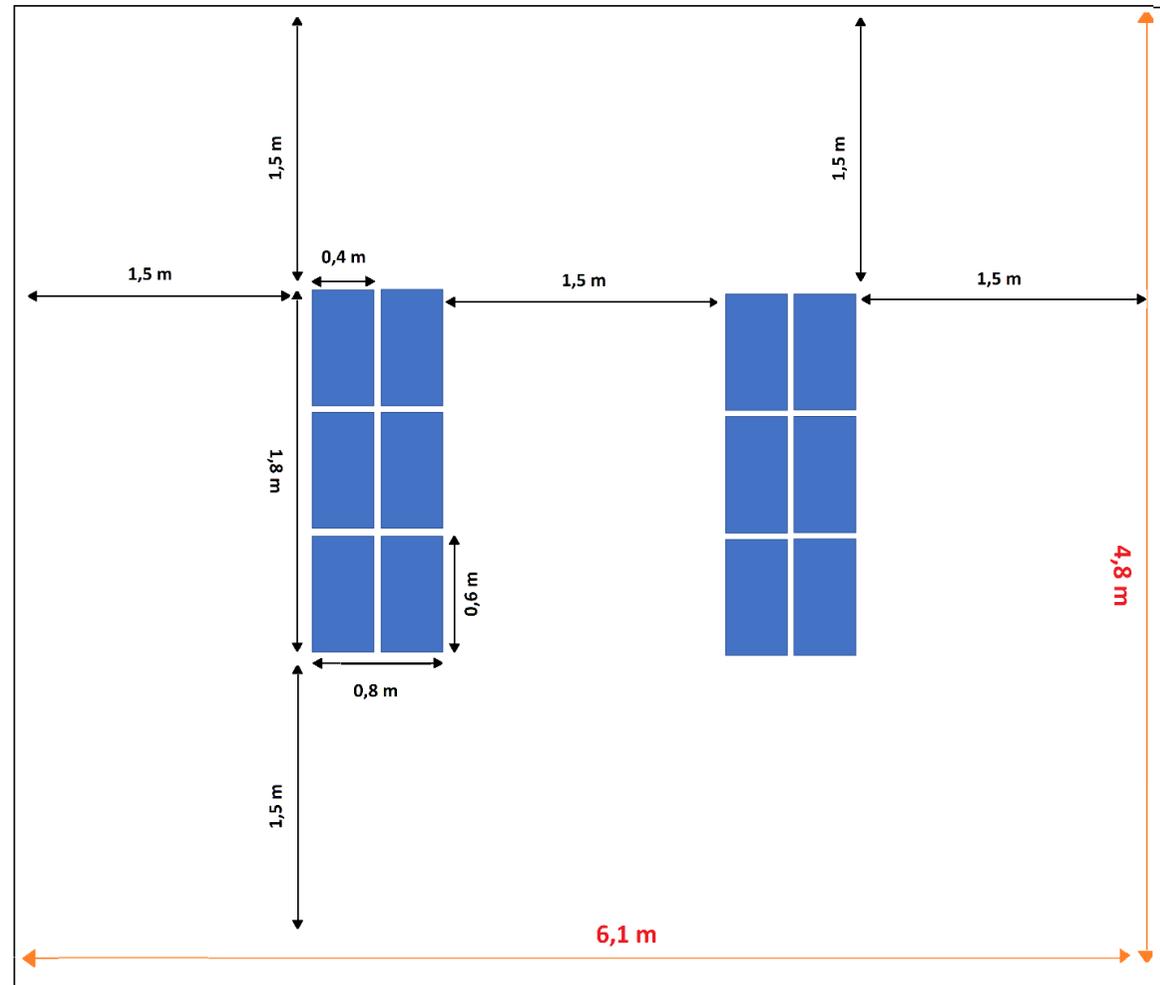
El *bulk storage* se realizará de acuerdo con el número total de canastas que es 73, estas se apilarán en 2 unidades principales. Cada unidad principal tendrá 6 pilas, cada pila tendrá 6 canastas. Se presenta a continuación la vista general y superior del almacén, así como la vista frontal de una pila:



VISTA GENERAL DEL ALMACEN

Ilustración 13 Vista General del Almacén de Producto Terminado

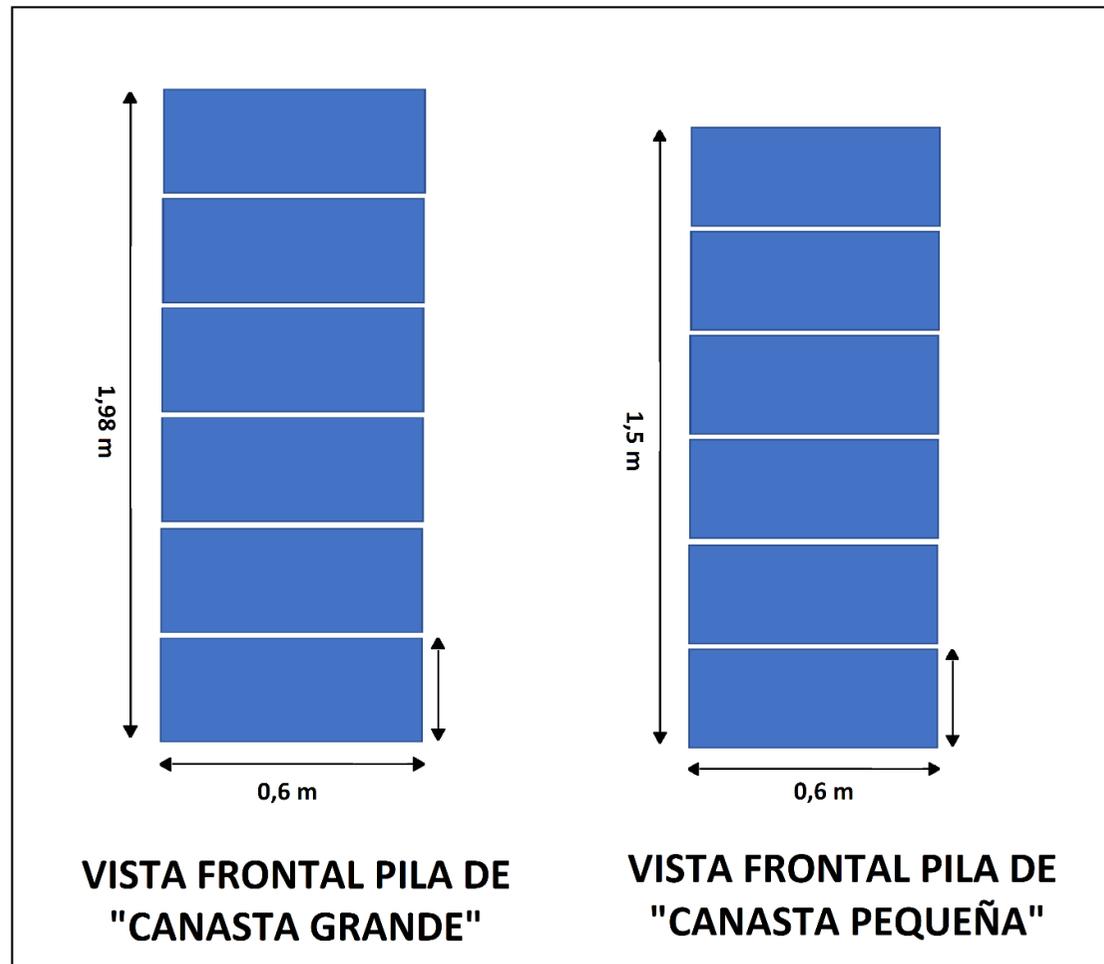
Fuente: Elaboración propia.



VISTA SUPERIOR DEL ALMACEN

Ilustración 14 Vista Superior del Almacén

Fuente: Elaboración propia.



VISTA FRONTAL DE UNA PILA

Ilustración 15 Vista Frontal de una Pila

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó, cada pila será de 6 canastas, de acuerdo con esto y las medidas registradas en la tabla 18, la altura para una pila de “Canasta grande” será de 1,98 m, mientras que la altura para una pila de “canasta pequeña” será de 1,5 m. De acuerdo con el instructivo de almacenamiento expedido por el Cuerpo Oficial de Bomberos, la altura límite permitida para el almacenamiento y manejo manual es de 2.15 m, por lo cual se estaría cumpliendo con la normativa establecida. Se ilustra a continuación el cálculo para determinar la altura de las pilas:

$$\text{Altura pila}_{\text{tipo de canasta}} = \text{Número de canastas por pila} \times \text{Altura de la canasta} \quad (41)$$

Para la canasta grande:

$$\text{Altura pila}_{\text{canasta grande}} = 6 \times 0,33 \text{ m}$$

$$\text{Altura pila}_{\text{canasta grande}} = 1,98 \text{ m}$$

Para la canasta pequeña:

$$\text{Altura pila}_{\text{canasta grande}} = 6 \times 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Altura pila}_{\text{canasta grande}} = 1,5 \text{ m}$$

Para el área de pasillos y de corredores para paso de personal, se diseña para que sean de 1.5 m, basándose en el instructivo de almacenamiento expedido por el Cuerpo Oficial de Bomberos. Este instructivo dicta que el área de pasillos y corredores para manejo manual de carga debería estar entre 1.5 – 2.0 m, por lo cual se estaría cumpliendo con la normativa establecida. (Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá, 2008)

De acuerdo con las dimensiones del almacén presentadas en la ilustración 14, el área total del almacén se calcula de acuerdo con el área de un rectángulo, de la siguiente manera:

$$\text{Área de un rectángulo} = \text{Área total del almacén} = L_1 \times L_2 \quad (42)$$

Donde:

$$L_1 = 4,8 \text{ m}$$

$$L_2 = 6,1 \text{ m}$$

Tanto L_1 como L_2 se presentan en color rojo en el gráfico 14, y consisten en la suma de las dimensiones de los pasillos y las canastas de acuerdo con la configuración de la ilustración 14.

Por lo tanto:

$$\text{Área total del almacén} = 4,8\text{m} \times 6,1 \text{ m}$$

$$\text{Área total del almacén} = 29,28 \text{ m}^2 \quad (43)$$

El área de almacenamiento bruto es el área que ocupan las canastas, las cuales en la ilustración 14 son de color azul. Esta área se calculará también como el área de un rectángulo, y se partirá del cálculo del área de cada canasta:

$$\text{Área de un rectángulo} = \text{Área de canasta} = L_3 \times L_4 \quad (44)$$

Donde:

$$L_3 = 0,6 \text{ m}$$

$$L_4 = 0,4 \text{ m}$$

Tanto L_3 como L_4 se presentan en la tabla 18, y consisten en el largo y ancho de las canastas, que son el mismo tanto para la canasta grande como la canasta pequeña.

$$\text{Área de canasta} = 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Área de canasta} = 0,24 \text{ m}^2 \quad (45)$$

De acuerdo con lo anterior, el área ocupada por una canasta es de $0,24 \text{ m}^2$, si se multiplica esta área por cada canasta que irá en la base del piso, las cuales son 12, se obtiene la siguiente área bruta de almacenamiento:

$$\text{Área bruta de almacenamiento} = \text{Área de canasta} \times \text{Número de canastas} \quad (46)$$

$$\text{Área bruta de almacenamiento} = 0,24 \text{ m}^2 \times 12$$

$$\text{Área bruta de almacenamiento} = 2,88 \text{ m}^2 \quad (47)$$

Para el cálculo del área de pasillos se parte de la ecuación del área total del almacén, la cual comprende el área de almacenamiento bruto y el área de pasillos:

$$\text{Área total del almacén} = \text{Área de almacenamiento bruto} + \text{Área pasillos} \quad (48)$$

Despejando el área de los pasillos de la ecuación 48:

$$\text{Área pasillos} = \text{Área total del almacén} - \text{Área bruta de almacenamiento} \quad (49)$$

Reemplazando 43 y 47 en 49, obtenemos:

$$\text{Área pasillos} = 29,28 \text{ m}^2 - 2,88 \text{ m}^2$$

$$\text{Área pasillos} = 26,4 \text{ m}^2 \quad (50)$$

Se presenta a continuación las áreas requeridas para el almacenamiento del producto terminado:

Tabla 20 Área requerida para el Almacenamiento de Producto Terminado

TIPO DE ESPACIO	AREA (m ²)
ALMACENAMIENTO BRUTO	2,88
PASILLOS	26,4
ÁREA TOTAL DEL ALMACEN	29,28

Fuente: Elaboración propia.

El alto porcentaje de los pasillos es necesario debido a que el manejo de materiales se realiza de forma manual con la ayuda de carretillas, además permite respaldar el crecimiento de la empresa.

Consideraciones adicionales para el almacenamiento:

De acuerdo con el instructivo de almacenamiento dado por el cuerpo de bomberos de Bogotá (Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá , 2008), se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para tener un almacenamiento y manejo seguro de productos químicos:

- La resolución 2400 de 1979. Art. 83, dicta que las medidas de iluminación recomendadas para asegurar visibilidad en pasillos y estanterías es de 200 Lux. Estos se deben situar encima de las pilas en el centro de los pasillos de forma que se tenga una iluminación suficiente sobre las zonas de trabajo y evitar el deslumbramiento de las personas que trabajan en el área.
- Separar los productos químicos incompatibles (por ejemplo, sulfuros, ácidos y álcalis).
- Cerrar y asegurar las áreas de almacenamiento para limitar el acceso de personal no autorizado.
- Señalizar adecuadamente las áreas de almacenamiento de productos químicos.
- Tener a la mano en las áreas de almacenamiento las Hojas de datos sobre la seguridad de los materiales o MSDS.
- Emplear contenedores sólidos y apropiados.
- Proporcionar ropa/aparatos de protección y capacitación en seguridad del personal
- Proveer materiales para la limpieza de derrames.
- Prohibido fumar y comer en el lugar de almacenamiento de productos químicos.

5.2. ESTRATEGIA DEL TRANSPORTE

Garcés (2010) plantea un sistema logístico estrechamente ligado con las decisiones de transporte. Menciona también la importancia de tomar las consideraciones de transporte a nivel estratégico, ya que proveen competitividad, y a su vez pueden ser o una barrera o una herramienta para agregar valor. (Garcés Ramírez, 2010)

El presente capítulo hablará sobre las principales opciones de transporte que existen en el mercado, los costos relacionados a esto, se tratará brevemente el tema de transporte internacional y por último se discutirá sobre la ubicación de las instalaciones.

5.2.1. OPCIONES DE SERVICIO DE TRANSPORTE

El servicio de transporte se enfocará en las instalaciones y servicios que constituyen el sistema de transporte, y en su costo y desempeño. Se analizarán las características de las alternativas del servicio de transporte con el fin de buscar el mejor servicio de transporte para la empresa.

Tabla 21 Servicio Sencillo de Transporte

SERVICIO SENCILLO DE TRANSPORTE	
Ferrocarril	Transporte a larga distancia y baja velocidad. Muy usado para el transporte de materias primas y productos manufacturados de bajo valor. Tamaños de envío de mínimo un vagón completo.
Camión	Se transportan normalmente productos semiterminados y terminados. Transportan cargas más pequeñas que los ferrocarriles, Ofrecen servicio puerta a puerta.
Avión	Su principal atractivo es la rapidez origen-destino, en especial para largas distancias. Las tarifas del transporte aéreo son las más costosas del mercado. Puede ser poco confiable ya que es muy susceptible a desperfectos mecánicos, condiciones atmosféricas y congestión de tráfico.
Barco	Es más lento que el ferrocarril, y está condicionado a ser combinado con otro servicio de transporte, cuando el usuario final no está ubicado sobre caminos acuíferos.
Ductos	Tiene un rango muy limitado de servicios y capacidades. Es muy común en el transporte de petróleo y sus derivados. Está muy condicionado al transporte de líquidos. Es un método muy confiable ya que es poco susceptible a interrupciones en su tránsito.

Elaboración Propia a partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Agencias y servicios de envíos pequeños:

- **Agentes:** ofrecen servicios de transportación de bienes, principalmente envíos pequeños, y trabajan para empresas que no cuentan con transporte propio. Mediante la consolidación de múltiples envíos obtienen tarifas de carga vehicular. El diferencial de la tarifa de carga entre envíos grandes y pequeños ayuda a compensar los gastos operativos. Incluye transportación aérea y terrestre.
- **Servicios de envíos pequeños:** Los envíos están limitados en tamaño, pueden pesar hasta 30 Kg. Cuentan con servicio de recolección y se efectúan las entregas en todo el mundo llegando a todos los departamentos y ciudades de un país. Normalmente manejan una tarifa única cuando el peso de envío se encuentra por debajo de cierto peso mínimo.

5.2.2. COSTOS RELACIONADOS AL TRANSPORTE

Se relacionan a continuación los costos asociados al transporte de mercancía:

Tabla 22 Características del Costo del Transporte

CARACTERÍSTICAS DEL COSTO DEL TRANSPORTE	
Costos variables y fijos	Los costos fijos son aquellos para adquisición y mantenimiento de carreteras, instalaciones de terminales, equipo de transporte y administración del transportista. Los costos variables normalmente son los relacionados con el transporte de línea, como combustible, mano de obra, mantenimiento de equipo, manejo y recolección de entrega.
Costos comunes o conjuntos	Son aquellos costos que son difíciles de medir y por ende de costear. Por ejemplo, los costos de envíos de diferentes tamaños que se van en un mismo transporte, o el costo de la transportación de regreso, etc.
Características del costo por modo	Dependen de la naturaleza de la función general de costos bajo la cual opere un tipo de transporte.

Elaboración Propia a partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Los perfiles de tarifas comúnmente se dividen en 3 categorías; por volumen, distancia o demanda. Se presentan a continuación los perfiles de tarifas y algunos comentarios sobre cada uno:

Tabla 23 Perfil de Tarifas para Transporte

PERFIL DE TARIFAS	
Volumen	Está muy relacionado con la economía de escala, y su premisa principal es que, a mayor volumen, menor será el costo del transporte.
Distancia	Pueden ser invariables respecto a la distancia o variar directamente con ella.
	Tarifas uniformes: Tiene una sola tarifa para todas las distancias de origen a destino. Plantea que mucha parte de su costo radica en el manejo, por lo que la distancia no es muy relevante.
	Tarifas proporcionales: Es utilizada para transportistas que tienen importantes costos de transporte en línea. Muy utilizada en el transporte por camión.
	Tarifas graduales: Se basa en tarifas que incrementan con la distancia, pero a un ritmo decreciente.
	Tarifas generales: tarifas sencillas que cumplen una amplia área en el origen, el destino, o ambos.
Demanda	En esta tarifa, la demanda dicta los niveles de tarifas manteniendo poca relación con los costos de producir el servicio de transportación.

Elaboración Propia a partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

5.2.3. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Históricamente, la locación, el volumen de los almacenes y la distribución de la carga han sido en su mayoría dependientes del crecimiento poblacional de las áreas metropolitanas. Como resultado de esto, el crecimiento poblacional y la distribución de cargas han crecido de manera muy similar y a los mismos niveles (McKinnon, 1983). Generalmente, la ubicación de las instalaciones se ha determinado de acuerdo con varios factores, como, por ejemplo; la cercanía a los clientes, costos de instalación, acceso a vías principales y disponibilidad de mano de obra calificada (Glasmeier & Kibler, 1996) (Cidell, 2010).

Tabla 24 Clasificación de los Problemas de Ubicación

CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE UBICACIÓN	
Fuerza Impulsora	La fuerza impulsora es el factor más crítico del negocio, el cual son principalmente los factores económicos; como el costo de un lugar dado su ubicación.
Número de instalaciones	Se debe considerar si se va a tener una o varias instalaciones. Se debe tener en cuenta al ubicar varias instalaciones; fuerza competitiva, división de la demanda, efectos de consolidación de inventario, costos de instalación y principalmente los costos del transporte.
Lo discreto de las opciones	Se lleva a cabo por medio de dos métodos: 1. Método continuo: el cual analiza toda ubicación posible a lo largo de un espacio continuo y se selecciona el mejor. 2. Método discreto: Selecciona posibles alternativas que se han identificado de acuerdo con criterios de sensatez. Muy utilizados en la ubicación de múltiples instalaciones.
Grado de acumulación de datos	Tiene en cuenta múltiples configuraciones de diseño de red. Se utilizan métodos cuya precisión de acuerdo con un número de datos limita las ubicaciones a amplias áreas geográficas, así como métodos que utilizan baja cantidad de información la cual limita la ubicación a un espacio pequeño.
Horizonte de tiempo	Se determina la ubicación por medio del tiempo, de acuerdo con métodos estáticos o dinámicos. Los métodos estáticos localizan la ubicación con base en información para un solo periodo, mientras que los métodos dinámicos planean la ubicación para múltiples periodos.

Elaboración Propia A partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Se exponen a continuación una serie de supuestos, los cuales facilitarán la escogencia de la ubicación de una bodega de almacenamiento, teniendo en cuenta que es para una única ubicación:

Tabla 25 Supuestos de Simplificación en los Modelos de Ubicación Sencilla

SUPUESTOS DE SIMPLIFICACION EN LOS MODELOS DE UBICACION SENCILLA
1. Se asume que los volúmenes de demanda se concentran en un punto, cuando de hecho estos se generan desde varios puntos que están dispersos sobre un área amplia.
2. Localizan una ubicación con base en los costos variables.
3. Se asume que los costos totales de transportación se incrementan de forma proporcional con la distancia
4. Comúnmente se asumen rutas en línea recta entre la instalación y otros puntos de la red.
5. Existe cierta incertidumbre de que este tipo de modelos no sean dinámicos. Es decir, no obtienen una solución que refleja los cambios futuros en los ingresos y en los costos.

Elaboración Propia a partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación .

5.2.4. TRANSPORTE Y UBICACIÓN PARA UTOPICK

5.2.4.1. PROPUESTA DE TRANSPORTE:

El sistema de transporte actual de Utopick se maneja de diferentes maneras, dependiendo si es materia prima o producto terminado, en el siguiente cuadro se especifica como es el transporte dependiendo de lo que se va a transportar y algunas consideraciones adicionales:

Tabla 26 Sistema de Fletes de Utopick

ORÍGEN	DESTINO	TRANSPORTE Y FLETE
Proveedor Materia Prima	Maquilador	Es asumido por el proveedor, ya que cuenta con el personal y los vehículos apropiados para el transporte del tipo de materia prima. El valor del flete está implícito en el precio del producto. Si se llegara a asumir el transporte por parte del fabricante podría mejorar un poco el costo del producto.
Proveedor Envases	Maquilador	Es asumido por el proveedor. El valor del flete está implícito en el precio del producto.
Maquilador	Bodega almacenamiento	Este flete es asumido por Utopick, en los primeros meses de funcionamiento de la empresa fue realizado en el vehículo personal del gerente; con el aumento de unidades de los últimos meses se está realizando a través de un tercero.
Bodega almacenamiento	Cliente	Es realizado por Utopick. El valor del flete depende de las unidades pedidas por el cliente, y la zona de despacho

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Actualmente se tiene una política de fletes para el despacho de producto terminado, la cual cambia de acuerdo con la zona de despacho y al número de unidades:

Tabla 27 Política de Fletes y Transporte de Pedidos

POLÍTICA DE FLETES Y TRANSPORTE DE PEDIDOS			
ZONA	NÚMERO DE UNIDADES	FLETE	COMENTARIOS
Medellín y alrededores	Mayor a 40	Lo asume Utopick	La entrega de este tipo de pedidos la suele hacer el gerente en su vehículo personal.
	Menor a 40	Lo asume el cliente	La entrega se hace por medio de un mensajero, el flete es cobrado dependiendo de la distancia.
Resto del país	Sin límite	Lo asume el cliente	Se hace por medio de paquetería. Suele ser un poco costoso, no se tiene muy estandarizado el tema de fletes y envíos por esta modalidad.

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Conocer las ventas que se realizan por zonas del país, es muy útil para diseñar la estrategia de transporte. Se presenta a continuación el porcentaje de ventas por zona:

Tabla 28 Porcentaje de Ventas de Utopick por Ciudad

CIUDAD/ZONA	PORCENTAJE DE VENTAS
Medellín y alrededores	60%
Bogotá y alrededores	25%
Resto del país (Valle del Cauca, Eje cafetero, Llanos orientales, Costa Atlántica, Santanderes)	15%

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

Se evaluaron varias alternativas para proponer una estrategia de transporte adecuada para el tipo de entregas y el volumen que maneja Utopick, a continuación, se presentan estas alternativas:

- **Alternativa #1 – Volumen permanente:** Si el volumen es permanente diario, la mejor alternativa para este caso es tener un transporte fijo y se paga una tarifa diaria. Se aclara que el vehículo no sería de Utopick, ni la persona encargada de manejarlo estaría en la nómina de la compañía. Gastos como mantenimiento del vehículo, gasolina, y pagos por personal como ayudantes, estarían dentro de la tarifa diaria. Para el caso específico de Utopick, por los volúmenes manejados, el vehículo podría ser una moto y el servicio de ayudante no sería necesario.
- **Alternativa #2 – Volumen variable:** Cuando los volúmenes varían, la mejor alternativa es trabajar con empresas logísticas y manejar una tarifa por cada entrega, la cual dependerá del volumen y del peso. Esta opción es muy conveniente ya que el desgaste en cuanto a las entregas a los clientes se le transfieren a la empresa logística y no se debe adquirir ningún compromiso con un transportador.

La recomendación para Utopick de acuerdo con las alternativas mencionadas, se clasificará en dos; entregas en Medellín, área metropolitana y otras ciudades:

- **Medellín y alrededores:** Se recomienda que para Medellín y su área metropolitana, la alternativa más indicada es la número 1. De acuerdo con la tabla 28, el 60% de los clientes de Utopick se encuentran en Medellín, razón por la cual se debe tener un sistema de transporte fijo. Se recomienda el manejo de una moto que se encuentre permanentemente al servicio de Utopick. Para las entregas de más de 40 unidades, como de menos de 40, se recomienda que el flete sea incluido en el precio del producto, dando descuentos por volúmenes.
- **Otras ciudades:** Se recomienda para las entregas en ciudades diferentes a Medellín la alternativa #2. De acuerdo con la tabla 28, el 40% de los clientes de Utopick se encuentran distribuidos a lo largo del país, las entregas no son permanentes y pueden llegar a ser volúmenes muy variables y a diferentes ciudades. Se recomienda encontrar una empresa logística que este familiarizada con el manejo de productos líquidos, en especial de productos cosméticos. Se

recomienda a la gerencia consultar que empresas logísticas son las utilizadas por sus similares u otros fabricantes de cosméticos. Adicional, se le recomienda a Utopick concertar diferentes volúmenes y estandarizar estos volúmenes para así poder tener tarifas específicas para los clientes, los cuales seguirán asumiendo el costo del envío.

Diseño de ruta de transporte para entrega en Medellín:

Para el diseño de las rutas de entregas en la ciudad de Medellín se desarrolló como un problema de ruteo de vehículos con capacidades (VRP), siguiendo el algoritmo de Clark & Wright explicado en el ítem 2.2.2.4 del capítulo de metodologías.

Para el diseño de la ruta de transporte se definieron 6 nodos, como se muestra a continuación:

Tabla 29 Nodos - Clientes Utopick

NODO	NOMBRE NODO
0	Bodega Utopick
1	Cliente Sector San Diego
2	Cliente Sector Itagüí
3	Cliente Sector El Hueco
4	Cliente Sector Sabaneta
5	Cliente Sector La Floresta

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

El nodo "0" representa la bodega de Utopick, y de ahí se distribuirán los productos a los clientes. Se tomó una muestra de 5 clientes, los más representativos y con mayor volumen de pedidos para diseñar la ruta de entrega. A cada cliente se le asignó un nombre como "Cliente – Sector" como se observa en la tabla 29.

Se muestra a continuación en el mapa de Medellín la distribución de los nodos:



Ilustración 16 Ubicación Nodos

Fuente: Google Maps (2020) – Elaboración Propia.

Información consultada a la gerencia de Utopick, revela que sus picos de pedidos son los jueves, viernes y sábado, ya que el fin de semana es el espacio en el que la mayoría de las mujeres recurren a arreglar sus uñas. Utopick revela que el número máximo de unidades que ha entregado en un día ha sido aproximadamente 220. Este valor será tomado como la demanda/diaria para diseñar la ruta de transporte. Cabe mencionar que no todos los fines de semana se tiene la misma rotación de producto, pero este valor dará un aproximado para diseñar un escenario de ruta.

Según el Centro de Experimentación y Seguridad Vial Cesvi Colombia S.A., la capacidad máxima de una motocicleta para llevar carga de una manera segura es de 30 Kg (Redacción MOTOR, Periódico el Tiempo, 2013). La densidad aproximada de los productos comercializados en Utopick se tomará como 0,95 Kg/L. Partiendo de los anteriores datos procederemos a calcular el volumen máximo que se puede transportar, para después pasar este volumen a unidades:

$$Volumen \max(L) = \frac{Carga \text{ máxima } (Kg)}{Densidad \text{ producto } \left(\frac{Kg}{L}\right)} \quad (51)$$

$$\text{Volumen max (L)} = \frac{30 \text{ Kg}}{0,85 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}}$$

$$\text{Volumen max (L)} = 32 \text{ L}$$

De acuerdo con el volumen máximo hallado, y con el volumen de las unidades de los productos que maneja Utopick, que para efectos prácticos será de 175 ml, las unidades máximas a transportar en un vehículo son:

$$\text{Capacidad max (Unidades)} = \frac{\text{Unidades max}}{\text{Vehículo}} = \frac{\frac{\text{Volúmen max (L)}}{\text{Volumen unitario (L)}}}{\text{Vehículo}}$$

$$\text{Capacidad max(Unidades)} = \frac{\frac{32 \text{ L}}{175 \text{ ml} \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}}}{1}$$

$$\text{Capacidad max (Unidades)} = 180 \text{ Unidades (52)}$$

De acuerdo con la capacidad máxima de cada vehículo y con la demanda diaria, podemos intuir desde este momento, que serán necesarias hacer dos rutas diarias.

De acuerdo con información suministrada por Utopick, la demanda diaria aproximada por "Cliente Sector" en porcentaje, es la que se muestra en la tabla 30. Con la demanda diaria y estos porcentajes, se generan unas unidades/diarias por cada cliente/nodo:

Tabla 30 Unidades por Nodo

NODO	NOMBRE NODO	PORCENTAJE DEMANDA/DIA	UNIDADES DEMANDA/DIA
1	Bodega Utopick	0	0
2	Cliente Sector San Diego	20%	44
3	Cliente Sector Itagüí	15%	34
4	Cliente Sector El Hueco	50%	110
5	Cliente Sector Sabaneta	8%	17
6	Cliente Sector la Floresta	7%	15
	Total	100	220

Elaboración: Propia

Fuente: Información suministrada por la gerencia de Utopick.

El algoritmo de Clack & Wright busca optimizar o minimizar la cantidad de vehículos y su recorrido para ciertas restricciones dadas. En este caso las restricciones son la capacidad máxima de unidades por vehículo (Ecuación 52) y la demanda de cada nodo (Tabla 30).

El desarrollo numérico del algoritmo se presenta en el Anexo 2.

Según la metodología empleada, las rutas óptimas para Utopick son las siguientes:

Tabla 31 Rutas de Transporte Utopick

RUTAS UTOPICK		
Ruta	Nodos	Demanda
1	R {0 2 4 0}	51
2	R {0 3 5 1 0}	169

Elaboración: Propia

Se presenta a continuación en amarillo la ruta 1, y en magenta la ruta 2:

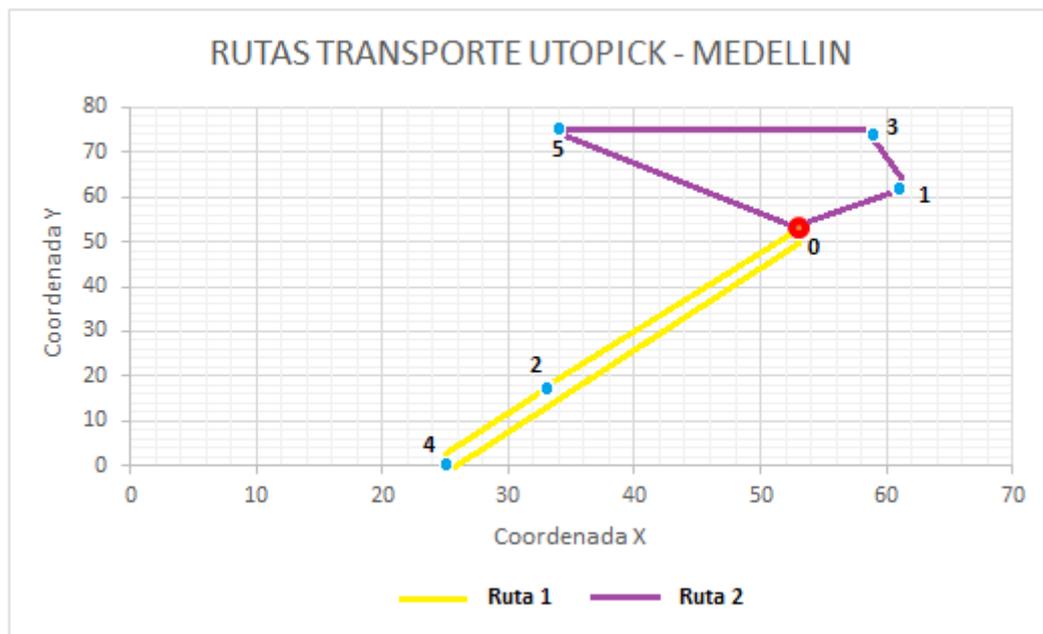


Ilustración 17 Rutas de Transporte Utopick

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la información arrojada por el algoritmo de Clark & Wright, los nodos 2 y 4 forman una ruta, la cual se llamará "Ruta 1", y el método la determina de acuerdo con que la suma de la demanda de cada nodo no excede la capacidad de un vehículo. Ocurre lo mismo con el nodo 3, 5 y 1, la cual se llamará "Ruta 2". La ruta 1 es una ruta en el área sur de Medellín, mientras que la ruta 2 es una ruta en el centro-occidente de la ciudad.

Tiempos de ruta:

De acuerdo con los nodos establecidos (Tabla 29), y a las rutas encontradas en el apartado anterior (Ilustración 17), se realizará un análisis del tiempo que puede tardar cada ruta.

Los tiempos para cada ruta se obtendrán por medio de las aplicaciones Google Maps y Waze, las cuales están al alcance de cualquier persona y tienen una interfaz amigable, donde se especifican diferentes rutas al destino planeado, así como un estimado de tiempo, tráfico en la zona y accidentes.

Se simularon 2 escenarios para cada ruta:

- **Tiempo ruta Hora Valle:** Para cada ruta se realizó una simulación a las 9:30 am, hora con baja circulación de vehículos en la ciudad de Medellín.
- **Tiempo ruta Hora Pico:** Para cada ruta se realizó simulación a las 4:30 pm, hora considerada en Medellín como el inicio de la hora “pico” u hora con mayor circulación de vehículos.

En cada cliente se estimó un tiempo de 15 minutos que se denominó “Entrega de pedido”, este tiempo transcurre mientras el mensajero parquea el vehículo, entrega la mercancía, recibe el pago si es el caso, entrega la papelería correspondiente y vuelve a tomar el vehículo para seguir con la ruta.

Se presenta a continuación los tiempos para cada ruta:

Tabla 32 Tiempos Ruta 1

RUTA 1		
Estatus de ruta	Tiempo ruta Hora Valle (Min)	Tiempo ruta Hora Pico (Min)
Trayecto Nodo 0 - 2	15	22
Entrega de pedido	15	15
Trayecto Nodo 2 - 4	15	20
Entrega de pedido	15	15
Trayecto Nodo 4 - 0	16	18
Tiempo total	76	90

Elaboración: Propia

Fuente: Información de tiempos sacada de Google Maps (2020).

Tabla 33 Tiempos Ruta 2

RUTA 2		
Estatus de ruta	Tiempo ruta Hora Valle (Min)	Tiempo ruta Hora Pico (Min)
Trayecto Nodo 0 - 1	10	15
Entrega de pedido	15	15
Trayecto Nodo 1 - 3	7	4
Entrega de pedido	15	15
Trayecto Nodo 3 - 5	12	19
Entrega de pedido	15	15
Trayecto Nodo 5 - 0	13	20
Tiempo total	87	103

Elaboración: Propia

Fuente: Información de tiempos sacada de Google Maps (2020).

En el apartado 2.3 de la metodología, se especifica la manera de uso de la aplicación Google maps y Waze.

En el Anexo 3, se presenta a modo de evidencia los resultados de las simulaciones.

De acuerdo con los tiempos hallados en las tablas 32 y 33, se evidencia que es posible programar hasta 2 rutas por cada jornada, ya que cada recorrido para cada ruta será de

aproximadamente 1 hora y 30 minutos (90 minutos aproximadamente). Lo ideal, y de acuerdo con la demanda diaria calculada, sería que solo hubiera 2 rutas en el día, pero si la demanda llegara a presentar un súbito aumento, o si algún cliente requiere un pedido con urgencia, es claro que podrían hacerse hasta 4 rutas al día. Se puede notar que la diferencia de tiempos entre la “hora valle” y la “hora pico” no es de más de 15 minutos tanto para la ruta 1 como para la ruta 2.

5.2.4.2. PROPUESTA DE UBICACIÓN:

Para la estrategia de ubicación de las instalaciones de Utopick se tienen en cuenta los siguientes hechos:

- El análisis se centrará en dos escenarios:
 - Análisis de la ubicación actual de Utopick.
 - Análisis de la ubicación suponiendo que no se conoce.
- La gerencia no tiene interés por los próximos 3 años en poner otra sede de Utopick, ni dentro de Medellín, ni en otra ciudad del país. Así como tampoco tener un punto de venta. Por lo tanto, el análisis se llevará a cabo para una ubicación sencilla.
- La ubicación de Utopick dentro de Medellín y su área metropolitana se realiza por medio del método AHP (Proceso de Análisis Jerárquico), teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada una ellas.

Se tuvieron en cuenta 6 factores a evaluar. Se presenta a continuación cada variable y su calificación:

Tabla 34 Variables de Ubicación de Utopick

VARIABLES DE UBICACIÓN DE UTOPICK
Ubicación de los clientes
Costos de la instalación
Ubicación del maquilador
Vías de acceso
Ubicación de proveedores
Seguridad

Fuente: Elaboración propia.

Ubicación de los clientes: Según información suministrada por la compañía, en Medellín, el 70% de los clientes se encuentran ubicados en la zona del centro. El otro 30% es repartido en el resto de la ciudad, siendo mayormente los ubicados en la zona sur. Conviene tener una ubicación más hacia la zona centro por la concentración de clientes, pero con vías de acceso hacia el resto de la ciudad.

Costos de la instalación: Por ser Utopick una empresa muy joven, la cual no manufactura sus propios productos y al no tener una gran utilización del espacio, se recomienda tener una bodega pequeña o en su defecto alguna antigua vivienda

adecuada como bodega, ubicada en alguna zona industrial de la ciudad en la cual el costo del alquiler y servicios públicos no sean costosos. Se recomienda que el espacio sea alquilado, ya que en 3 años la perspectiva de ubicación y los volúmenes de la empresa podrían cambiar.

Ubicación del maquilador: De los fletes que tiene Utopick, el flete “maquilador – bodega” suele ser el más costoso, ya que debe ser un transporte adecuado para el manejo de productos cosméticos y adicional debe haber una manipulación delicada. Los pedidos han aumentado a 5 mil unidades, lo cual equivale a 40- 45 cajas de producto, dando la necesidad a transportar en un vehículo industrial tipo turbo. Se busca que la ubicación de la instalación sea un intermedio entre la ubicación del maquilador y de la concentración principal de los clientes.

Vías de acceso: Como se mencionó en el apartado “Ubicación de los clientes”, el 70% de estos están ubicados en la zona centro, los restantes están distribuidos por toda la ciudad. Por esta razón, se busca que la bodega este cerca a la mayoría de los clientes, pero que cuente con vías de acceso rápidas para dirigirse ya sea al norte o al sur de la ciudad. Una ubicación cercana a la autopista sur o a la avenida guayabal son las más recomendadas.

Ubicación de los proveedores: Las empresas comercializadoras y distribuidoras de materia prima, por ser empresas que mueven volúmenes muy grandes, se encuentran mayormente ubicadas en los extremos de la ciudad, ya sea en la zona norte como por ejemplo Copacabana o Girardota, o en la zona sur, por ejemplo, La Estrella y Sabaneta. Este tipo de empresas tienen una logística muy bien diseñada para responder en unos tiempos estipulados a cualquier cliente sin importar su ubicación dentro de la ciudad, por tal razón esta fue la variable que menos relevancia tuvo. Por lo general los fletes que manejan estas empresas no suelen ser muy costosos, ya que se consolidan cargas con volúmenes altos.

Seguridad: La seguridad tanto del personal de Utopick, como de los bienes materiales que se encuentren dentro de la instalación, son de suma importancia, a su vez porque de este factor también dependerá el costo de seguros y pólizas.

Análisis de la ubicación actual de Utopick:

En octubre de 2019, Utopick abrió su primera sede principal, donde cuenta con oficinas y bodega de almacenamiento de producto terminado. Esta instalación es una antigua vivienda adecuada como bodega y está ubicada en el barrio Guayabal cerca al zoológico Santa Fe. Este sector de la ciudad se encuentra equidistante de la zona centro y la zona sur de Medellín. Cuenta con vías de acceso como la avenida guayabal, avenida 80, autopista sur y avenida regional. Guayabal es señalado como el primer corredor industrial de Colombia, adicional tiene un asentamiento de 3.550 unidades productivas, donde el 30% de estas están destinadas al sector industrial (Fajardo, Salazar, Jaramillo, Arango, & Giraldo). La empresa maquiladora de los productos de Utopick se encuentra ubicada en el mismo barrio, cercana a la calle 10 con la autopista sur. La ubicación de Utopick se puede decir es acertada, de acuerdo con las variables anteriormente analizadas.

Análisis de la ubicación suponiendo que esta no se conoce:

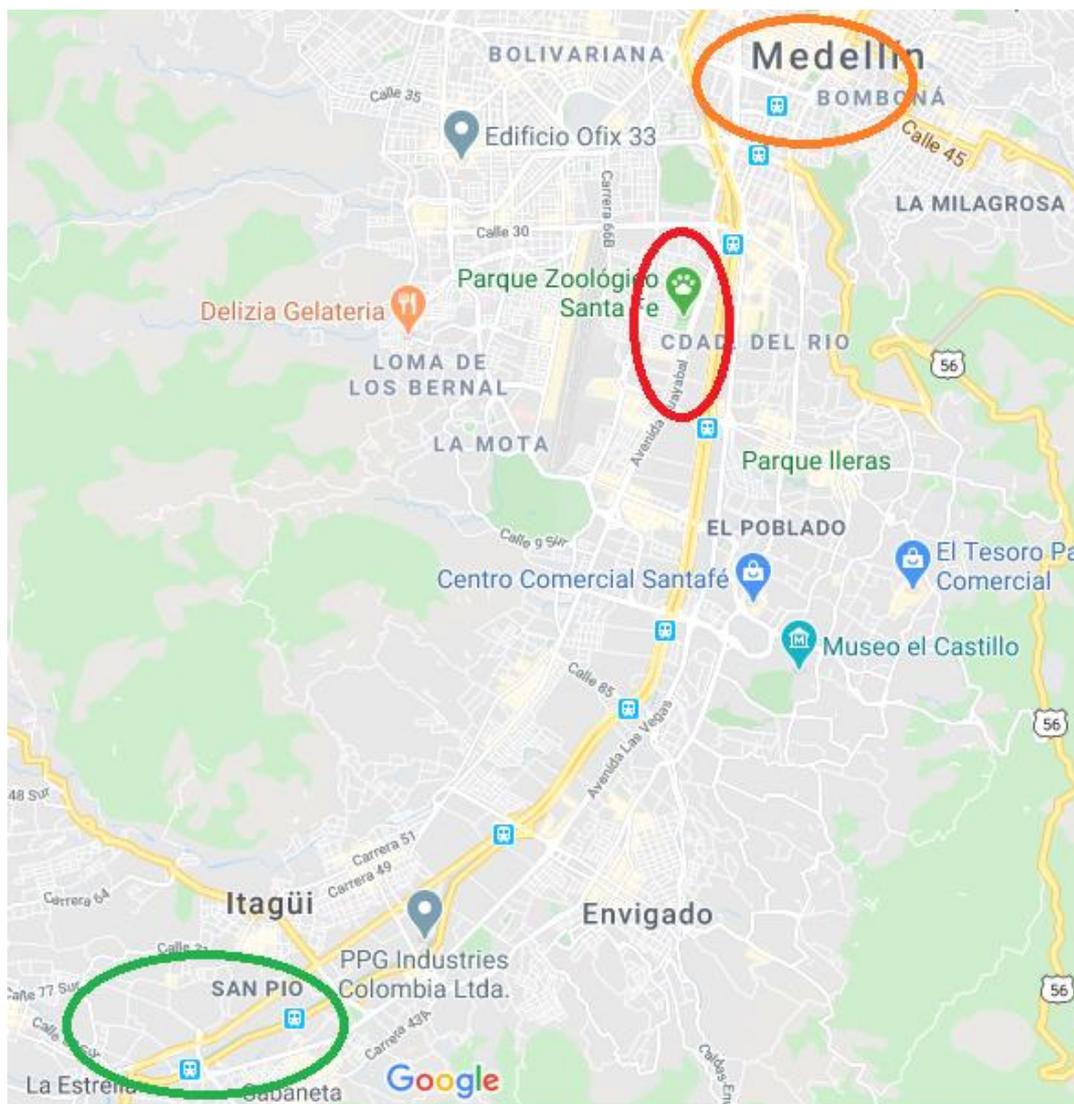
Ya que la ubicación actual es acertada de acuerdo con las variables mencionadas, en este apartado se quiso analizar otras dos posibles ubicaciones como ejercicio académico y como alternativa para la compañía.

La primera ubicación propuesta es una locación cercana al sector exposiciones, ubicada en el barrio Calle Nueva en el centro sur del municipio. Este es un barrio netamente industrial de Medellín, más cercano a la zona centro que la ubicación actual en el barrio guayabal, y también con las principales vías de acceso a solo unas cuadras de distancia. La razón principal para la escogencia de esta ubicación es la cercanía con el centro de Medellín, en especial del sector conocido como “el hueco”¹, el cual reúne la mayor concentración de tiendas distribuidoras de productos cosméticos y de aseo de la ciudad, lo cual permitirá responder a los clientes en un menor tiempo y disminuir el flete “bodega almacenamiento-cliente”. Se debe tener en cuenta que en esta zona no es común encontrar “antiguas viviendas adecuadas como bodegas”, sino como tales bodegas industriales de un tamaño superior.

La segunda propuesta de ubicación está en el sector sur de la ciudad (Itagüí-Sabaneta-La Estrella). El periódico el mundo menciona “El sur ha sido tradicionalmente la zona industrial del Valle de Aburrá Luego de que Medellín se dedicó a sacar las empresas de manufactura, las plantas industriales o de manufactura se ubicaron en el Aburrá Sur”¹. En este mismo artículo se dice “El sur del Valle de Aburrá ha sido una zona con un fuerte sector industrial. Según cifras de la Cámara de Comercio del Aburrá Sur, esta zona del departamento cuenta con aproximadamente 30.000 unidades económicas, de ellas 9.000 son sociedades y 21.000 personas naturales (comerciantes). Un 88% del total representan las microempresas, 8,4% las pequeñas empresas, 2,7% las medianas y el 0,9% restante corresponde a grandes compañías” (Gallego Patiño, 2017). La cercanía a gran parte de los proveedores, los servicios públicos con tarifas para zonas industriales y la seguridad propia de los parques industriales de estas zonas, serían las principales ventajas de esta ubicación.

A continuación, se muestran las ubicaciones sugeridas:

¹ El hueco es la zona comercial más importante de la ciudad de Medellín, donde la venta al menudeo de diferentes artículos es la principal actividad económica.



- **Ubicación Actual**
- **Ubicación Zona Centro**
- **Ubicación Zona Sur**

Ilustración 18 Ubicación de Instalaciones

Fuente: Google. (15 de Junio de 2020). Mapa de Medellín, Colombia . Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Medell%C3%ADn,+Antioquia/@6.268678,-75.596392,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e4428ef4e52ddd:0x722fd6c39270ac72!8m2!3d6.2486069!4d-75.5742467>

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se realizó la elección de la mejor ubicación para Utopick según el Proceso de Análisis Jerárquico consignado en el apartado 2.2.1 de la metodología.

El método inicia definiendo unos criterios o variables, los cuales se expusieron en la tabla 34. A partir de estas variables se realiza el análisis por pares, es decir, se comparan cada una de las 3 alternativas de ubicación (Ubicación actual, Ubicación zona centro, Ubicación zona sur) frente a cada una de estas variables de manera biunívoca, es decir, par a par. El procedimiento completo se muestra en el Anexo 1, en este apartado se mostrará la evaluación para la variable “Ubicación del maquilador”.

Haciendo uso de la tabla 1 donde se presentan las calificaciones numéricas para cada planteamiento verbal de la preferencia se desarrolla cada comparación pareada de la siguiente manera:

- **Ubicación Actual:** La ubicación zona sur se encuentra a 1,9 km y 5 minutos de distancia de la ubicación del maquilador. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Centro:** La ubicación zona centro se encuentra a 4,6 km y 10 minutos de distancia de la ubicación del maquilador. (Google Maps, 2020)
- **Zona Sur:** La ubicación zona sur se encuentra a 7 km y 10 minutos de distancia de la ubicación del maquilador. (Google Maps, 2020)

De acuerdo con la información anterior, se presenta la matriz de comparación de la variable “Ubicación del maquilador”:

Tabla 35 Comparación Pareada Variable: Ubicación del Maquilador

Criterio o factor	Ubicación del maquilador		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Alternativas			
Ubicación Actual	1	7	9
Ubicación Zona Centro	1/7	1	1
Ubicación Zona Sur	1/9	1/1	1

Elaboración: Propia

- El valor de 7 indica que se está prefiriendo muy fuertemente a la ubicación actual frente a la ubicación zona centro.
- El valor 9 indica que la ubicación actual es extremadamente preferida frente a la ubicación zona sur.
- El valor de 1 indica que la ubicación zona centro es igualmente preferida frente a la ubicación zona sur.

De igual manera, los valores 1/7, 1/9 y 1/1 corresponden a los inversos, es decir, que la comparación se realiza en los dos sentidos, lo cual explica que la diagonal corresponda a valores de 1, pues refleja la comparación del factor contra el mismo.

Después de haber realizado las comparaciones de todos los factores (Anexo 1), estas matrices son normalizadas, es decir, se divide cada término de la matriz sobre la suma

de sus columnas, y en este caso de obtendría una matriz tal como se presenta en la tabla 36:

Tabla 36 Matriz Normalizada Variable: Ubicación del Maquilador

Criterio o factor	Ubicación del maquilador		
	Guayabal	Exposiciones	Sur
Alternativas			
Guayabal	0,797	0,778	0,818
Exposiciones	0,114	0,111	0,091
Sur	0,089	0,111	0,091

Elaboración: Propia

Con la anterior matriz, se obtiene el vector de prioridad del criterio al promediar los valores de las filas:

Tabla 37 Vector de Prioridad Variable: Ubicación del Maquilador

Vector de prioridad
0,798
0,105
0,097

Elaboración: Propia

Este procedimiento de repite para todos los criterios y también se realiza para comparar los criterios entre sí:

Tabla 38 Matriz de Comparación de Criterios

Criterio o factor	Comparación de criterios					
	Ubicación de los clientes	Costos de la instalación	Ubicación del maquilador	Vías de acceso	Ubicación de proveedores	Seguridad
Ubicación de los clientes	1	3	1	5	7	3
Costos de la instalación	0,33	1	5	7	7	5
Ubicación del maquilador	1,00	0,20	1	7	7	3
Vías de acceso	0,20	0,14	0,14	1	1	7
Ubicación de proveedores	0,14	0,14	0,14	1,00	1	1
Seguridad	0,33	0,20	0,33	0,14	1,00	1

Elaboración: Propia.

Tabla 39 Matriz Normalizada de la Comparación de Criterios.

Criterio o factor	Comparación de criterios					
	Ubicación de los clientes	Costos de la instalación	Ubicación del maquilador	Vías de acceso	Ubicación de proveedores	Seguridad
Ubicación de los clientes	0,33	0,64	0,13	0,24	0,29	0,15
Costos de la instalación	0,11	0,21	0,66	0,33	0,29	0,25
Ubicación del maquilador	0,33	0,04	0,13	0,33	0,29	0,15
Vías de acceso	0,07	0,03	0,02	0,05	0,04	0,35
Ubicación de proveedores	0,05	0,03	0,02	0,05	0,04	0,05
Seguridad	0,11	0,04	0,04	0,01	0,04	0,05

Elaboración: Propia

Tabla 40 Vector Prioridad de la Comparación de Criterios.

Vector de prioridad
0,30
0,31
0,21
0,09
0,04
0,05

Elaboración: Propia

Con cada vector de prioridad obtenido para los criterios, se conforma una matriz de prioridad la cual se multiplica matricialmente con el vector de prioridad obtenido al realizar la comparación entre los criterios. El resultado, es un vector denominado vector de prioridad de las alternativas, el cual se constituye en la solución del problema, al

presentar cada una de las alternativas y un porcentaje de preferencia para cada una de ellas:

Tabla 41 Alternativas Ubicación Utopick

Ubicación	Prioridades
Ubicación Actual – Guayabal	48,38%
Exposiciones	33,97%
Sur	17,65%

Elaboración: Propia

Según lo anterior, la principal opción es la ubicación actual con un 48,38%, la segunda opción es la ubicación en Exposiciones con un 33,97% y la tercera opción es la ubicación en el Sur con un 17,65%.

Al comprobar la consistencia según el numeral 6 del apartado 2.2.1 de la metodología, se observa que todos los coeficientes de consistencia son menores que 0,1 por lo tanto, se pueden tomar como confiables y consistentes los resultados presentados en la Tabla 41. Los cálculos para comprobar la consistencia se encuentran en el Anexo 1.

Tabla 42 Coeficiente de Consistencia para Ubicación de Utopick

Alternativa	Coeficiente de consistencia
Ubicación de los clientes	0,071
Costos de la instalación	0,070
Ubicación del maquilador	0,006
Vías de acceso	0,025
Ubicación de proveedores	0,006
Seguridad	0,071

Elaboración: Propia

5.3. ESTRATEGIA DE SERVICIO AL CLIENTE

Según Blanding (1974), el servicio al cliente se puede definir como “la cadena de actividades orientadas a la satisfacción de las ventas, que en general inician con el ingreso del pedido y finalizan con la entrega del producto a los clientes, continuando en algunos casos como servicio o mantenimiento de equipo, u otros como soporte técnico”. (Blanding , 1974)

Por otro lado, Doctker (2000) tiene como concepto de servicio al cliente “el proceso integral de cumplir con el pedido de un cliente. Este proceso incluye la recepción del pedido, administración del pago, recolección y empaçado de los productos, envío del paquete, entrega de este, y proporcionar el servicio al cliente para el usuario final, así como el manejo de posible devolución de los productos”. (Doctker, 2000)

Se exponen a continuación los elementos del servicio al cliente más relevantes según Ballou (Ballou, 2004):

Tabla 43 Elementos de Servicio al Cliente

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Elementos de pretransacción	Establecen un ambiente adecuado para un buen servicio al cliente. Algunos de estos elementos son; política de servicio al cliente, tiempo establecido de entrega de un pedido, procedimiento para manejar devoluciones y ordenes atrasadas, establecimiento de planes de contingencia, creación de estructuras organizacionales, etc.
Elementos de transacción	Son aquellos que dan por resultado directo la entrega del producto al cliente. Algunos de estos elementos son: Establecimiento de los niveles de inventarios, formas de transporte, implantación de procedimientos para el procesamiento de pedidos, etc.
Elementos de postransacción	Representan el conjunto de servicios necesarios para mantener el producto en el campo. Algunos elementos: proteger a los clientes de los productos defectuosos, proporcionar la devolución de empaques, manejar reclamaciones y quejas.

Elaboración: Propia A partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.

Los siguientes elementos de servicio logístico al cliente se consideran como los más importantes:

- Entrega a tiempo
- Rapidez de atención a un pedido
- Condición del producto
- Documentación precisa.

5.3.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Un producto está compuesto de una parte física y de una parte intangible, que juntas conforman lo que se llama la oferta total del producto de una empresa. La porción física de la oferta del producto se compone de características como peso, volumen y forma, así como peculiaridades, desempeño y durabilidad. La parte intangible de la oferta del producto puede ser un apoyo después de la venta, la reputación de la compañía, etc.

Dependiendo de quien vaya a usar el producto, el diseño del sistema logístico deberá reflejar los diferentes patrones de uso. Las clasificaciones claras de productos son valiosas para sugerir la estrategia de la logística, y en muchos casos para comprender por qué los productos se suministran y se distribuyen de la manera en la que se hace.

Tabla 44 Clasificación y Características de los Productos

TIPO DE PRODUCTO	¿QUE SON?	EJEMPLOS	LOGÍSTICA Y SERVICIO AL CLIENTE
Productos de conveniencia	Son bienes y servicios que se compran frecuente e inmediatamente y con poca compra comparativa.	Servicios de bancos, artículos de tabaco, productos alimenticios.	Requieren una amplia distribución en plazas o mercados, por lo cuales los costos de distribución son altos, pero justificados. Los niveles de servicio al cliente son altos en términos de disponibilidad y accesibilidad al producto.
Productos de selección	Son productos que son comparados, en términos de precios, calidad y desempeño.	Ropa, automóviles, muebles para el hogar y cuidado médico.	Un proveedor individual puede almacenar bienes en solo unos cuantos puntos de venta en un área determinada de mercado. Los costos no son tan altos y la distribución no necesita ser muy alta.
Productos especializados	Son productos que los compradores están dispuestos a hacer un esfuerzo sustancial y a esperar algún tiempo para adquirirlos.	Comida gourmet, automóviles bajo pedido, servicios como consultoría administrativa.	La distribución esta centralizada, el nivel de servicio al cliente no son alto y los costos de distribución pueden ser los mas bajos d categoría.

Elaboración: Propia. A partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.

Características del producto:

- **Relación Peso-Volumen:** Los costos de transporte y almacenamiento están directamente relacionados con ellos. Por ejemplo, los productos densos, es decir, los que tienen una alta relación peso-volumen, muestran una buena utilización del equipo de transporte y de las instalaciones de almacenamiento, con los costos de ambos con tendencia a ser bajos. Para productos con baja densidad, la capacidad de volumen del equipo de transporte estará totalmente saturada antes de que se alcance el límite de peso que pueda transportar, por lo tanto, los costos de manejo y de espacio, tienden a ser altos en relación con el precio de venta del producto.
- **Relación Valor-Peso:** El valor en dólares del producto que se mueve y almacena es importante para los costos de almacenamiento en cuanto a que estos costos son particularmente sensibles a este. Los productos que tienen bajas relaciones valor peso (Como por ejemplo algunos minerales o materiales como la arena) también tienen bajos costos de almacenamientos, pero altos costos de movimiento como porcentaje de su precio de venta. Los productos con alta relación valor-peso muestran un patrón opuesto, con costos más altos de almacenamiento y más bajos de transporte. Las empresas que tratan con productos de baja relación valor-peso, frecuentemente intentan negociar tarifas de transporte más favorables. Si el producto tiene alta relación valor-peso, una reacción típica es minimizar la cantidad de inventario mantenido.
- **Sustituibilidad:** La sustituibilidad es cuando los clientes encuentran poca o ninguna diferencia entre el producto de una empresa y los de los proveedores de la competencia. Aquí el cliente está muy dispuesto a tomar una marca de segunda opción cuando la primera no está disponible de inmediato. Logísticamente se debe tener una posición importante para controlar el impacto de la sustituibilidad del producto en beneficio de la empresa, ya que al planear la distribución de los productos con grados de sustituibilidad que varían. La sustituibilidad puede verse en términos de ventas perdidas, y ahí es donde la logística puede abordar esto en términos de opciones de transporte de almacenamiento o ambas.
- **Características de riesgo:** Características como productos perecederos, explosivos, el valor, la tendencia a explotar y la facilidad de ser robados, se deben tener en cuenta en el diseño de la distribución dando cabida a restricciones o condiciones especiales de almacenamiento.

5.3.2. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

Según Escudero (2014), "El ciclo de vida de un producto es el tiempo que el producto está en el mercado; comienza cuando se fabrica por primera vez y se prolonga hasta que, por falta de demanda, se deja de vender y, como consecuencia, de fabricar". (Escudero Serrano, 2014)

Las cuatro etapas del ciclo de vida de un producto se mencionan a continuación (Escudero Serrano, 2014):

- **Introducción:** Inicia cuando el producto es lanzado al mercado. Esta fase es de lento crecimiento y se deben soportar altos gastos de inversión inicialmente.
- **Crecimiento:** El producto comienza a generar beneficios y a aumentar rápidamente las ventas.
- **Madurez:** Es normalmente la fase más larga, y es cuando el producto ha alcanzado su nivel máximo. Las ventas son constantes y se estabiliza la demanda.
- **Decadencia:** La demanda disminuye, ya sea porque han aparecido productos sustitutos o cambios tecnológicos. Se reduce la producción y a futuro el fabricante deja de producir.

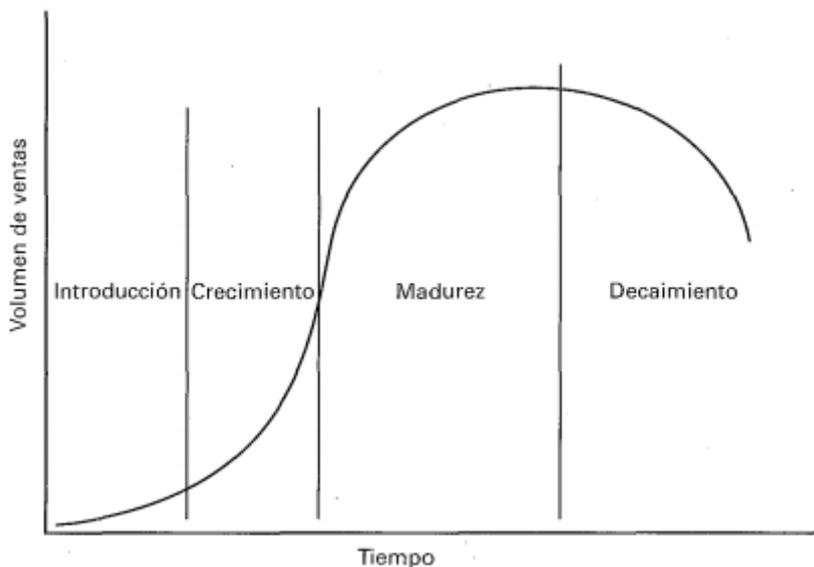


Ilustración 19 Ciclo de Vida de un Producto

Fuente: Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación

5.3.3. EMBALAJE DEL PRODUCTO

El empaque o embalaje del producto es una dimensión particularmente importante del producto para la planeación logística, ya que este es la base para planear toda la operación.

Algunas razones para incurrir en el gasto de embalaje son las siguientes:

- Facilitar el almacenamiento y el manejo
- Promover una mejor utilización del equipo de transporte
- Brindar protección al producto
- Promover la venta del producto
- Cambiar la densidad del producto
- Facilitar el uso del producto
- Proporcionar valor de reutilización para el cliente.

5.3.4. PROCESAMIENTO DE PEDIDOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El procesamiento de pedidos se basa en una serie de actividades, las cuales garantizan que el pedido sea entregado en las condiciones solicitadas en el menor tiempo posible, a continuación, se presentan las principales actividades para tener en cuenta en el procesamiento de pedidos (Ballou, 2004):

Tabla 45 Actividades para el Procesamiento de Pedidos

ACTIVIDAD	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
PREPARACIÓN DEL PEDIDO	Incluye la recopilación de la información necesaria sobre los productos, así como la requisición formal. Puede incluir; diligenciamiento de formulario de pedido, determinar la disponibilidad de existencias, seleccionar en un menú de página web, etc.
TRANSMISIÓN DEL PEDIDO	Se basa en transferir la solicitud del pedido desde un punto de origen hasta el lugar donde pueda manejarse su entrada. Se realiza de dos maneras fundamentales: manual y electrónica.
ENTRADA DEL PEDIDO	Incluye la comprobación de la precisión de la información del pedido (Cantidad, precio, etc.), comprobación de la disponibilidad, preparación de la documentación, comprobación del estado de crédito de los clientes y facturación.
SURTIDO DEL PEDIDO	Incluye la adquisición de los artículos, el empaque para envío, la programación para la entrega y la preparación de la documentación. Estas actividades se hacen paralelamente con las de la entrada del pedido.
INFORME SOBRE EL ESTADO DEL PEDIDO	Asegura que se suministre un buen servicio al cliente, manteniendo informado de cualquier retraso. Incluye; rastreo y localización, y por último comunicación con los clientes.

Elaboración: Propia. A partir de la información tomada de Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación .

5.3.5. TIEMPO DE CICLO DEL PEDIDO.

Según Ballou (2004), el tiempo de ciclo de pedido puede definirse como “El tiempo transcurrido entre el momento en que se levanta un pedido de cliente, una orden de compra o una solicitud de servicio y el momento en que el producto o servicio es recibido por el cliente”. Se muestran a continuación las etapas del tiempo total del ciclo del pedido:

Tabla 46 Tiempo de Ciclo del Pedido

TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL PEDIDO			
Transmisión del pedido	Procesamiento y ensamblado del pedido	Tiempo de adquisición de inventario adicional	Tiempo de entrega
Consolidación del pedido Transmisión de los pedidos al almacén	Preparación del conocimiento de embarque. Autorización de crédito Ensamblado del pedido en el almacén.	Si se agotó el inventario, el tiempo adicional para adquirirlo de la planta	Tiempo de entrega desde el almacén. Tiempo de envío desde la planta. Procesamiento del envío al cliente.

Elaboración: Propia. A partir de la información tomada de *Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.*

Sería muy difícil que el total de pedidos se despacharan con el mismo tiempo de ciclo de pedido, ya que los sistemas presentan diferentes patrones lo cual distorsionan las políticas regulares. Se presentan a continuación tres de los factores que pueden afectar la entrega de pedidos en el ciclo de pedido estipulado:

Tabla 47 Ajustes al Tiempo de Ciclo del Pedido

AJUSTES AL TIEMPO DEL CICLO DEL PEDIDO	
Prioridades del procesamiento de pedidos	El tiempo de ciclo de pedido para un cliente en particular puede variar en gran medida respecto al tiempo estándar de la compañía. Puede ser necesario diferenciar de un cliente con respecto a otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes.
Estándares de la condición del pedido	El tiempo normal de ciclo de pedido puede variar si los productos ordenados llegan en mal estado o inservibles. Los procedimientos para atender estas novedades, tales como devoluciones y reemplazo de los productos establecerán cuanto tiempo se incrementará el tiempo del ciclo del pedido por encima del promedio.
Restricciones del pedido	Se debe tener en cuenta que las compañías tienen programas preestablecidos para que las formas de pedido se adapten a estos programas, como por ejemplo los tamaños de pedido mínimo. Consolidar entregas con un mínimo de producto permite que se obtengan importantes economías en la distribución del producto.

Elaboración: Propia. A partir de la información tomada de *Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.*

5.3.6. SERVICIO AL CLIENTE PARA UTOPICK

Actualmente Utopick no cuenta con una política definida de servicio al cliente. Su proceso de venta se hace de manera informal, ya sea por una llamada o chat. Cabe anotar que actualmente no cuentan con un registro de sus ventas, razón por la cual no se hace ningún tipo de trazabilidad.

La relación peso-volumen de los productos de Utopick es alta, ya que son envases pequeños que se pueden transportar incluso en vehículos como motos, debidamente empacados, ya que por ser un producto fabricado a base de solventes puede correr el riesgo de derrames y presentar accidentes por ser inflamables. En cuanto a la relación valor-peso, se puede decir que es alta, ya que cuenta con costos más altos de almacenamiento que de transporte. Para Utopick el removedor de esmalte es su producto más representativo, este hace el 80% de las ventas (Tabla 12). El removedor todavía se encuentra en una fase de crecimiento, mientras que el cleanser y el sanitizer se encuentran en una fase de introducción.

De acuerdo con la propuesta de transporte y ubicación, la propuesta para la política de servicio al cliente es la siguiente:

Tabla 48 Política de Servicio al Cliente para Utopick

POLITICA DE SERVICIO AL CLIENTE	
CIUDAD	PROMESA DE ENTREGA
Medellín y área metropolitana	Para pedidos hechos de 7:00 am a 11:00 am , la promesa de entrega es para el mismo día en las horas de la tarde .
	Para pedidos hechos de 11:00 am a 4:00 pm , la promesa de entrega es para el día siguiente en las horas de la mañana.
Otras ciudades	Para pedidos hechos fuera de Medellín la promesa de entrega es de 2 días. Los pedidos se despachan por transportadora al día siguiente del día de la solicitud.

Fuente: Elaboración propia.

Según información suministrada por la gerencia de Utopick, actualmente manejan dos líneas telefónicas. Utopick sustenta que las líneas deben ser dos, ya que en una de ellas se gestionan en su mayoría pedidos que se hacen vía WhatsApp y redes sociales, y en el otro se reciben pedidos en su mayoría vía llamada telefónica. El flujo de mensajes es de aproximadamente 10 mensajes/hora y 3 llamadas telefónicas/hora.

De acuerdo con la política de servicio al cliente, el tiempo total del ciclo de pedido se subdivide en 4 categorías, a continuación, se detalla cada una de ellas:

Tabla 49 Tiempo Total del Ciclo de Pedido para Utopick

TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL PEDIDO			
Transmisión del pedido	Procesamiento y ensamblado del pedido	Tiempo de adquisición de inventario adicional	Tiempo de entrega
Se deben tener disponibles 2 líneas telefónicas para atender los pedidos tanto vía redes sociales y whatsapp como vía llamada telefónica. Como hora máxima para pasar pedidos al área de despachos, será de 11:30 am.	En este tiempo se prepararán los despachos y se programará la ruta de entrega. Se le dará prioridad a la zona que más volumen tenga. Adicional en este tiempo se debe preparar toda la documentación y facturación.	Utopick no cuenta con tiempo de adquisición de inventario adicional, sus inventarios están diseñados para contar con el producto siempre y que no haya quiebre.	El tiempo de entrega desde que sale el producto de la bodega de Utopick, hasta que se entrega al cliente puede ser entre 1,5 y 2 horas tanto para “hora valle” como “hora pico”.
Tiempo aproximado: 30 minutos	Tiempo aproximado: 2 horas	Tiempo aproximado: 0 horas	Tiempo aproximado: 1-2 horas

Fuente: Elaboración propia.

Para un mejor funcionamiento integral de la compañía se debería implementar un sistema de información tipo ERP (Enterprise Resource Planning o Sistema de planificación de recursos empresariales), donde se pueda integrar todo tipo de información como actividades contables, financieras, gestión comercial, control de inventarios, etc. Herramientas tipo Sage 200cloud, Cloud Gestion, a3ERP, Holded, Horus, etc., funcionarían muy bien para poder dar un buen servicio al cliente. (Softwarepara.net, s.f.) Se debe también generar una codificación interna de cada uno de los productos, lo cual servirá para identificación de lotes, determinar una estrategia de rotación y facilitar la lectura de información en el procesamiento de pedido. Información como; tipo de cliente, tipo de servicio pre y post venta, historial de venta por cliente, horarios de entrega, métodos de pago, persona encargada de hacer las compras, etc., serían de gran utilidad poder sacar estadísticas que mejoren el desempeño logístico y operacional de Utopick, lo cual se puede lograría con un sistema tipo ERP o en su defecto con un sistema de almacenamiento de información tipo Excel o Access.

6. GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CADENA DE SUMINSITRO

Se presenta a continuación la guía de implementación de la cadena de suministro para Utopick:

Tabla 50 Guía de Implementación de la Cadena de Suministro para Utopick

GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO PARA UTOPICK

1. Para los próximos 2 años se debe seguir con el proceso de maquila, después de este periodo se puede evaluar la factibilidad de la producción propia, incluyendo además de las implicaciones operativas, un estudio financiero que ayude a evaluar el impacto económico y la recuperación de la inversión.
2. Para los próximos 2 años y medio, el pronóstico estará basado en las estimaciones de crecimiento del sector, los cuales se presentan a continuación:

PRONÓSTICO DE DEMANDA UTOPICK AÑO 2020-2021-2022.			
MES	VENTA UNIDADES		
	2020	2021	2022
Enero	4231	2500	2528
Febrero	3966	2503	2530
Marzo	3451	2505	2533
Abril	863	2507	2535
Mayo	1622	2510	2537
Junio	2485	2512	2539
Julio	2487	2514	2542
Agosto	2489	2516	2544
Septiembre	2491	2519	2546
Octubre	2494	2521	2549
Noviembre	2496	2523	2551
Diciembre	2498	2526	2553
Total venta unidades anuales	31572	30156	30488

Datos proporcionados por Utopick

No será posible realizar un pronóstico por medio de métodos matemáticos por que no se cuentan con suficientes datos históricos, y por la incertidumbre en el comportamiento del mercado dado el panorama mundial de Covid-19. Después del periodo de 3 Años se deberá implementar un método de proyección histórica, estudiando si hay una estacionalidad en el comportamiento de las ventas. La información histórica sumado a herramientas estadísticas y modelos matemáticos podría ajustarse para periodos de menos de 6 meses.

El pedido de unidades al maquilador por los próximos 2 años y medio deberá ser de 5.000 unidades lo cual soportará las ventas de aproximadamente 2 meses Cuando el inventario reporta existencias cercanas a las 1.000 unidades entre los 3 productos, nuevamente se envía una orden de producción al maquilador, para que responda nuevamente con la entrega de 5000 unidades.

Se recomienda, por lo menos cada seis meses revisar el comportamiento de la demanda debido a que la empresa se encuentra en fase de crecimiento, verificando si la política de compras responde a las unidades vendidas, en caso que la demanda crezca a un mayor ritmo, la política de compras tendrá que incrementarse, ajustándose con el fin de dar respuesta al mercado.

La empresa deberá mantener un stock de seguridad de aproximadamente 1.000 unidades, esto protege a la empresa de retrasos o inconvenientes por parte del proveedor, se recomienda calcular el espacio que ocupa este inventario, con el fin de verificar visualmente la existencia de dicho stock, debido a la falta de un sistema de información.

3. El espacio cúbico requerido para el almacenamiento es el siguiente:

Espacio Volumétrico requerido para el almacenamiento de producto terminado:

	VOLÚMEN (m ³)	NÚMERO DE CANASTAS	ESPACIO CÚBICO ALMACENAMIENT O CANASTAS (m ³)
CANASTAS GRANDES	0,08	19	1,52
CANASTAS PEQUEÑAS	0,06	54	3,27
		VOLUMEN TOTAL REQUERIDO PARA ALMACENAMIENTO (m³)	4,78

Área requerida para el Almacenamiento de Producto Terminado:

TIPO DE ESPACIO	ÁREA (m ²)
ALMACENAMIENTO BRUTO	2,88
PASILLOS	26,4
ÁREA TOTAL DEL ALMACEN	29,28

El área determinada en el almacén, debido a las especificaciones de pasillos permite que, si la empresa en el período de evaluación incrementa sus ventas por encima de lo proyectado, contará con capacidad de almacenamiento sin requerir hacer ajustes de infraestructura, solamente reorganización entre los arrumes de producto.

Es importante que la empresa determine el espacio físico que ocupan las 1.000 unidades

4. El transporte en Medellín y alrededores se llevará a cabo por medio de un tercero, el cual debe tener disponibilidad permanente para realizar los despachos.
El transporte fuera de Medellín se debe realizar por medio de paquetero, negociando una tarifa con una transportadora que tenga experiencia en el transporte de líquidos y productos cosméticos.

5. Se diseñaron 2 rutas de transporte que responden a las áreas con mayor flujo de pedidos y con los clientes más significativos. La ruta 1 corresponde al área del sur de Medellín, y la ruta 2 corresponde al área del centro-occidente de Medellín.

Como puntos negros se pueden observar los nodos, que corresponden a los clientes más significativo y en líneas de color las rutas diseñadas:

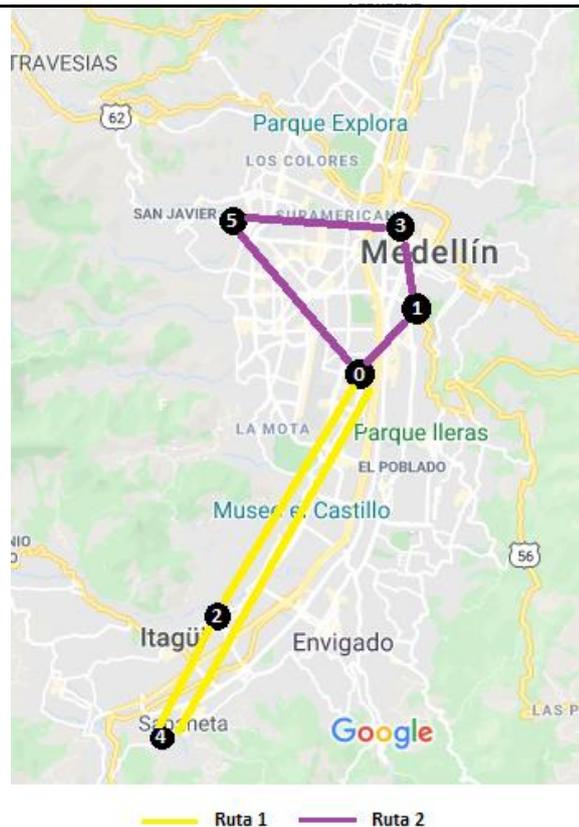


Ilustración 20 Rutas de Transporte para Utopick - Mapa

Los tiempos para llevar a cabo las rutas anteriores se determinaron para una “Hora Valle” y una “Hora Pico”, los cuales deben ser tenidos en cuenta al momento de programar los despachos:

Tiempo total aproximado de duración de ruta		
RUTA	Tiempo ruta Hora Valle (Min)	Tiempo ruta Hora pico (Min)
1	76	90
2	87	103

6. La ubicación actual de la bodega de Utopick en el barrio Guayabal es adecuada. Se evaluaron otras dos ubicaciones alternas, en caso de que a futuro la compañía requiera mover sus instalaciones. El sector Exposiciones sería, después de Guayabal, el sector más indicado para trasladar la bodega, principalmente por la cercanía a los principales clientes. El sector del sur por su cercanía a los proveedores corresponde a una buena alternativa tras la ubicación de Exposiciones.
7. El tiempo de ciclo de pedido para clientes ubicados en Medellín es de 1 día, para clientes fuera de Medellín es de 2 días. Este tiempo de ciclo es considerado un factor diferenciador que ha ayudado a posicionar a la empresa en el mercado, por lo tanto, se recomienda a la empresa cuidar dicho ciclo a pesar de posibles crecimientos inesperados en la demanda.
8. Se recomienda la implementación de un sistema de información tipo ERP o incluso un sistema de almacenamiento de información para poder tener trazabilidad de las ventas, mejorar el servicio al cliente y por último tener indicadores y evaluar la gestión de entrega de pedidos.

Fuente: Elaboración propia.

7. CONCLUSIONES

A partir de unas consideraciones teóricas y generales desde la perspectiva de inventario, transporte y servicio al cliente, se concluye que es posible reproducirlas a un contexto real de mercado para una empresa de cosmética ubicada en la ciudad de Medellín.

Para iniciar la evaluación de los componentes de un sistema logístico es necesario tener claro el tipo de producto/servicio que la empresa ofrece, ya que delimita las particularidades propias para el diseño de dicho sistema.

Para esta empresa se considera conveniente continuar con el modelo de producción de maquila o fabricación de productos a través de terceros por los próximos 3 a 5 años. Después del tercer año será necesario evaluar las proyecciones de ventas y comportamiento de los tiempos de fabricación, así como los costos del producto, evaluando la alternativa de tener una planta de producción propia.

El punto de partida del diseño son los pronósticos. Después de un análisis exhaustivo de los históricos de ventas proporcionados por Utopick, se llegó a la conclusión de que estos datos no eran suficientes para pronosticar la demanda por medio de un método matemático, esto sumado a que estos históricos, no representarán el comportamiento de las ventas para los próximos años, ya que la pandemia que se vive por Covid-19 en el presente año 2020 está cambiando el panorama de ventas y consumo de productos que no son de primera necesidad. De acuerdo con lo anterior, se descartó la posibilidad de modelar por medio de una regresión lineal o algún otro modelo matemático, y la alternativa determinada para pronosticar la demanda fue por medio del crecimiento que espera tener el sector de cosméticos para los siguientes años, del 1,1% anual. Este escenario es conservador respecto a lo que venía experimentando la empresa en sus años anteriores, aun así, no se cuenta con elementos suficientes para predecir que este será superior.

De acuerdo con la relación entre la información teórica y las características específicas de Utopick, las instalaciones deberán tener una bodega de almacenamiento de producto terminado con un área aproximada de 29 m². El volumen requerido para almacenamiento corresponde a 4,7 m³. Sin embargo, el almacenamiento de materia prima y material de empaque debe continuar donde los proveedores y el maquilador, ya que esto trae beneficios en costos de almacenamiento y transporte, y asegura el flujo de material dentro de la cadena de suministros.

Con respecto al transporte, para la empresa Utopick se recomienda hacerse por medio de un tercero, ya sea para entregas que se realizan dentro o por fuera de la ciudad. No es justificable por los próximos tres años la consecución de vehículos propios, esto es muy característico en el sistema de distribución de pequeñas empresas, donde el costo fijo de un sistema propio no compensa el control que se puede llegar a alcanzarse en este proceso. Se analizaron también las posibles rutas que se pueden tener, partiendo de que las entregas se harán en determinadas zonas de la ciudad, donde se concentran la mayor cantidad de clientes. Como resultado del análisis de rutas y tiempos, se encontró que son dos las rutas más convenientes, una de ellas se llevará en la zona sur de la ciudad, y la otra en la zona centro-occidente. Bajo las mismas suposiciones para diseñar las rutas, se encontró que en un caso extremo en el que la demanda aumente

súbitamente, es posible realizar cuatro rutas. El tiempo aproximado de cada ruta tanto en una “hora valle” como en una “hora pico” se estima que no será superior a dos horas.

La ubicación de la sede y bodega de Utopick se analizó de acuerdo con las variables; ubicación de los clientes, costos de instalación, ubicación del maquilador, ubicación de los proveedores, vías de acceso y seguridad. Según el análisis realizado de acuerdo con la metodología AHP a tres alternativas propuestas, se concluye que la ubicación actual en el barrio Guayabal es la mejor opción de ubicación para los próximos 3 años. Las otras ubicaciones propuestas fueron el sector exposiciones y el sector sur.

Se pudo determinar el tiempo de ciclo de pedido que asegure un servicio al cliente para la empresa Utopick, ayudando a la competitividad de la empresa. Así se determina que en Medellín debe ser de 1 día, y para otras ciudades de 2 días.

Se confirma la importancia de un sistema de información como apoyo a la cadena de suministros y a la gestión del sistema logístico, ya que permite hacer trazabilidad a las ventas, así como a la gestión específica de cada cliente, asegurando al servicio al cliente y a futuro tener estadísticas que mejoren la gestión de la compañía.

Se concluye que es posible diseñar el sistema logístico de una empresa de cosméticos en la ciudad de Medellín, a partir de los factores claves de operación, independiente del tamaño de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Hernández, R. J. (2017). Propuesta de solución al problema de ruteo de vehículos en el operador logístico Opperar S.A. para el transporte de distribución de productos alimenticios secos del Grupo Nutresa S.A. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas .
- Analitik, V. (6 de Julio de 2020). Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2020/04/03/fitch-pib-de-colombia-no-volvera-a-crecer-al-3-en-los-prximos-aos/>
- Anaya Tejero, J. J. (2015). *El Transporte de Mercancías. Enfoque logístico de distribucion*. Madrid: ESIC Editorial.
- ANDI. (2015). Informe de sostenibilidad 2015 de industria cosmética y de aseo. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- ANDI. (27 de Mayo de 2016). Evaluación y reformulación estratégica del Plan de Negocios del sector cosméticos y Aseo. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Arango Palacio, I. C., & Zuluaga Mazo, A. (2014). Modelo de gestión para el suministro de materiales e insumos basado en la demanda . *Ing. USBMed*, 62-79.
- Arguello Manrique, S. (Mayo de 2004). Planeación Operativa de la cadena de suministros en una empresa de cosméticos. Ciudad de México, México: Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas.
- Arias Galindo , Y. E. (2020). Estragos socioeconómicos de un pensamiento filosófico de salud pública por el Covid-19. Popayán , Cauca, Colombia : Universidad del Cauca .
- Ascencio Laguna, J. A., Bustos Rosales, A., Jiménez Sánchez, J. E., Balbuena Cruz, J. A., & Zamora Domínguez , A. R. (2018). Asistente Automático para diseño de rutas de distribución. Sanfandila, Querétaro, México : Secretaría de comunicaciones y transportes. Instituto Mexicano de transporte.
- Asimakopoulos, S., & Dix, A. (2013). Forecasting support systems technologies in practice: A model of adoption and use for product forecasting. *International Journal of forecasting*, 29, 322-336.
- Autónomos y Pymes. (10 de Marzo de 2016). *¿Qué son las empresas PYME? ¿Qué significa PYME?* . Obtenido de Tus Facturas Online: <https://tusfacturasonline.com/que-son-empresas-pyme-significado-pyme-tipos/>
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación .
- Bárcena, A. (3 de Abril de 2020). Coyuntura, escenarios y proyecciones hacia 2030 ante la presente crisis de Covid-19. Observatorio COVID-19 en América Latina y el caribe .
- Blanding , W. (1974). 11 Hiden costs of customer service management . Washington, DC. : Marketing Publications .
- Boone, T., & Boylan , J. (2019). Perspectives on sypply chain forecasting . *International journal of forecasting*, 121-127.

- Caballero Ferrari, F. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de Materia prima: <https://economipedia.com/definiciones/materia-prima.html>
- Cadena Lozano, J. B. (2016). *Gestión del pronóstico estratégico: una herramienta de planificación en las empresas*. Bogotá : Editorial CESA .
- Caraballo Payares, A. M. (s.f.). *Tasas Equivalentes*. Obtenido de aprendeenlinea.udea.edu.co
- Carreño Ariza, J., & Garcés Pérez, J. (2015). Diseño del modelo de operación logístico del centro de distribución del Laboratorio Siegfried S.A.S para evaluar y recomendar la conveniencia de manejarlo directamente o tercerizarlo . Bogotá , Cundinamarca, Colombia .
- Castells, M. (1997). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura (Vol I: La sociedad red)*. Madrid: Alianza Editorial .
- Castro Figueroa, A. M. (Mayo de 2009). Aproximación al proceso de internacionalización de las empresas: el caso colombiano. Bogotá , Cundinamarca, Colombia: Centro de Estudios Empresariales para la Perdurabilidad - CEEP - Universidad del Rosario.
- Chase , R. B., Jacobs, R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros (12 Edición). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Chase, C. (2016). *Next generation demand management: people, process, analytics and technology*. . Hoboken, NJ: Wiley.
- Chopra , S., & Meindl, P. (2013). *Supply chain management: strategy, planning and operation*. Upper Saddle River N.J.: Pearson.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la Cadena de Suministro . Ciudad de México, México: Pearson Educación de México.
- Cidell, J. (2010). Concentration and decentralization: the new geography of freight distribution in US metropolitan areas. *Journal of transport Geography* 18, 363-371.
- Ciencuadras . (Junio de 2020). Obtenido de <https://www.ciencuadras.com/>
- Cómo Funciona Hoy . (s.f.). *¿Qué es y cómo funciona Waze?* Obtenido de <https://comofuncionahoy.com/waze/>
- Conde, C., Cabrera, D., & Tibaquirá, P. (18 de Septiembre de 2015). *Universidad Externado de Colombia* . Obtenido de Aspectos Claves del Registro Sanitario en Colombia: <https://propintel.uexternado.edu.co/aspectos-claves-del-registro-sanitario-en-colombia/>
- Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá . (Mayo de 2008). Instructivo Almacenamiento . Bogota, Cundinamarca, Colombia .
- DANE. (2015). Encuesta Anual Manufacturera - EAM.
- David, A. (2003). *Agile Management for Software Engineering: Applying the Theory of Constraints for Business Results*. Prentice Hall.
- Diez, M., Mula, J., & Campuzano-Bolarin, F. (2014). Improvement of a distribution network of a direct sale cosmetic supply chain. *International Journal of Simulation Modelling* , 16-29.

- Doctker, J. (2000). "Basics of fulfillment", proceedings of the council of logistics management .
New Orleans, LA: Council of logistics management .
- Escudero Serrano, M. J. (2014). *Logística de almacenamiento*. Madrid : Ediciones Paraninfo SA.
- Euromonitor International . (Julio de 2020). *Colour Cosmetics in Colombia*. Obtenido de
Country Report : [https://www-portal-euromonitor-
com.consultaremota.upb.edu.co/portal/analysis/tab](https://www-portal-euromonitor-com.consultaremota.upb.edu.co/portal/analysis/tab)
- Euromonitor International. (14 de Julio de 2020). Obtenido de PASSPORT:
<https://www.euromonitor.com/es-passport>
- European Commission. (2015). Glossary and acronyms related to cosmetic legislation.
- Evaluando Software.com. (24 de Marzo de 2020). *Los sistemas logísticos de la cadena de suministro*. Obtenido de <https://www.evaluandosoftware.com/los-sistemas-logisticos-la-cadena-suministro/#:~:text=Los%20sistemas%20log%C3%ADsticos%20son%20una,cliente%20y%20los%20requerimientos%20legales>.
- Everett , A., & Ronald, E. (s.f.). Administración de la producción y las operaciones. Cuarta edición. University of Missouri Columbia.
- Fajardo, S., Salazar , A., Jaramillo , C., Arango, A. M., & Giraldo, C. A. (s.f.). Plan estratégico de desarrollo Comuna 15 - Guayabal. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Felipe Valdés, P., & Guerra Valverde, Y. (25 de Octubre de 2014). Sistemas y Modelos de Inventarios.
- Forigua Quicasán, C. E. (2012). FORMULACIÓN DE PLAN DE EMPRESA DE LA INDUSTRIA DE COSMETICA Y ASEO . Bogotá, Colombia: Universidad EAN.
- Gallego Patiño, A. F. (28 de Mayo de 2017). Aburrá Sur aporta el 12% al PIB departamental. *El Mundo.com*.
- Garcés Ramírez, C. D. (2010). Modelo de entregas directas para la reducción de costos logísticos de distribución en empresas de consumo masivo aplicación en una empresa piloto de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia : Universidad Nacional de Colombia .
- García, I. (13 de Diciembre de 2017). *Definición de Inventario*. Obtenido de Economía Simple.net: <https://www.economiasimple.net/glosario/inventario>
- gestion.org. (s.f.). *¿Qué son las pymes?* Obtenido de <https://www.gestion.org/que-son-las-pymes/>
- Glasmeier, A., & Kibler, J. (1996). Power shift: the rising control of distributors and retailers in the supply chain for manufactured goods. *Urban Geography* 17 (8), 740-757.
- Gomez Rodriguez , D. A. (2016). Optimización del sistema de abastecimiento en una planta de productos galénicos y cosméticos. Arequipa, Perú: Universidad Católica San Pablo.
- González, L. (30 de Noviembre de 2018). *Ligdi González*. Obtenido de <https://ligdigonzalez.com/algoritmo-regresion-lineal-simple-machine-learning/>
- Google. (11 de Diciembre de 2019). *Mapa de Medellín, Colombia* . Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Medell%C3%ADn,+Antioquia/@6.268678,->

75.596392,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e4428ef4e52dddb:0x722fd6c39270ac72!8m2!3d6.2486069!4d-75.5742467

Google Maps. (2020). Obtenido de <https://www.google.com/maps/@15,-2.970703,3z?hl=es>

Grañel, M. (13 de Mayo de 2020). *Rankia*. Obtenido de ¿Cómo calcular el valor presente neto?: <https://www.rankia.cl/blog/analisis-ipsa/3892041-como-calcular-valor-presente-neto-ejemplos>

Grupo ACMS Consultores. (s.f.). Obtenido de <https://www.grupoacms.com/consultora/definicion-de-cosmetico>

Guizado Jara, C. A. (2013). EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA COSMÉTICA. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería .

Ibáñez Manzano, L. M. (2012). Diagnóstico del nivel de desempeño en la cadena de abastecimiento en dos empresas del sector de cosméticos en el Valle del Cauca Belleza Express S.A., Reckitt Beckinser. Cali, Valle del Cauca, Colombia.

INDUMIL. (s.f.). Obtenido de <https://www.indumil.gov.co/>

Instituto Nacional del Cáncer . (s.f.). *COVID-19*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/covid-19>

INVIMA. (s.f.). *INVIMA*. Obtenido de <https://www.invima.gov.co/quienes-somos>

Jiménez Castillo, J. (2015). *Cubicaje y su efecto económico en el costo logístico del transporte y competitividad empresarial*. Querétaro: Instituto Mexicano del transporte.

Lapide, L. (2004). Sales and operation planning Part II: Enabling Technology. *The Journal of business forecasting*, 18-20.

Lee J. Krajewski, L. P. (2000). *Administración de operaciones : estrategia y análisis*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.

López, J. F. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de Logística del almacenamiento : <https://economipedia.com/definiciones/logistica-de-almacenamiento.html>

Majerčák, P., Klieštík, T., Masárová, G., Buc, D., & Majerčáková, E. (2013). System Approach of Logistic Costs Optimization Solution in Supply Chain. *Naše more*, 95-98.

McKinnon, A. (1983). The development of warehousing in England. *Geoforum* 14 (4), 389-399.

MECALUX. (26 de Agosto de 2019). *¿Qué es SKU? Significado y uso en la bodega*. Obtenido de <https://www.mecalux.com.co/blog/sku-que-es-significado>

Ministerio de Defensa Nacional, Policia Nacional. (2018). DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CRIMINAL E INTERPOL. *HURTO COMERCIO*. Colombia .

Ministerio de protección social. (10 de Noviembre de 2004). Resolución 003774. *Norma Técnica Armonizada de Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética y la Guía de Verificación de Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética*. Bogota, Cundinamarca, Colombia.

- Ministerio de Salud . (s.f.). *Calidad e inocuidad de alimentos*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>
- Orjuela Castro, J. A., Díaz Rios, O. J., & González Pérez, Á. Y. (2016). Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo. *Revista Científica Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*, 84-98.
- Pau I Cos, J. (2001). *Manual de logística integral*. Buenos Aires, Argentina: Díaz de Santos.
- Peiro , U. A. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de Demanda: <https://economipedia.com/definiciones/demanda.html>
- Peiró, R. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de Servicio de atención al cliente: <https://economipedia.com/definiciones/servicio-de-atencion-al-cliente.html>
- Peña Andrés , C. (24 de Julio de 2017). *Planificación de Ventas y Operaciones (S&OP)*. Obtenido de <https://cristinapenaandres.com/planificacion-ventas-operaciones-sop/#:~:text=El%20S%26OP%2C%20acr%C3%B3nimo%20de%20Sales,%2C%20dise%C3%B1o%2C%20operaciones%20y%20finanzas>.
- Plossl, G. W., & Welch, W. E. (1979). *The role of top management in the control of inventories*. . Reston, VA: Reston Publishing Company.
- Portafolio. (28 de Septiembre de 2009). *Impuesto de industria y comercio en una maquila*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/impuesto-industria-comercio-maquila-318568>
- Procolombia* . (15 de Mayo de 2020). Obtenido de <https://procolombia.co/noticias/covid-19/el-crecimiento-del-sector-de-aseo-y-cosmeticos-en-colombia-continua>
- Real Academia Española . (s.f.). *RAE* . Obtenido de <https://dle.rae.es/solvente>
- Redacción Hipodec. (10 de Octubre de 2018). *¿Que es un pronóstico de ventas?* Obtenido de Universidad Panamericana: <https://hipodec.up.edu.mx/blog/que-es-pronostico-ventas>
- Redacción MOTOR, Periódico el Tiempo. (7 de Noviembre de 2013). Cesvi entrega datos clave para llevar con seguridad algo de 'carga' en las motocicletas. Bogotá , Cundinamarca, Bogotá : Periódico El Tiempo.
- Restrepo, M. (13 de Noviembre de 2019). *Rankia*. Obtenido de ¿Qué es la TIR y para qué sirve?: <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/3718561-que-tir-para-sirve>
- Rincón Parra, N. S. (2012). Contexto y perspectiva de la red de suministro: Pantas aromáticas en Colombia. *Económicas CUC* , 135-156.
- Rojas, X., & Hazin, L. (Marzo de 2014). Estructura de Gestión basada en el proceso S&OP: Estudio de caso en una industria cosmética Brasileña. *Enfoque UTE*, 1-15.
- Roldán , P. N. (2019). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>
- Sánchez Galán, J. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de Proveedor: <https://economipedia.com/definiciones/proveedor.html>

- Sarache Castro, W. A., & Cardona Alzate, C. A. (2007). *La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial*. Manizales: Gobernación de Caldas, Secretaría de Educación.
- Sevilla, A. (s.f.). *Economipedia*. Obtenido de Producto Interno Bruto (PIB): <https://economipedia.com/definiciones/producto-interior-bruto-pib.html>
- Singh, D., & Verma, A. (2018). Inventory management in supply chain. *Materials Today: Proceedings* 5, 3867-3872.
- Softwarepara.net. (s.f.). *Cómo elegir el mejor ERP para Pymes sin fallar en el intento*. Obtenido de <https://softwarepara.net/erp-para-pymes/>
- State Compensation Insurance Fund. (s.f.). *Hoja de datos de seguridad*. Obtenido de [https://content.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=224#:~:text=Una%20Hoja%20de%20Datos%20de%20Seguridad%20\(SDS%20por%20sus%20siglas,relacionados%20con%20un%20material%20peligroso.](https://content.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=224#:~:text=Una%20Hoja%20de%20Datos%20de%20Seguridad%20(SDS%20por%20sus%20siglas,relacionados%20con%20un%20material%20peligroso.)
- Tic Portal. (s.f.). *¿Qué es un sistema ERP y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.ticportal.es/temas/enterprise-resource-planning/que-es-sistema-erp#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20ERP%20se%20refiere,distribuci%C3%B3n%20o%20incluso%20recursos%20humanos.>
- Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. (s.f.). *Regresión y Correlación*. Obtenido de Fórmulas básicas en la regresión lineal simple : http://www.uca.edu.sv/matematica/upload_w/file/REGRESION%20SIMPLE%20Y%20MULTIPLE.pdf
- Waze Movil. (s.f.). Obtenido de <https://www.waze.com/es>
- Wikipedia. (30 de Junio de 2020). *Google Maps*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Maps#Uso_de_Google_Maps_por_Google
- WWWhats News. (23 de Noviembre de 2013). *Cómo funciona Google Maps*. Obtenido de <https://wwwwhatsnew.com/2013/11/23/como-funciona-google-maps/>
- Yang, Y., Pan, S., & Ballot, E. (2017). Innovative vendor-managed inventory strategy exploiting interconnected logistics services in the physical internet. *International Journal of Production Research*, 2685-2702.

ANEXO 1. MÉTODO AHP. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Comparaciones pareadas: A continuación se presentan las comparaciones de cada ubicación para cada variable de acuerdo al procedimiento detallado en el apartado 2.2.1 de la metodología. Debajo de cada tabla se presentarán los criterios para dar cada calificación.

Tabla 51 Comparación Pareada Variable: Ubicación de los Clientes

Criterio o factor	Ubicación de los clientes		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	1	0,142857143	3
Ubicación Zona Centro	7,00	1	9
Ubicación Zona Sur	0,33	0,11	1

Elaboración: Propia

Por medio de la herramienta Google Maps, se consultó la distancia de las diferentes opciones de ubicación de Utopick a la zona donde se encuentra la mayor concentración de clientes, llamada como “El Hueco”, en el centro de Medellín. Los resultados que arrojó Google Maps fueron los siguientes:

- **Ubicación Actual:** La ubicación zona sur se encuentra a 3,7 km y 7 minutos de distancia de la ubicación de los clientes. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Centro:** La ubicación zona sur se encuentra a 2,1 km y 6 minutos de distancia de la ubicación de los clientes. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Sur:** La ubicación zona sur se encuentra a 12,3 km y 15 minutos de distancia de la ubicación de los clientes. (Google Maps, 2020)

Tabla 52 Comparación Pareada Variable: Costos de la Instalación

Criterio o factor	Costos de la instalación		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	1	7	3
Ubicación Zona Centro	0,14	1	1
Ubicación Zona Sur	0,33	1,00	1

Elaboración: Propia

La información para el costo de la instalación fue consultada en el portal de Ciencuadras, empresa dedicada a la compra, venta y arriendo de inmuebles en Colombia. Se tomo como base locales de ubicación entre 100 y 500 m² y su precio aproximado de arriendo por 1 mes. (Ciencuadras, 2020)

- **Ubicación Actual:** Un local de 100 a 150 m² de área, cuesta alrededor de \$3.000.000 COP mensuales en la comuna de Guayabal.
- **Ubicación Zona Centro:** Un local de 100 a 150 m² de área, cuesta alrededor de \$6.000.000 COP mensuales en la comuna de La Candelaria.

- **Ubicación Zona Sur:** Un local de 100 a 150 m² de área, cuesta alrededor de \$5.000.000 COP mensuales en Itagüí.

Tabla 53 Comparación Pareada Variable: Ubicación del Maquilador

Criterio o factor	Ubicación del maquilador		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Alternativas			
Ubicación Actual	1	7	9
Ubicación Zona Centro	0,14	1	1
Ubicación Zona Sur	0,11	1,00	1

Elaboración: Propia

Por medio de la herramienta Google Maps, se consultó la distancia de las diferentes opciones de ubicación de Utopick a la ubicación del maquilador. Los resultados que arrojó Google Maps fueron los siguientes:

- **Ubicación Actual:** La ubicación zona sur se encuentra a 1,9 km y 5 minutos de distancia de la ubicación del maquilador. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Centro:** La ubicación zona centro se encuentra a 4,6 km y 10 minutos de distancia de la ubicación del maquilador. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Sur:** La ubicación zona sur se encuentra a 7 km y 10 minutos de distancia de la ubicación del maquilador. (Google Maps, 2020)

Tabla 54 Comparación Pareada Variable: Vías de Acceso

Criterio o factor	Vías de acceso		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Alternativas			
Ubicación Actual	1	1	5
Ubicación Zona Centro	1,00	1	3
Ubicación Zona Sur	0,20	0,33	1

Elaboración: Propia

Las principales vías de acceso de cada opción de ubicación son las siguientes:

- **Ubicación Actual:** La zona de guayabal cuenta con accesos rápidos a la avenida guayabal, Calle 10, Autopista Sur y Avenida Regional.
- **Ubicación Zona Centro:** La zona de Exposiciones cuenta con accesos rápidos a la avenida San Juan, Avenida 33, Autopista Sur y Avenida Regional.
- **Ubicación Zona Sur:** La zona sur de Medellín cuenta con accesos rápidos a la Autopista Sur y Avenida Regional.

Tabla 55 Comparación Pareada Variable: Ubicación de los Proveedores

Criterio o factor	Ubicación de proveedores		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Alternativas			
Ubicación Actual	1	1,00	0,14
Ubicación Zona Centro	1,00	1	0,11
Ubicación Zona Sur	7,00	9,00	1

Elaboración: Propia

Por medio de la herramienta Google Maps, se consultó la distancia de las diferentes opciones de ubicación de Utopick a la ubicación de los principales proveedores, los cuales están ubicados en el sur de la ciudad, cerca al Centro Comercial Mayorca. Los resultados que arrojó Google Maps fueron los siguientes:

- **Ubicación Actual:** La ubicación zona sur se encuentra a 8 km y 9 minutos de distancia de la ubicación de los principales proveedores. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Centro:** La ubicación zona centro se encuentra a 10,9 km y 12 minutos de distancia de la ubicación de los principales proveedores. (Google Maps, 2020)
- **Ubicación Zona Sur:** La ubicación zona sur se encuentra a menos de 1 km y 1 minuto de distancia de la ubicación de los principales proveedores. (Google Maps, 2020)

Tabla 56 Comparación Pareada Variable: Seguridad

Criterio o factor	Seguridad		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Alternativas			
Ubicación Actual	1	3,00	0,14
Ubicación Zona Centro	0,33	1	0,11
Ubicación Zona Sur	7,00	9,00	1

Elaboración: Propia

La información presentada a continuación se basa en un artículo del periódico El Colombiano (Matta Colorado, 2019), la cual a su vez está basada en los registros oficiales de la Policía Nacional. También se toma información de las estadísticas delictivas de la Policía Nacional disponibles en la página web www.policia.gov.co (Ministerio de Defensa Nacional, Policía Nacional, 2018).

- **Ubicación Actual:** La comuna de Guayabal mostró la cifra más elevada en 2018 de hurtos a vehículos, para un total de 117 vehículos usurpados. (Matta Colorado, 2019)
En la comuna de Guayabal, barrio Guayabal y Campo Amor, durante el 2018 se registraron 83 hurtos a entidades comerciales. (Ministerio de Defensa Nacional, Policía Nacional, 2018)

- **Ubicación Zona Centro:** La comuna 10, la cual abarca los barrios de La Candelaria, San Diego, La Alpujarra, entre otros fue la comuna más afectada de la ciudad de Medellín en el 2018 en cuanto a hurto a personas (7.047), Hurto a motocicletas (771) y asaltos a locales comerciales (843). (Matta Colorado, 2019) En la comuna La Candelaria de Medellín, solo en los barrios de La Candelaria y San Diego, se registraron durante el 2018; 1.087 hurto a entidades comerciales. (Ministerio de Defensa Nacional, Policía Nacional, 2018)
- **Ubicación Zona Sur:** Durante el 2018 se registraron en los municipios de La Estrella, Sabaneta e Itagüí; 93, 182 y 453 hurtos a entidades comerciales respectivamente.

A su vez se debe elaborar también una matriz de comparación entre los criterios, y escoger cuál de ellos tiene más peso entre los otros. Se muestra a continuación los resultados obtenidos de esta calificación:

Tabla 57 Matriz Comparación Criterios

Criterio o factor	Comparación de criterios					
	Ubicación de los clientes	Costos de la instalación	Ubicación del maquilador	Vías de acceso	Ubicación de proveedores	Seguridad
Ubicación de los clientes	1	3	1	5	7	3
Costos de la instalación	0,33	1	5	7	7	5
Ubicación del maquilador	1,00	0,20	1	7	7	3
Vías de acceso	0,20	0,14	0,14	1	1	7
Ubicación de proveedores	0,14	0,14	0,14	1,00	1	1
Seguridad	0,33	0,20	0,33	0,14	1,00	1

Elaboración: Propia

Elaboración de la matriz de comparaciones pareadas:

Se presenta a continuación la normalización de cada una de las matrices de comparaciones pareadas expuestas en el numeral anterior:

Tabla 58 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Ubicación de los clientes

Criterio o factor	Ubicación de los clientes		
Alternativas	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	0,120	0,114	0,231
Ubicación Zona Centro	0,840	0,797	0,692
Ubicación Zona Sur	0,040	0,089	0,077

Elaboración: Propia

Tabla 59 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Costos de la Instalación

Criterio o factor	Costos de la instalación		
Alternativas	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	0,677	0,778	0,600
Ubicación Zona Centro	0,097	0,111	0,200
Ubicación Zona Sur	0,226	0,111	0,200

Elaboración: Propia

Tabla 60 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Ubicación del maquilador

Criterio o factor	Ubicación del maquilador		
Alternativas	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	0,797	0,778	0,818
Ubicación Zona Centro	0,114	0,111	0,091
Ubicación Zona Sur	0,089	0,111	0,091

Elaboración: Propia

Tabla 61 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Vías de Acceso

Criterio o factor	Vías de acceso		
Alternativas	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	0,455	0,429	0,556
Ubicación Zona Centro	0,455	0,429	0,333
Ubicación Zona Sur	0,091	0,143	0,111

Elaboración: Propia

Tabla 62 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Ubicación de Proveedores

Criterio o factor	Ubicación de proveedores		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	0,111	0,091	0,114
Ubicación Zona Centro	0,111	0,091	0,089
Ubicación Zona Sur	0,778	0,818	0,797

Elaboración: Propia

Tabla 63 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas Variable: Seguridad

Criterio o factor	Seguridad		
	Ubicación Actual	Ubicación Zona Centro	Ubicación Zona Sur
Ubicación Actual	0,120	0,231	0,114
Ubicación Zona Centro	0,040	0,077	0,089
Ubicación Zona Sur	0,840	0,692	0,797

Elaboración: Propia

Tabla 64 Normalización Matriz Comparaciones Pareadas: Comparación de Criterios

Criterio o factor	Comparación de criterios					
	Ubicación de los clientes	Costos de la instalación	Ubicación del maquilador	Vías de acceso	Ubicación de proveedores	Seguridad
Ubicación de los clientes	0,33	0,64	0,13	0,24	0,29	0,15
Costos de la instalación	0,11	0,21	0,66	0,33	0,29	0,25
Ubicación del maquilador	0,33	0,04	0,13	0,33	0,29	0,15
Vías de acceso	0,07	0,03	0,02	0,05	0,04	0,35
Ubicación de proveedores	0,05	0,03	0,02	0,05	0,04	0,05
Seguridad	0,11	0,04	0,04	0,01	0,04	0,05

Elaboración: Propia

A partir de las anteriores matrices normalizadas, se saca la matriz de prioridades tanto para la matriz normalizada de cada variable, así como el vector de prioridad para la matriz normalizada de comparación de criterios:

Matriz de prioridades:

Tabla 65 Matriz de Prioridades

Vector de prioridad Ubicación de los clientes	Vector de prioridad Costos de la instalación	Vector de prioridad Ubicación del maquilador	Vector de prioridad Vías de acceso	Vector de prioridad Ubicación del proveedor	Vector de prioridad Seguridad
0,15	0,69	0,80	0,48	0,11	0,15
0,78	0,14	0,11	0,41	0,10	0,07
0,07	0,18	0,10	0,11	0,80	0,78

Elaboración: Propia

Tabla 66 Vector de prioridades de los criterios

Vector de prioridad de criterios
0,30
0,31
0,21
0,09
0,04
0,05

Elaboración: Propia

La multiplicación del vector de la tabla 66 y de la matriz de la tabla 65, dan por resultado las siguientes prioridades para cada ubicación:

Tabla 67 Ubicaciones Utopick

Ubicación	Prioridades
Guayabal	48,38%
Exposiciones	33,97%
Sur	17,65%

Elaboración: Propia

Comprobación de la consistencia: Para comprobar la consistencia, se realiza el procedimiento detallado en el apartado X de la metodología.

Los resultados, de acuerdo con la columna "RC", arrojan una consistencia razonable

Tabla 68 Comprobación Consistencia

n	3	IA	0,58
Alternativa	n_{max}	IC	RC
Ubicación de los clientes	3,08	0,04	0,07
Costos de la instalación	3,08	0,04	0,07
Ubicación del maquilador	3,01	0,00	0,01
Vías de acceso	3,03	0,01	0,03
Ubicación de proveedores	3,01	0,00	0,01
Seguridad	3,08	0,04	0,07

Elaboración: Propia

ANEXO 2. ALGORITMO CLARK & WRIGHT PARA EL DISEÑO DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE

La ruta que debe seguir Utopick para la entrega de los pedidos, se resolverá como un problema de ruteo de vehículos con capacidades (VRP), siguiendo el algoritmo de Clark & Wright. La solución se llevo a cabo en la herramienta Excel.

Los nodos que se tendrán en cuenta para el problema de ruteo, junto con sus coordenadas (x,y), se presentan a continuación:

Tabla 69 Coordenadas X,Y para Cada Nodo

NODO	NOMBRE NODO	COORDENADA X	COORDENADA Y
0	Bodega Utopick	53	53
1	Cliente Sector San Diego	61	62
2	Cliente Sector Itaguí	33	17
3	Cliente Sector "El Hueco"	59	74
4	Cliente Sector Sabaneta	25	0
5	Cliente Sector La Floresta	34	75

Elaboración: Propia

La demanda diaria por cada nodo y la capacidad máxima por vehículo, las cuales son las restricciones para la solución del problema, se encuentran especificadas en el capítulo de transporte, tabla 30 y Ecuación 52.

A continuación, se construirá una matriz de información inicial donde se consigna la demanda diaria y las coordenadas para cada nodo, lo cual ayudará para el desarrollo del algoritmo:

Tabla 70 Matriz Información Inicial

Nodo	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Coordenada X	53	61	33	59	25	34
Coordenada Y	53	62	17	74	0	75
Demanda	d0	d1	d2	d3	d4	d5
	0	44	34	110	17	15

Elaboración: Propia

Una vez se tiene la matriz de información inicial, se procede a construir una matriz de distancias (Tabla 72), en la cual cada término de la matriz se calculará como la distancia euclidiana entre nodos.

$$\begin{bmatrix} d_{00} & \dots & d_{j0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{0i} & \dots & d_{ji} \end{bmatrix}$$

A manera de ejemplo, se realiza el cálculo de nodo C₁₀:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (53)$$

Aplicado al nodo S₁₀:

$$d(C_{01}) = \sqrt{(61-53)^2 + (62-53)^2}$$

$$d(C_{01}) = 12$$

Este mismo procedimiento se realiza para todos los pares de nodos, obteniendo la siguiente matriz simétrica:

Tabla 71 Matriz Distancia entre Nodos

NODOS	0	1	2	3	4	5
0	0,0	12,0	41,2	21,8	59,9	29,1
1	12,0	0,0	53,0	12,2	71,7	30,0
2	41,2	53,0	0,0	62,6	18,8	58,0
3	21,8	12,2	62,6	0,0	81,4	25,0
4	59,9	71,7	18,8	81,4	0,0	75,5
5	29,1	30,0	58,0	25,0	75,5	0,0

Elaboración: Propia

De acuerdo con el algoritmo de ahorro versión secuencial, el siguiente paso es para cada cliente "i" construir la ruta (0, i, 0), que equivale a ir al nodo y volver al origen. Para este paso lo que se debe hacer es de la matriz de la tabla 71, sumar las distancias de la primera fila:

Tabla 72 Ruta 0,i,0

NODOS	0	1	2	3	4	5	Distancia total de la ruta
0	0,0	12,0	41,2	21,8	59,9	29,1	328,15

Elaboración: Propia

De acuerdo con la ecuación 54, se debe calcular cada S_{ij} para cada par de clientes:

$$s_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij} \quad (54)$$

Se presenta a continuación el cálculo de las distancias:

Tabla 73 Cálculos Distancias

i	j	$S_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$	d_{0i}	d_{j0}	d_{ij}	S_{ij}
Para i = 1	j = 2	$S_{1,2} = C_{0,1} + C_{2,0} - C_{1,2}$	12,0	41,2	53,0	0,2
	j = 3	$S_{1,3} = C_{0,1} + C_{3,0} - C_{1,3}$	12,0	21,8	12,2	21,7
	j = 4	$S_{1,4} = C_{0,1} + C_{4,0} - C_{1,4}$	12,0	59,9	71,7	0,3
	j = 5	$S_{1,5} = C_{0,1} + C_{5,0} - C_{1,5}$	12,0	29,1	30,0	11,1
Para i = 2	j = 3	$S_{2,3} = C_{0,2} + C_{3,0} - C_{2,3}$	41,2	21,8	62,6	0,4
	j = 4	$S_{2,4} = C_{0,2} + C_{4,0} - C_{2,4}$	41,2	59,9	18,8	82,3
	j = 5	$S_{2,5} = C_{0,2} + C_{5,0} - C_{2,5}$	41,2	29,1	58,0	12,2
Para i = 3	j = 4	$S_{3,4} = C_{0,3} + C_{4,0} - C_{3,4}$	21,8	59,9	81,4	0,3
	j = 5	$S_{3,5} = C_{0,3} + C_{5,0} - C_{3,5}$	21,8	29,1	25,0	25,9
Para i = 4	j = 5	$S_{4,5} = C_{0,4} + C_{5,0} - C_{4,5}$	59,9	29,1	75,5	13,5

Elaboración: Propia

Para el análisis de las rutas, se deben seguir cuidadosamente los siguientes pasos:

Paso 1: De acuerdo con los valores de S_{ij} obtenidos se ordenan de manera decreciente y se analizan las rutas posibles agregando el arco (i, j) que no haya sido considerado a la ruta en curso y que cumple con las restricciones, o si los clientes i, j se encuentran en el extremo de la ruta. Para el caso de Utopick, la restricción es la demanda en cada nodo y la capacidad del vehículo.

Paso 2: Adicional siendo (0, i, ..., j, 0) la ruta actual, si no hay ahorros en i o j se vuelve al paso anterior, y se repite hasta que se puedan agregar más arcos, escogiendo el arco con mayor ahorro.

Paso 3: Se deben realizar los dos pasos anteriores hasta que no sea posible agregar más arcos a la ruta.

Se presenta a continuación los cálculos de acuerdo con los pasos anteriormente mencionados:

Tabla 74 Rutas Posibles

Alternativa	Valor S_{ij}	S_{ij}	Ruta 1	d_{0i}, d_{j0}	Demanda	Ruta 2	d_{0i}, d_{j0}	Demanda	Nodo resultante	Demanda total	Decisión de adición de nodo a ruta
1	82,34	S_{24}	R {0 2 0}	d_2	34	R {0 4 0}	d_4	17	R {0 2 4 0}	51	adicionar último nodo
2	25,89	S_{35}	R {0 3 0}	d_3	110	R {0 5 0}	d_5	15	R {0 3 5 0}	125	adicionar último nodo
3	21,72	S_{13}	R {0 1 0}	d_1	44	R {0 3 5 0}	d_{35}	125	R {0 3 5 1 0}	169	adicionar último nodo
4	13,47	S_{45}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-
5	12,24	S_{25}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-
6	11,14	S_{15}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0,37	S_{23}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,34	S_{34}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0,29	S_{14}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,22	S_{12}	No analiza	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaboración: Propia

De acuerdo con lo anterior, los nodos 2 y 4 pueden formar una ruta, ya que la suma de la demanda de cada nodo no excede la capacidad de un vehículo. Ocurre lo mismo con el nodo 3, 5 y 1, los cuales también formarán parte de una ruta.

Las rutas óptimas para Utopick son las siguientes:

Tabla 31. Rutas de Transporte Utopick

RUTAS UTOPICK		
Ruta	Nodos	Demanda
1	R {0 2 4 0}	51
2	R {0 3 5 1 0}	169

Elaboración: Propia

Se presenta a continuación en amarillo la ruta 1, y en magenta la ruta 2:

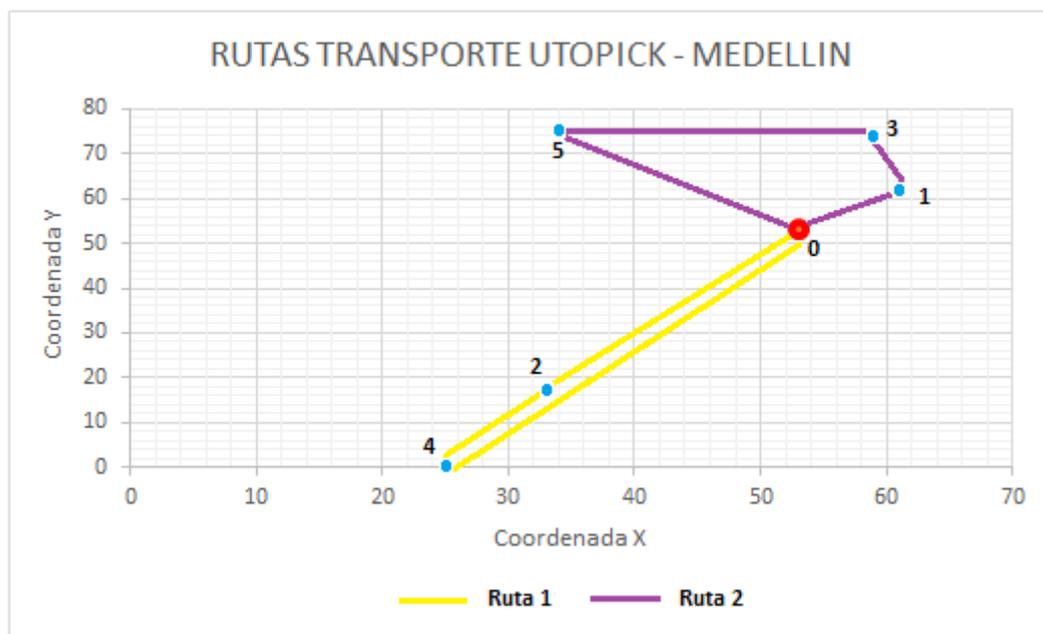
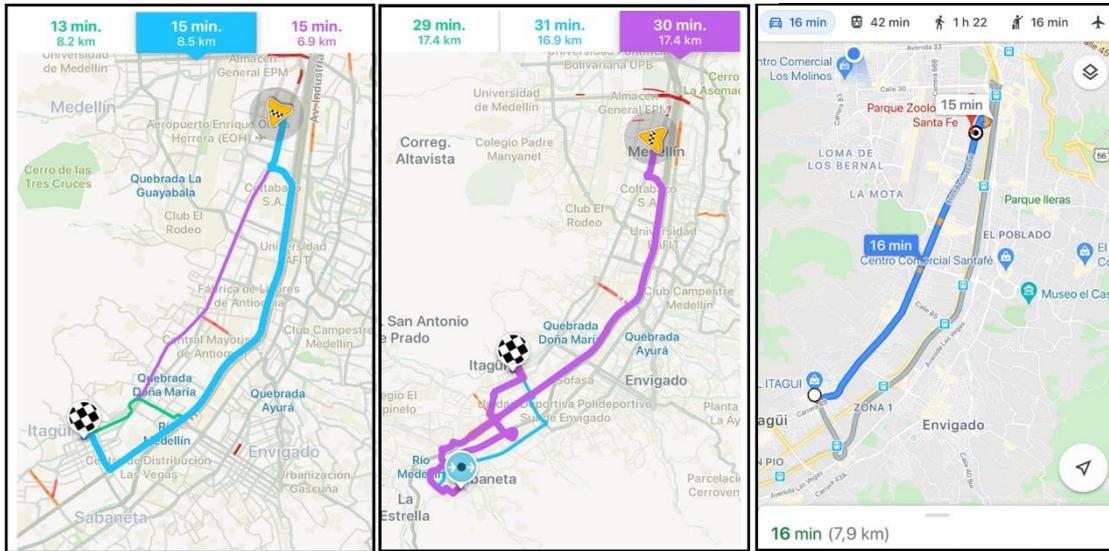


Ilustración 17. Rutas de Transporte Utopick

Elaboración: Propia

ANEXO 3. TIEMPOS DE RUTA DE TRANSPORTE.

Se presenta a continuación las rutas generadas por Google Maps y Waze, para las rutas de la tabla X. con los tiempos que las aplicaciones generan:



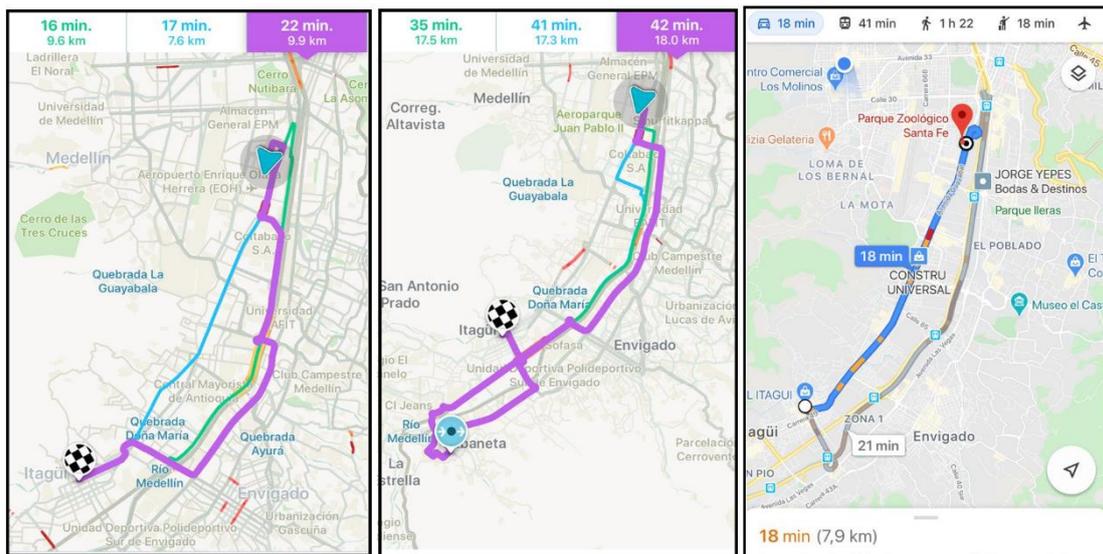
a. Trayecto Nodo 0-2

b. Trayecto Nodo 0-4-2

c. Trayecto Nodo 2-0

Ilustración 21 Tiempos Ruta 1 (1)

Elaboración: Propia



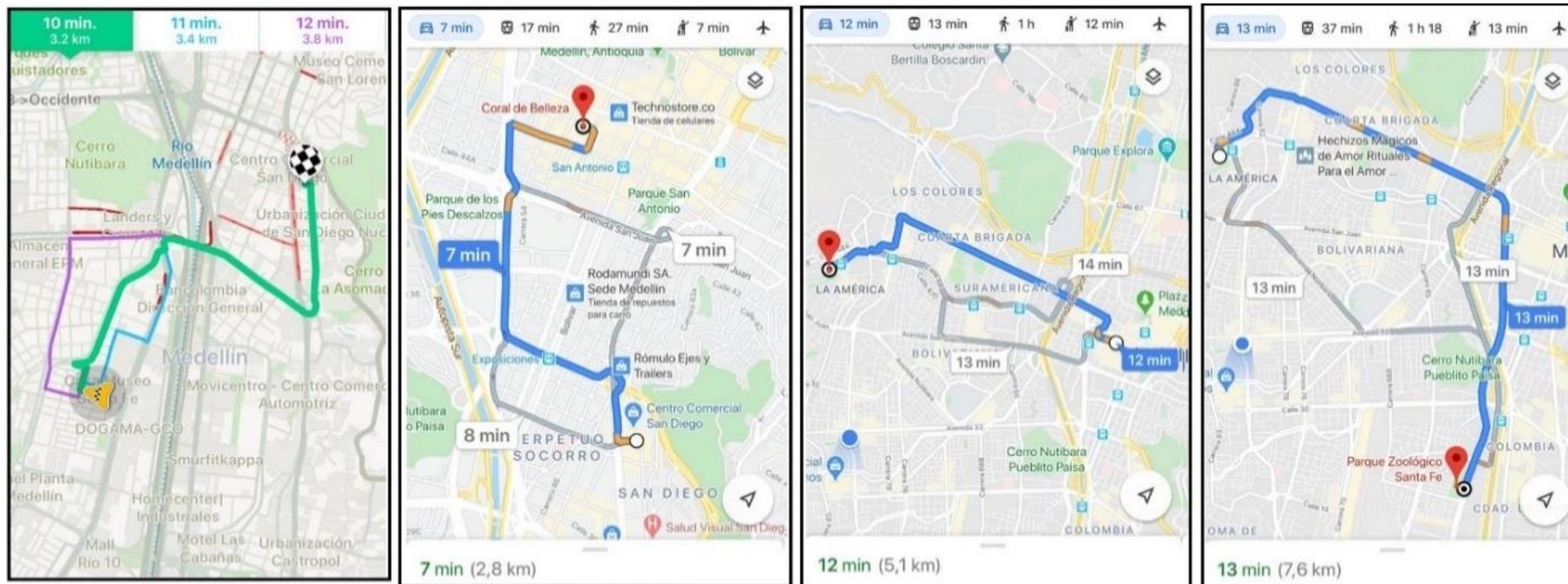
**d. Trayecto Nodo 0-2
Hora Pico**

**e. Trayecto Nodo 0-4-2
Hora Pico**

**f. Trayecto Nodo 2-0
Hora Pico**

Ilustración 22 Tiempos Ruta 1 (2)

Elaboración: Propia



**a. Trayecto Nodo 0-1
Hora Valle**

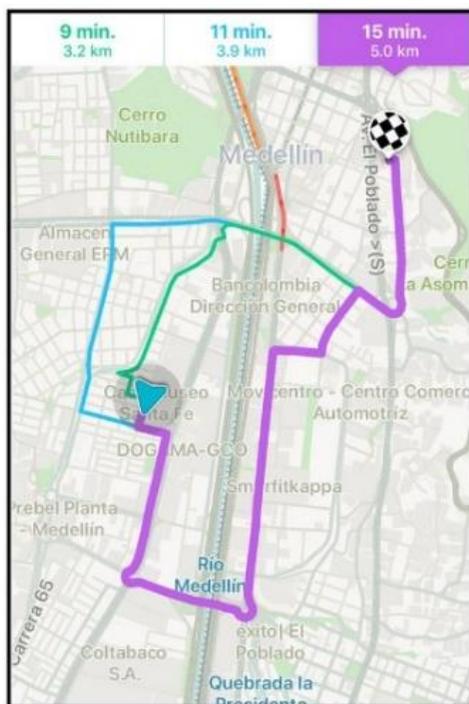
**b. Trayecto Nodo 1-3
Hora Valle**

**c. Trayecto Nodo 3-5
Hora Valle**

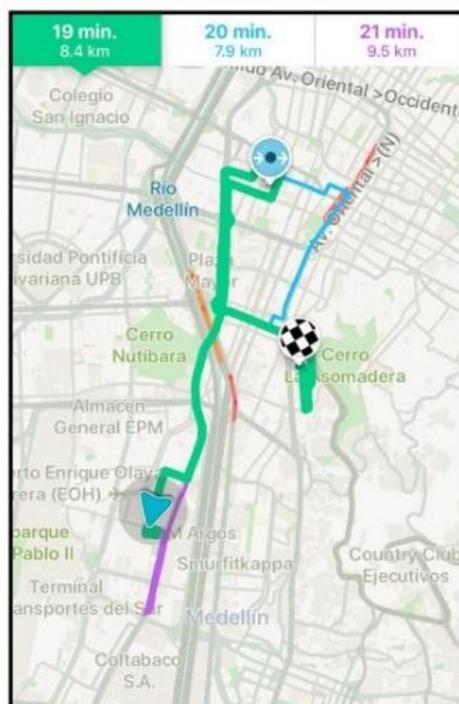
**d. Trayecto Nodo 5-0
Hora Valle**

Ilustración 23 Tiempos Ruta 2 (1)

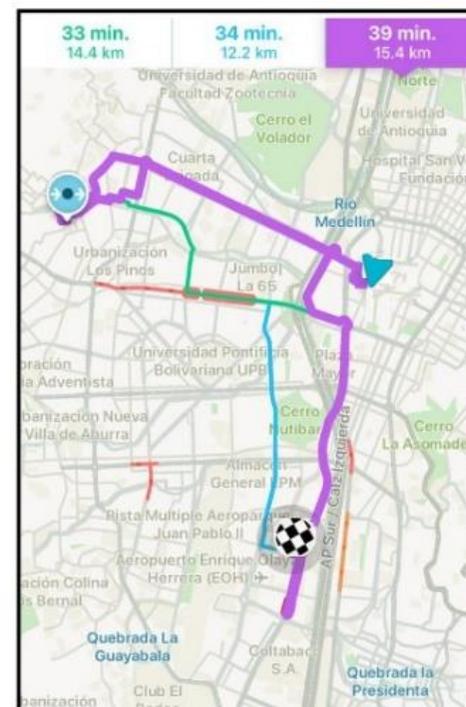
Elaboración: Propia



**e. Trayecto Nodo 0-1
Hora Pico**



**f. Trayecto Nodo 1-3
Hora Pico**



**g. Trayecto Nodo 3-5-0
Hora Pico**

Ilustración 24 Tiempos Ruta 2 (2)

Elaboración: Propia

