

1-1-2018

## **Propuesta de operación para los procesos de abastecimiento en el Deposito Colinas Del Sur a través de la planeación de la cadena de suministro**

Dagoberto Martínez Guzmán  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Diego Andrés Erazo Castro  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_industrial](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial)

---

### **Citación recomendada**

Martínez Guzmán, D., & Erazo Castro, D. A. (2018). Propuesta de operación para los procesos de abastecimiento en el Deposito Colinas Del Sur a través de la planeación de la cadena de suministro. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_industrial/68](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/68)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Industrial by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**PROPUESTA DE OPERACIÓN PARA LOS PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN EL  
DEPOSITO COLINAS DEL SUR A TRAVÉS DE LA PLANEACIÓN DE LA CADENA DE  
SUMINISTRO.**

**DAGOBERTO MARTÍNEZ GUZMÁN.  
DIEGO ANDRÉS ERAZO CASTRO.**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ  
2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darnos la vida y permitirnos llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional, por brindarnos la sabiduría y la fortaleza necesaria para continuar día a día.

A nuestras familias por ser un apoyo incondicional durante toda la carrera.

A los docentes que nos acompañaron en toda la formación académica, brindándonos conocimientos, orientación y experiencia.

**Diego Erazo, Dagoberto Martínez**

## RESUMEN

Este trabajo de grado busca entregar a la empresa Depósito Colinas del sur, una empresa Colombiana dedicada a la venta y distribución de materiales para la construcción, ferretería, además de prestar servicios como asesoría, alquiler y diseño de recursos de apoyo para la edificación de inmuebles, una serie de propuestas, protocolos y documentación para el mejoramiento de los procesos del aprovisionamiento, específicamente compras, recepción de mercancía, almacenamiento y alistamiento y despacho de pedidos.

Esta propuesta pretende registrar, documentar y relacionar toda la información pertinente a cada uno de los procesos mencionados, a fin de mejorar los procesos logísticos realizados en su diaria labor y evitar problemáticas como: excedentes de inventario en referencias de baja rotación, faltantes de existencias en otras referencias de alta rotación, incumplimiento a los clientes y fallas en las entregas en términos de cantidad, calidad y precio, a fin de reducir los costos que se generan debido a la ineficiencia en los procesos del abastecimiento.

En el capítulo 1 del proyecto se lleva a cabo un marco referencial con definiciones que ayudan a contextualizar la descripción de la organización y de los problemas allí presentados. En la fase dos del proyecto se dan los detalles del levantamiento de información, realizado a partir de la observación de los procesos logísticos. Entonces, tras el estudio de los procedimientos existentes y el análisis de la información histórica brindada por la empresa, se realizó un diagnóstico general y la caracterización de los cuatro procesos mencionados en el primer párrafo, haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial como la metodología PHVA, para así poder identificar las actividades críticas de cada proceso y así determinar la dirección de las estrategias de mejora a proponer en la fase tres.

Para el tercer capítulo se desarrolló la propuesta de mejoramiento soportada en 3 estrategias complementarias entre sí, estas son: una herramienta de software, formatos de documentación y la propuesta de nuevos procedimientos. El sistema de información mencionado soporta los procesos logísticos y permite a la empresa contar con información sobre el registro de entrada y salida de productos e información de proveedores, todo esto generado partir del sistema de gestión de bases de datos ACCES. La documentación a la que se hace referencia sirve de soporte, válida y garantiza la veracidad de la información almacenada en el software, a partir de formatos de registro integrados que permiten hacer seguimiento de los flujos de información y mercancía de manera oportuna en la ejecución de cada proceso. Teniendo en cuenta las variaciones que estas dos estrategias generan en los procedimientos de cada proceso (compras, recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho de pedidos) se sugieren nuevos procedimientos que buscan resolver los problemas de los procesos críticos encontrados en el capítulo dos, a partir de la integración de actividades necesarias en la implementación de las dos primeras estrategias ya mencionadas en los procesos logísticos. Para terminar este capítulo

Finalmente, para la cuarta y última fase del proyecto se planea la implementación de las estrategias, mediante el desarrollo de la metodología PERT/CPM como proceso de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes del proyecto; adicionalmente se realiza el contraste estadístico a través de la prueba t de Student para identificar el impacto de las estrategias propu

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I ANTECEDENTES Y MARCO METODOLÓGICO DEL PROYECTO.....	13
1.1 Marco Referencial .....	13
1.2 Pert/Cpm.....	14
1.3 Pruebas Estadísticas.....	14
1.3.1 Prueba t- de Student .....	14
1.4 Formulación del Problema.....	16
1.4.1 Contextualización.....	16
1.4.2 Descripción del problema .....	17
1.4.3 Formulación del problema. ....	18
1.5 Objetivos.....	19
1.5.1 Objetivo General .....	19
1.5.2 Objetivos Específicos.....	19
1.6 Justificación. ....	19
CAPÍTULO II DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN EL DEPOSITO COLINAS DEL SUR .....	20
2.1 Diagnostico general: .....	20
2.2 Análisis de datos históricos sobre familias de productos: .....	20
<i>Fuente: Autores</i> .....	22
<i>Fuente: Autores</i> .....	22
2.3 Análisis de datos históricos sobre proveedores .....	25
2.4 Caracterización de procesos. ....	27
2.5 Caracterización del proceso de compra. ....	28
2.6 Caracterización del proceso de recepción.....	30
2.7 Caracterización del proceso de almacenamiento. ....	32
2.8 Caracterización del proceso de alistamiento y despacho. ....	34
2.9 Aspectos generales del diagnóstico realizado en el Depósito Colinas del Sur. ....	35
CAPÍTULO III Definición de protocolos para la compra, recepción, almacenaje y preparación de pedidos del depósito Colinas del Sur. ....	40
3.1 Protocolos y propuestas, para el proceso de compra. ....	41
3.1.1 Cantidad sugerida de reordenamiento de inventario .....	41
3.1.2 Agenda de clientes .....	42
3.1.3 Propuesta para la selección de proveedores .....	42

3.1.4	Documentación para el proceso de Compras .....	43
3.1.5	Protocolo propuesto proceso de Compras.....	45
3.2	Protocolos y propuestas, para el proceso de recepción de pedido (Formulario y lectura de códigos de barras para el ingreso de las mercancías). .....	46
3.2.1	Funciones del software para la recepción de pedidos .....	46
3.2.2	Documentación para el proceso de Recepción.....	47
3.2.3	Protocolo propuesto proceso de Recepción .....	48
3.3	Protocolos y propuestas, para el proceso de almacenamiento (Diseño de almacén y nomenclatura del almacén). .....	49
3.3.1	Sistema para la ubicación de mercancía dentro del almacén .....	49
3.3.2	Campos de la tabla de almacenamiento para conocer el nivel de existencias en tiempo real.....	51
3.3.3	Actualización de inventarios.....	51
3.3.4	Documentación para el proceso de Almacenamiento .....	51
3.3.5	Protocolo propuesto proceso de Almacenamiento .....	52
3.4	Protocolos y propuestas, para el proceso de alistamiento de pedidos y despacho.....	53
3.4.1	Fuente para consulta de información de mercancías.....	54
3.4.2	Solución propuesta para el problema de alistamiento y despacho de pedidos.....	54
3.4.3	Documentación para el proceso de Alistamiento y Despacho .....	54
3.4.4	Protocolo propuesto proceso de Alistamiento y Despacho.....	55
3.5	Contextualización de funcionamiento y modos de uso del software desarrollado para el Depósito Colinas del sur. ....	56
3.5.1	Funciones y características de los formularios y tablas .....	56
3.5.2	Casos de uso para los tipos de usuarios creados .....	58
3.5.3	Navegabilidad del software desarrollado para el Depósito Colinas del sur.....	58
CAPÍTULO IV Metodología de implementación y contraste de la situación actual con la propuesta desde una perspectiva matemática, estadística o financiera e identificación del posible impacto. ....		60
4.1	Metodología de implementación propuesta de mejora. ....	60
4.2	Contraste e identificación del impacto.....	67
4.3	Pruebas estadísticas para la comparación de las medias de tiempos de ejecución en los procesos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho de mercancías.....	68
4.3.1	Verificación del supuesto de aleatoriedad, prueba de rachas.....	69
4.3.2	Verificación del supuesto de normalidad, prueba Shapiro Wilk.....	70
4.3.1	Verificación del supuesto Homogeneidad de varianzas, prueba de Levene. ....	70
4.3.2	Prueba de comparación de medias para el tiempo de ejecución de protocolos, teniendo en cuenta la prueba de Levene.....	71

CONCLUSIONES..... 74  
RECOMENDACIONES ..... 75  
BIBLIOGRAFÍA..... 76  
ANEXOS..... 77

## **ANEXOS**

Anexo 1. Planos almacén Deposito Colinas del Sur con sistema de nomenclatura propuesto.....	77
Anexo 2. Formato de seguimiento y observación. ....	78
Anexo 3. Datos experimento de contraste. ....	79

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Descripción de recursos.....</i>	16
<i>Tabla 2. Promedio de faltantes por mes para los productos con mayor índice de rotación.....</i>	17
<i>Tabla 3. Promedio de faltantes por mes para los productos con mayor índice de rotación.....</i>	17
<i>Tabla 4. Denominación y descripción para las familias establecidas a lo largo del levantamiento y análisis de datos históricos.....</i>	21
<i>Tabla 5. Número de pedidos relacionados con cada familia (2013 - 2017).....</i>	22
<i>Tabla 6. Valor monetario de los pedidos respectivos para cada familia (2013 - 2017).....</i>	22
<i>Tabla 7. Problemas detectados para el proceso de compras.....</i>	30
<i>Tabla 8. Problemas detectados para el proceso de recepción.....</i>	32
<i>Tabla 9. Problemas detectados para el proceso de almacenamiento.....</i>	33
<i>Tabla 10. Problemas detectados para el proceso de alistamiento y despacho.....</i>	35
<i>Tabla 11. Caracterización proceso de compra.....</i>	36
<i>Tabla 12. Caracterización proceso de recepción.....</i>	37
<i>Tabla 13. Caracterización proceso de almacenamiento.....</i>	38
<i>Tabla 14. Caracterización proceso de alistamiento y despacho.....</i>	39
<i>Tabla 15. Tabla guía de problemáticas y soluciones para el proceso de compras.....</i>	41
<i>Tabla 16. Campos tabla proveedores.....</i>	42
<i>Tabla 17. Campos tabla productos.....</i>	43
<i>Tabla 18. Rango de códigos por familia de productos.....</i>	43
<i>Tabla 19. Formato Registro Compra de Productos Prioridad 1 y 2.....</i>	44
<i>Tabla 20. Formato Registro Compra Productos Prioridad 3 y 4.....</i>	45
<i>Tabla 21. Formato Registro Recepción de Productos.....</i>	47
<i>Tabla 22. Tabla guía de problemáticas y soluciones para el proceso de compras.....</i>	49
<i>Tabla 23. Nomenclatura primera sección almacén.....</i>	49
<i>Tabla 24. Nomenclatura segunda sección almacén.....</i>	50
<i>Tabla 25. Nomenclatura tercera sección almacén.....</i>	50
<i>Tabla 26. Nomenclatura cuarta sección almacén.....</i>	50
<i>Tabla 27. Campos tabla Almacenamiento.....</i>	51
<i>Tabla 28. Formato Registro Almacenamiento de Productos.....</i>	52
<i>Tabla 29. Tabla guía de problemáticas y soluciones para el proceso de alistamiento y despacho.....</i>	53
<i>Tabla 30. Formato Registro Control de Ventas.....</i>	55
<i>Tabla 31. Actividades implemetación de propuesta.....</i>	60
<i>Tabla 32. Tabla de tiempos por actividad para la metodóloga de implementación.....</i>	62
<i>Tabla 33. Análisis de costos para tiempo límite PERT/COST.....</i>	63
<i>Tabla 34. Ficha de caracterización.....</i>	67
<i>Tabla 35 Pruebas estadísticas e hipótesis a probar para la comparación de medias.....</i>	68
<i>Tabla 36. Prueba de Rachas por proceso según mediana de los datos.....</i>	69
<i>Tabla 37. Prueba de Rachas por proceso según media de los datos.....</i>	69
<i>Tabla 38. Prueba Shapiro-Wilk.....</i>	70
<i>Tabla 39. Prueba de Levene.....</i>	71

*Tabla 40. Pruebas de hipótesis para la comparación de medias para el tiempo de ejecución de protocolos, teniendo en cuenta la prueba de homogeneidad de variables, por medio de la prueba t student.....71*

*Tabla 41. Prueba de igualdad de medias t de student para los procesos logísticos. ....72*

*Tabla 42. Diferencia de tiempos promedios por proceso.....73*

## LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Porcentaje de causas por las cuales no se efectúan ventas en la empresa. Fuente: Autores .....</i>	<i>18</i>
<i>Gráfico 2. Porcentaje de número de compras por familia de productos. Fuente: Autores. ....</i>	<i>23</i>
<i>Gráfico 3. Porcentaje del valor total de los pedidos por familia de productos. Fuente: Autores. ....</i>	<i>23</i>
<i>Gráfico 4. Porcentaje cantidad de pedidos realizados desde el 2013 al 2017. Fuente: Autores.....</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico 5. Torta de proveedores según valor compras. Fuente: Autores. ....</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 6. Formulario Productos por Pedir Sistema de Información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores.....</i>	<i>42</i>
<i>Gráfico 7. Formulario Recepción Sistema de Información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores....</i>	<i>47</i>
<i>Gráfico 8. Formulario Menú Principal Sistema de Información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores. ....</i>	<i>54</i>
<i>Gráfico 9. Pendiente del PERT-COST Escenarios. Fuente: Autores.....</i>	<i>64</i>
<i>Gráfico 10. Necesidad de recursos antes de algoritmo Gray Kidd.....</i>	<i>65</i>

## LISTA DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1. Diagrama de Pareto del número de compras por familia de productos. Fuente: Autores.</i>	24
<i>Diagrama 2. Diagrama de Pareto del valor total de los pedidos por familia de productos.</i>	25
<i>Diagrama 3. Diagrama de Pareto según número de compras realizadas a cada proveedor. Fuente: Autores.</i>	26
<i>Diagrama 4. Diagrama de Pareto de proveedores según valor compras. Fuente: Autores.</i>	27
<i>Diagrama 5. Diagrama funcional para el proceso de compras. Fuente: Autores.</i>	29
<i>Diagrama 6. Diagrama de flujo de información y mercancía en el proceso de recepción. Fuente: Autores.</i>	30
<i>Diagrama 7. Diagrama funcional para el proceso de recepción. Fuente: Autores.</i>	31
<i>Diagrama 8. Diagrama funcional para el proceso de almacenamiento. Fuente: Autores.</i>	33
<i>Diagrama 9. Diagrama funcional para el proceso de alistamiento y despacho. Fuente: Autores.</i>	34
<i>Diagrama 10. Diagrama Protocolo Propuesto para el proceso de compras. Fuente: Autores.</i>	46
<i>Diagrama 11. Diagrama Protocolo Propuesto para el proceso de recepción. Fuente: Autores.</i>	48
<i>Diagrama 12. Diagrama Protocolo Propuesto para el proceso de Almacenamiento. Fuente: Autores.</i>	53
<i>Diagrama 13. Diagrama Protocolo Propuesto Alistamiento y Despacho. Fuente: Autores.</i>	56
<i>Diagrama 14. Casos de uso formularios y tabla almacenamiento para el sistema de información del Deposito Colinas del Sur. Fuente: Autores.</i>	58
<i>Diagrama 15. Casos de uso usuarios sistema de información Deposito Colinas del Sur. Fuente: Autores.</i>	58
<i>Diagrama 16. Ingresos posibles a formularios Sistema de Información Deposito Colinas del Sur. Fuente: Autores.</i>	59
<i>Diagrama 17. Diagrama de red CPM. Fuente: Autores.</i>	62
<i>Diagrama 18. Ruta crítica metodología PERT. Fuente: Autores.</i>	63
<i>Diagrama 19. Tiempo límite metodología PERT.</i>	64
<i>Diagrama 20. Diagrama de Gantt implementación. Fuente: Autores.</i>	65
<i>Diagrama 21. Diagrama de Gantt con limitación de recursos. Fuente: Autores.</i>	66
<i>Diagrama 22. Necesidad de recursos algoritmo de gray kidd.</i>	66
<i>Diagrama 23. Enfoque sistémico del experimento. Fuente: Autores.</i>	68

## INTRODUCCIÓN

Uno de los múltiples problemas en la industria y las empresas de distribución, se relaciona con la gestión de los sistemas de abastecimiento de recursos, la velocidad en la que avanza el mercado ha generado un reto para las compañías dado que esto genera que requieran procesos ágiles que permitan responder de manera adecuada y en tiempos eficaces a las necesidades de sus clientes. Por lo tanto, las empresas están llamadas a gestionar la implementación de la optimización de la logística de cadenas de abastecimiento.

El sector retail es un modelo de negocio que ha evolucionado, específicamente el de la construcción es prometedor, se puede evidenciar así dada la expectativa de crecimiento para edificaciones y vivienda estimado en un 9,7% a nivel nacional, no obstante también el Índice de Costos de Construcción de Vivienda desde los últimos años es estable en variables específicas como materiales, maquinaria y mano de obra, tanto ha sido el crecimiento que se hace saber por el gobierno nacional que el sector de la construcción, se convirtió en uno de los mayores importadores en Colombia, anualmente compra en el exterior más de US\$300.000 en acero, cerámica, vidrio, pinturas y acabados (García Torres, 2009).

La cadena de valor del sector retail de la construcción involucra varios eslabones importantes, iniciando por los proveedores de insumos, materias primas, materiales y recursos pertinentes al sector, posteriormente se encuentren los clientes internos y finalmente el consumidor final. Para lograr competitividad es necesario que cada uno de los eslabones mencionados se encuentren de manera eficiente, de tal modo que el proceso cuente con la agilidad, comunicación y calidad necesarios. Es por esto que mediante un análisis completo de la organización es posible determinar los puntos críticos a tratar y así mismo plantear un plan de mejora, teniendo como principio el papel fundamental de cada actor dentro del proceso logístico de la cadena de abastecimiento y la importancia del tema dentro del flujo de productos y la relación directa que tienen estos temas con la satisfacción del cliente

Deposito colinas del sur es una organización ubicada en la localidad 4 San Cristóbal de la Ciudad de Bogotá D.C., la cual se dedica a la distribución de materiales de construcción, además de prestar servicios como asesoría, alquiler y diseño de recursos de apoyo para la edificación de inmuebles. Consecuentemente, esta organización ha identificado problemas en los procesos logísticos realizados en su diaria labor.

Es por esto que mediante la gestión de la cadena de suministros, siendo planteada y administrada a partir de una combinación de tecnología con metodologías que estructuren los protocolos de recepción, almacenaje y distribución de productos, se busca minimizar costos debido a retrasos en la entrega de pedidos, niveles de inventario faltante o sobrante, para así generar mayores niveles de eficiencia a la prestación final del servicio y a su vez mejorar el servicio al cliente en términos de precio, tiempo de entrega y condiciones de compra.

## CAPÍTULO I

### ANTECEDENTES Y MARCO METODOLÓGICO DEL PROYECTO

En este capítulo se describe el cuerpo teórico que sustenta el proyecto, el cual tiene el propósito de dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos que permiten abordar el problema; con temas tales como, la logística de cadena de abastecimiento, recepción, almacenaje, alistamiento y despacho de pedidos y compras, además de conceptos propios de inventarios, almacenes y distribución de este.

#### 1.1 Marco Referencial

La cadena de abastecimiento usualmente está compuesta por diferentes procesos los cuales abarcan una gran cantidad de definiciones y aspectos, de esta manera al inicio se presenta una revisión literaria, en la cual se contemplan los cinco procesos básicos e l proceso logístico de entrada para una organización: búsqueda y selección de proveedores, ejecución de pedidos y compras (aprovisionamiento), recepción de productos o bienes, almacenamiento y manutención y preparación de pedidos y la expedición de los mismos

Chopra y Meindl afirman, que la cadena de abastecimiento son una serie de actividades y flujos los cuales se presentan tanto dentro como fuera de la empresa, y entre diferentes períodos que se combinan para satisfacer la demanda de los clientes (Chopra & Meindl, 2013). Por otro lado, Ronald H. Ballou dice que la cadena de abastecimiento de una empresa es un conjunto de eslabones, conectados unos con otros, que conectan entre sí a los proveedores de materiales y servicios, abarcando la transformación de materias primas en productos y servicios, así como la entrega de éstos a los clientes de una empresa (Ballou, 2008).

La recepción de productos, según Juan Miguel Gómez Aparicio, es un proceso abarca el conjunto de tareas que se realizan durante la adquisición física de las mercancías por parte de la organización. Este se puede fragmentar en tres fases: Antes de la llegada (disponer de documentación necesaria), llegada de productos (cuando se traspasa la custodia y propiedad de las mercancías) y después de la llegada (control e inspección de lo recibido) (Gómez Aparicio, 2014). Por su parte, Ronald Ballou, define este proceso como el punto de recolección de información de las mercancías que ingresan al almacén, dentro del sistema de gestión del mismo. El producto es descargado por el transportista en el punto de entrada del almacén e diferenciado por su código de producto y cantidad. Los datos acerca del producto se ingresan al sistema de gestión usando lectores de código de barras, sistemas de datos de radiofrecuencia o métodos manuales (Ballou, 2008).

Juan Miguel Gómez Aparicio, infiere que el proceso de almacenamiento y manutención dentro de la cadena de abastecimiento incluye mantener de una forma específica los productos, registrando un control a largo plazo. Este proceso no añade valor al producto. Adicionalmente la manutención implica la función que desempeñan los almacenistas, dispositivos e instalaciones necesarios para manejar y disponer los productos dentro del almacén (Gómez Aparicio, 2014). Por otro lado, Benjamín Niebel sostiene que el almacenamiento y manutención implica: el manejo con el fin de ubicar, salvaguardar, mantener o asegurar el bien de las mercancías en el espacio designado (Niebel, 2009).

Nuevamente Juan Miguel Gómez Aparicio, afirma que el proceso de preparación y expedición de pedidos es la separación de una unidad de un grupo de productos con el fin de construir un conjunto de mercancías correspondiente a la solicitud del cliente, una vez preparada, será acondicionada (de ser necesario) y se embalará adecuadamente (Gómez Aparicio, 2014). En contraste Ronald Ballou, habla de la preparación y expedición de pedidos como los procesos de recopilar la información necesaria acerca de las mercancías y

servicios deseados, así como a la recolección física de los productos que se vayan a expedir o vender (Ballou, 2008).

## 1.2 Pert/Cpm

El PERT/CPM o método del camino crítico, es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

Esta metodología expone la "ruta crítica" de un proyecto, es decir las actividades que limitan la duración del proyecto. En otras palabras, para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda en la misma cantidad. Las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. (Montaño, 1992)

En el estudio de tiempos de la metodología se requieren tres cantidades estimadas por los responsables de los procesos: El tiempo medio ( $t_m$ ), el tiempo óptimo ( $t_o$ ) y el tiempo pésimo ( $t_p$ ).

El tiempo medio es el tiempo normal que se necesita para la ejecución de las actividades, basado en la experiencia personal del informador. El tiempo óptimo es el que representa el tiempo mínimo posible sin importar el costo o cuantía de elementos materiales y humanos que se requieran; es la posibilidad física de realizar la actividad en el menor tiempo. El tiempo pésimo es un tiempo excepcionalmente grande que pudiera presentarse ocasionalmente como consecuencia de accidentes, falta de suministros, retardos involuntarios, causas no previstas, etc. Debe contarse sólo el tiempo en que se ponga remedio al problema presentado y no debe contar el tiempo ocioso. (Taha., 2004)

Los tiempos anteriormente descritos servirán para promediarlos mediante la fórmula PERT obteniendo un tiempo resultante llamado estándar ( $t_e$ ) que recibe la influencia del óptimo y del pésimo a la vez. (Miranda, 2005)

**Ecuación 1.** Tiempo estandar

$$t_e = \frac{t_o + 4 t_m + t_p}{6}$$

La varianza correspondiente a la distribución beta se calcula utilizando la siguiente ecuación.

**Ecuación 2.** Varianza de distribución beta

$$\sigma_t^2 = \left(\frac{t_p - t_o}{6}\right)^2$$

## 1.3 Pruebas Estadísticas

### 1.3.1 Prueba t- de Student

Se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal pero el tamaño muestral es demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real.

Para la realización de esta prueba en muestras independientes se tienen los siguientes escenarios:

- Prueba T STUDENT para varianzas iguales

El estadístico de prueba es:

**Ecuación 3.** Valor estadístico prueba T Student con varianzas iguales.

$$t_o = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Donde Y1 y Y2 corresponden al promedio de la muestra correspondiente, n es el tamaño de la muestra y Sp:

**Ecuación 4.** Estimación de la varianza común para prueba T con varianzas iguales.

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

El valor estadístico de prueba resultante se debe comparar con un valor tabular de T Student, teniendo en cuenta el nivel de significancia dado por:

**Ecuación 5.** Calculo grados de libertad para prueba T con varianzas iguales.

$$GdL = n_1 + n_2 - 2$$

, que indicará el valor máximo y mínimo del valor estadístico de prueba que ocurriría si H0 fuera verdadera, a un nivel de significación seleccionado. (Montgomery, 2004).

- Prueba T STUDENT para varianzas desiguales

Si está probado que las varianzas de las muestras en estudio son desiguales entonces es necesario hacer una prueba t de dos muestras. El estadístico de prueba es: (Montgomery, 2004).

**Ecuación 6.** Valor estadístico prueba T con varianzas desiguales.

$$t_o = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Este estadístico no se distribuye exactamente como t. No obstante, t es una buena aproximación de la distribución de  $t_o$  si se usa: (Montgomery, 2004),

**Ecuación 7.** Estimación grados de libertad para prueba T con varianzas desiguales.

$$v = \frac{\left(\frac{S1^2}{n1} + \frac{S2^2}{n2}\right)^2}{\left(\frac{S1^2}{n1}\right)^2 + \left(\frac{S2^2}{n2}\right)^2} \cdot \frac{n1 - 1}{n1 - 1} + \frac{n2 - 1}{n2 - 1}$$

para los grados de libertad.

## 1.4 Formulación del Problema

En el presente capítulo se describe todo lo relacionado a la empresa en estudio, la descripción del problema detectado y la formulación específica de este tiene como propósito dar una contextualización de la investigación.

### 1.4.1 Contextualización

Deposito colinas del sur es una organización ubicada en la localidad 4 San Cristóbal de la Ciudad de Bogotá D.C., la cual se dedica a la distribución de materiales de construcción, además de prestar servicios como asesoría, alquiler y diseño de recursos de apoyo para la edificación de inmuebles. Actualmente la organización cuenta con una sede ubicada en Diag. 45ª sur # 8ª -29 Este y cuenta con los recursos y productos que son descritos a continuación:

*Tabla 1. Descripción de recursos.*

Recurso	Descripción
Recurso humano	<p>Los recursos humanos de la empresa se asocian a 3 cargos existentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gerente: Se encarga de supervisar y designar las actividades o tareas que deben realizar los dos cargos restantes, adicionalmente es la persona encargada de realizar los pagos a proveedores.</li> <li>2. Subgerente: Esta persona se ocupa de atender y facilitar a los clientes el producto y/o servicio más acorde a sus necesidades, teniendo en cuenta la disponibilidad de los mismos. Adicionalmente, revisa los inventarios de las diferentes mercancías y reporta al administrador.</li> <li>3. Operario: Se encarga de cuantificar y entregar los productos dispuestos en bodega al cliente según las especificaciones del encargado de ventas o del administrador, además, realiza el cargue y descargue de los pedidos en los diferentes medios de transporte.</li> </ol>
Recursos físicos	<p>Medios de transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una camioneta, de dos ejes y con una capacidad de carga aproximada de 3.5 toneladas tipo 350</li> <li>• Carretilla tipo Buggy con capacidad de 97 L o 160 Kg</li> <li>• Zorra de carga con capacidad de 240 Kg</li> </ul>
	<p>Infraestructura: La infraestructura de la empresa se concentra en un solo inmueble y se divide en 3 plantas o pisos:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sótano: Esta Área tiene unas dimensiones aproximadas de 30 m* 5m (A= 150 m<sup>2</sup>), allí están ubicados la mayoría de los recursos dispuestos para prestar el servicio de alquiler, con el fin de remodelar y/o construir inmuebles.</li> <li>• Bodega: El área de esta zona es de 115 m<sup>2</sup> (23 m* 5m) y allí se ubican de modo general, productos como gravillas, cementos, talcos, yesos, y tejas. Por otra parte, se almacenan recursos destinados mayoritariamente al remodela miento, como andamios.</li> <li>• Local: En el local se encuentran todas las mercancías y productos de ferretería que distribuye la empresa, esta zona tiene unas dimensiones aproximadas de 15m * 5.5 m, para un área total de 82.5 m<sup>2</sup></li> </ul>
--	---

*Fuente: Autores*

### 1.4.2 Descripción del problema

Consecuentemente, esta organización ha identificado problemas en los procesos logísticos realizados en su diaria labor. Por ejemplo, el exceso de inventario en algunas referencias de baja rotación, agotamiento de existencias de otras referencias de alta rotación, incumplimiento a los clientes y fallas en las entregas en términos de cantidad, calidad y servicio, ocasionados por una deficiente planeación de los procesos de abastecimiento, en especial en procesos como compras, recepción, inventario y despacho de mercancías.

Actualmente, teniendo en cuenta la información recopilada de los registros de la organización, se clasificaron los productos y servicios que esta comercializa en familias (anexos). Además, se sabe que los productos con mayor número de faltantes son aquellos que tienen una mayor rotación como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 2. Promedio de faltantes por mes para los productos con mayor índice de rotación.*

Producto	Unidades faltantes promedio por mes
Cemento gris (Bulto 50Kg)	13
Varilla (12 mm y 1/2)	18
Cilindro Gas	7
Arena pozo / peña (Bulo 25 Kg)	15
Accesorios PVC	6
Tubería PVC	3

*Fuente: Autores*

Adicionalmente, teniendo en cuenta la revisión de las órdenes de compra generadas a lo largo de los últimos 4 meses, se obtuvieron los tiempos de ciclo de pedido de los principales proveedores, como se muestra a continuación:

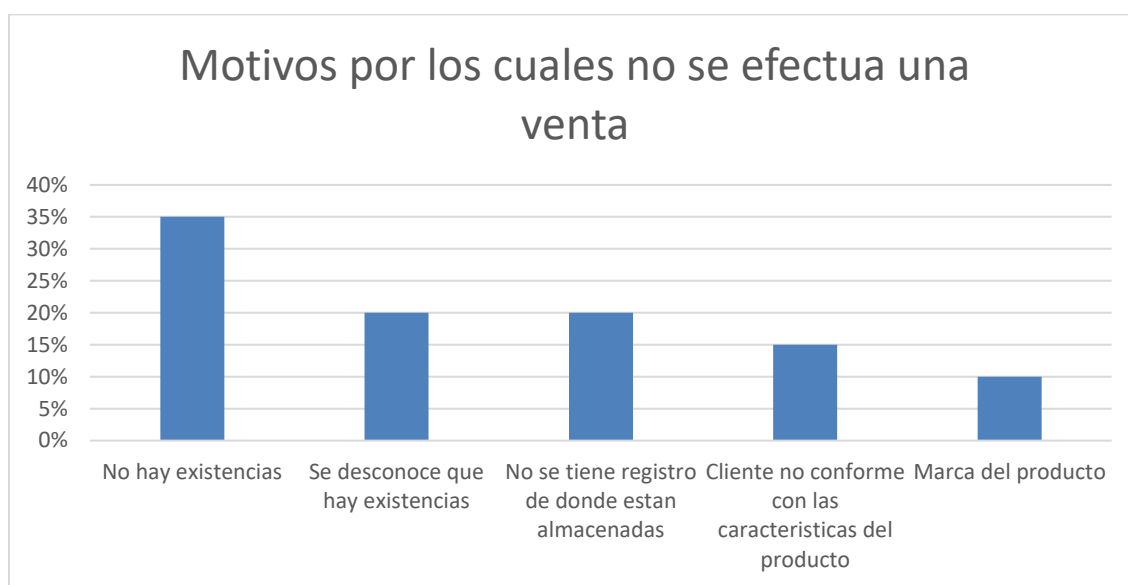
*Tabla 3. Promedio de faltantes por mes para los productos con mayor índice de rotación.*

Proveedores	Tiempo de ciclo de pedido promedio (Días)
-------------	---

Almacén sanitario	5 – 6
Dyna	2 – 6
Cemento Cemex	1 – 2
Acero Diaco	4 – 6
Arenera y agregados Sanitarita	0,5 – 1
Gaz ® (Proveedor Gas LP)	7

*Fuente: Autores*

Existen muchas ocasiones en las cuales no se efectúan ventas de mercancías debido a diferentes factores, esto ocasiona que por lo general los clientes deben acudir a la competencia, debido a que en promedio el tiempo de ciclo de pedido es de 4 días y los clientes necesitan los productos inmediatamente. El siguiente diagrama, presenta las distintas causas que ocasionan estas pérdidas y su respectivo peso.



*Gráfico 1. Porcentaje de causas por las cuales no se efectúan ventas en la empresa. Fuente: Autores*

Es importante resaltar la falta de un control estricto en el abastecimiento de mercancías, ya que, cómo se puede ver en las casusas del gráfico 1, el motivo más frecuente por el cual no se realizan las ventas es simplemente la falta de existencias. Actualmente, dentro de la empresa no se lleva un control sobre las unidades en existencia dentro del almacén. El propósito principal de la investigación es generar una serie de protocolos enfocados a los procesos del abastecimiento e integrarlos dentro de una herramienta de software, que tenga en cuenta los datos que proporcionan la organización sobre los diferentes productos y así determinar el punto de re-orden que garanticen mantener el mínimo de inventario necesario para cumplir la demanda, teniendo en cuenta protocolos logísticos diseñados anteriormente. Además, que implique minimizar los costos de pedidos (periodicidad de los pedidos) y la mínima utilización de recursos. Y así tener una mayor certeza sobre los costos y utilidades presentadas por la misma.

### **1.4.3 Formulación del problema.**

Se dará respuesta a la siguiente pregunta:

¿Es posible mejorar los procesos de abastecimiento de una organización (compras, recepción de mercancías, almacenamiento de las mismas, alistamiento y venta de pedidos), a través del diseño de un conjunto de protocolos logísticos, fundamentado en la teoría de la cadena de suministros?

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar una propuesta de mejora para los procesos de abastecimiento en el Depósito Colinas del sur a través de técnicas de planeación de cadenas de suministro, para minimizar los retrasos en la entrega de pedidos, los niveles de inventario faltante o sobrante y la pérdida de credibilidad por parte de los clientes.

### **1.5.2 Objetivos Específicos.**

- Realizar un diagnóstico para determinar de mejor manera las causas y efectos en la compra, almacenamiento, recepción y despacho de materiales en el depósito Colinas del Sur.
- Definir los protocolos logísticos para la compra, recepción, almacenaje y alistamiento y despacho de pedidos, para estructurar un plan operativo que se ajuste a los requerimientos del depósito Colinas del Sur.
- Contrastar la situación actual con la propuesta desde una perspectiva matemática, estadística o financiera, para identificar su impacto.

## **1.6 Justificación.**

Las empresas en Colombia tienen debilidades en materia de la cadena de suministro y su implementación por medio de un plan logístico. Esto se debe a que no se ha entendido la importancia del tema dentro del flujo de productos y la relación directa que tienen estos temas con la satisfacción del cliente, la empresa depósito Colinas del Sur no se ha visto ajena a estas problemáticas. Es por esto que mediante la gestión de la cadena de suministros, siendo planteada y administrada a partir de una combinación de tecnología con metodologías que estructuran los protocolos de recepción, almacenaje y distribución de productos, se busca minimizar costos debido a retrasos en la entrega de pedidos, niveles de inventario faltante o sobrante, para así generar mayores niveles de eficiencia a la prestación final del servicio y a su vez mejorar el servicio al cliente en términos de precio, tiempo de entrega y condiciones de compra.

## **CAPÍTULO II**

### **DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN EL DEPOSITO COLINAS DEL SUR**

#### **2.1 Diagnostico general:**

Para proponer una mejora en los procesos de abastecimiento del Depósito Colinas del Sur, es necesario realizar un diagnóstico, donde quede en evidencia el funcionamiento de estos. Mediante el levantamiento de datos tanto actuales como históricos, a fin de reconocer factores, agentes y recursos claves dentro de la cadena de suministro. Tomando esta información como base para el desarrollo de los capítulos posteriores de este trabajo. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tras el análisis del diagnóstico, se definirán problemas críticos y oportunidades de mejora dentro de los procesos del abastecimiento de la empresa a fin de mejorar la efectividad de estos.

Para la obtención de información cualitativa requerida por los autores, se llevaron a cabo una serie de entrevistas con los gerentes de la organización y sus proveedores principales. Una vez realizado el proceso de levantamiento de información cualitativa, se desarrollaron visitas a la empresa a fin de obtener información cuantitativa detallada. Empero, hasta este punto la compañía no contaba con ningún sistema de información ni con un historial de datos contenidos en un formato digital, por lo cual los autores procedieron a la identificación y digitalización de los datos desde el origen.

Luego de la integración de los datos cualitativos y cuantitativos, se recurrió a herramientas como diagramas de Pareto con la finalidad de poder realizar una clasificación ABC en el capítulo 3.

#### **2.2 Análisis de datos históricos sobre familias de productos:**

Antes de transcribir las listas de los pedidos encontrados en el historial de compras del Depósito Colinas del Sur, se hizo un análisis detallado sobre los campos que tendría la lista de Excel y cuales datos eran relevantes. Entonces, tras la entrevista con el gerente, junto con las observaciones realizadas se encontró que para una mejor organización de la información contenida en los pedidos y a fin de facilitar el posterior análisis se decidió agrupar los productos en familias.

Esta clasificación se basa en el criterio del gerente e integra productos en familias cuyas demandas son similares o se encuentran relacionadas de alguna forma, ya sea por su frecuencia de uso, material del que está hecho, tipos de proveedor que distribuyen estas mercancías o simplemente ya si 2 o más productos se complementan entre sí para una finalidad específica fueron agrupados en las familias que se describen en la tabla 4:

Tabla 4. Denominación y descripción para las familias establecidas a lo largo del levantamiento y análisis de datos históricos.

Nº Familia	Familia	Descripción de productos que abarca
1	Aceros	Varillas, alambre, mayas metálicas, canales, entre otros.
2	Artículos de Aluminio	Tubos de cortina, artículos para la instalación de cortinas, wanes, artículos de aluminio, láminas, ángulos, niveles de aluminio, entre otros.
3	Artículos de PVC	Tubos en PVC y artículos para tuberías como codos, yes, adaptadores, uniones, tapones, tes, bujes, entre otros artículos relacionados de tipo sanitario, ventilación, alta presión, CPVC y conduit.
4	Carpintería	Tornillos, puntillas, chazos, armellas, grapas.
5	Cerámica	Esta abarca productos moldeados a través de calor como bloques, ladrillos y baldosas principalmente.
6	Conglomerantes	Cementos, conglomerantes, morteros, acelerates, estucos, boquillas, yesos y pega enchapes.
7	Eléctricos	Artículos y materiales eléctricos como cables, alambres, tomas, timbres, clavijas, adaptadores, breakers, entre otros productos relacionados con la red eléctrica interna de los domicilios.
8	Electrodomésticos	Máquinas o herramientas alimentadas por electricidad que permiten realizar y facilitar tareas implicadas en la construcción
9	Gas	Esta familia abarca cilindros que contienen gas natural dispuesto a ser usado para el consumo humano generalmente en la preparación de alimentos.
10	Grifería	Todo tipo de grifería y accesorios destinados a sanitarios, lavamanos, lavaplatos, lavadoras, tinas, duchas, entre otros.
11	Herramientas para bricolaje	Esta familia abarca un gran número de productos, los cuales no se asemejan a las demás familias en ninguna característica como uso, material, frecuencia de demanda, volumen de demanda. Esta familia incluye entre otros, herramientas de construcción como martillos, llanas, rodillos, cintas, punteros, cabos y lijas.
12	Pinturas	Pinturas, vinilos, concentrados, aerosoles.
13	Productos Químicos	Productos Químicos, como ácidos y otras sustancias corrosivas, minerales, desmanchadores y productos delicuescentes como soda caustica en escamas.
14	Tejas	Tejados de plástico, zinc, eternit.

Fuente: Autores

Adicionalmente, teniendo en cuenta los datos históricos de las compras de la organización que fueron analizados, se obtuvieron los datos presentados en las tablas 5 y 6. En la tabla 5 se representan el número de veces que se hizo un pedido relacionado con una familia de productos en específica desde el año 2013 hasta el 2017, además mencionando el porcentaje que ocupan con respecto al total de pedidos realizados en este lapso.

Tabla 5. Número de pedidos relacionados con cada familia (2013 - 2017).

Familia	Número de Compras		
	Total	Promedio	Porcentaje
Aceros	98	19.6	4.68%
Artículos de Aluminio	90	18	4.30%
Artículos de PVC	437	87.4	20.86%
Carpintería	117	23.4	5.58%
Cerámica	24	4.8	1.15%
Conglomerantes	353	70.6	16.85%
Eléctricos	134	26.8	6.40%
Electrodomésticos	4	0.8	0.19%
Gas	17	3.4	0.81%
Grifería	178	35.6	8.50%
Herramientas para bricolaje	445	89	21.24%
Pinturas	43	8.6	2.05%
Productos Químicos	120	24	5.73%
Tejas	35	7	1.67%

Fuente: Autores

Para la tabla 6 se presenta el valor total de todos estos pedidos para el mismo lapso, a partir de estas tablas, a continuación, se presentarán gráficos representativos de los mismos.

Tabla 6. Valor monetario de los pedidos respectivos para cada familia (2013 - 2017)

Familia	Ventas		
	Total	Promedio	Porcentaje
Aceros	\$ 23,444,806	\$ 4,688,961	12.17%
Artículos de Aluminio	\$ 2,922,659	\$ 584,532	1.52%
Artículos de PVC	\$ 11,231,781	\$ 2,246,356	5.83%
Carpintería	\$ 2,782,610	\$ 556,522	1.44%
Cerámica	\$ 2,332,148	\$ 466,430	1.21%
Conglomerantes	\$ 111,904,877	\$ 22,380,975	58.07%
Eléctricos	\$ 4,947,354	\$ 989,471	2.57%
Electrodomésticos	\$ 272,441	\$ 54,488	0.14%
Gas	\$ 887,191	\$ 177,438	0.46%
Grifería	\$ 6,257,176	\$ 1,251,435	3.25%
Herramientas para bricolaje	\$ 14,281,654	\$ 2,856,331	7.41%
Pinturas	\$ 3,350,173	\$ 670,035	1.74%
Productos Químicos	\$ 4,631,071	\$ 926,214	2.40%
Tejas	\$ 3,456,536	\$ 691,307	1.79%

Fuente: Autores

En el gráfico 2, se muestra el porcentaje que ocupa el número de pedidos de alguna familia de productos con respecto al total de pedidos desde el año 2013 al 2017. Entonces como se puede ver, los productos que más rotan son: las herramientas para bricolaje, artículos de PVC junto con los conglomerantes son las familias de productos que al parecer registran mayor rotación. Adicionalmente los electrodomésticos, gas y cerámicas representan los tres menos del 3%.

Sin embargo, según información del gerente y subgerente de la empresa, muchas de las facturas, especialmente de cerámica y gas, no son registradas, dado que: el proveedor no proporciona facturas o el proveedor simplemente lleva el pedido al predio de los clientes y simplemente se realiza el pago correspondiente por medio de un empleado, por lo que se puede considerar un sesgo dentro de estas familias de productos.

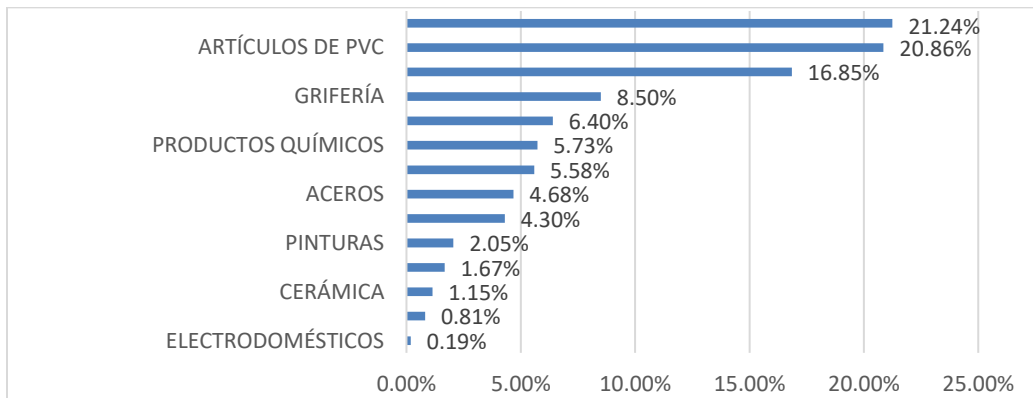


Gráfico 2. Porcentaje de número de compras por familia de productos. Fuente: Autores.

En cuanto al gráfico 3, es posible ver cómo cambia el papel de la familia con mayor porcentaje, en cuanto al valor por pedido. Entonces para este caso, la familia que representa la mayor parte de los costos de las compras realizadas por la empresa es la familia de conglomerantes, en donde se encuentra principalmente todos los tipos de cemento que esta distribuye. Adicionalmente, la familia “aceros” acumula el segundo mayor porcentaje, esto se debe a que la mayoría de los pedidos que relacionan los productos dentro de esta familia se destinan a construcciones de columnas, pisos y techados principalmente, entonces, se demandan una gran cantidad de unidades de estos productos que adicionalmente tienen un costo unitario elevado, en comparación con los productos de otras familias.

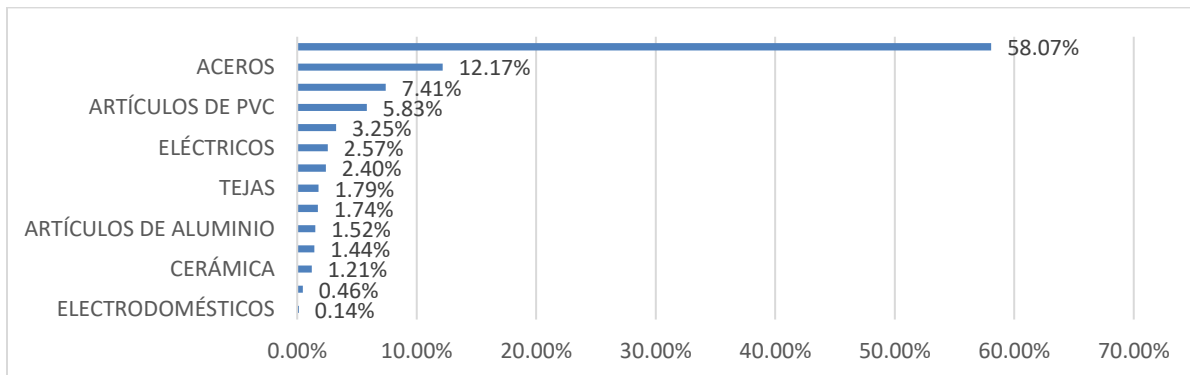


Gráfico 3. Porcentaje del valor total de los pedidos por familia de productos. Fuente: Autores.

El diagrama 1 representa el Pareto correspondiente a la información presentada en el gráfico 2. En este podemos observar que hay una pequeña aproximación a la relación 80 – 20, pues las primeras cuatro familias de productos dentro del diagrama:

- Herramientas para bricolaje (22%)
- Artículos de PVC (21%)
- Conglomerantes (17%)
- Griferías (9%)

Aproximadamente el 28% de las familias analizadas (4 de 14) acumulan aproximadamente el 70% del total del número de pedidos hechos por la empresa entre 2013 e inicios del 2018.

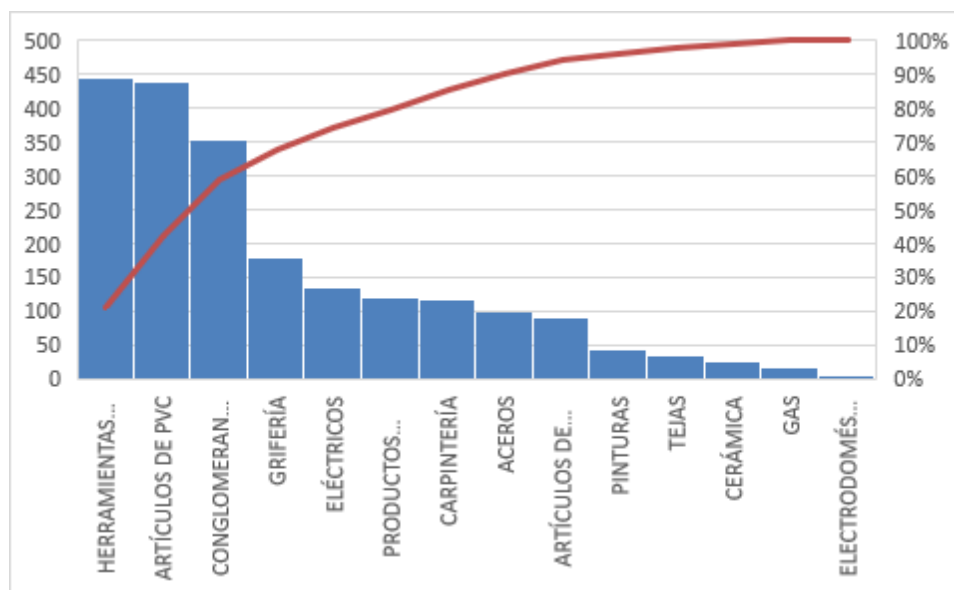


Diagrama 1. Diagrama de Pareto del número de compras por familia de productos. Fuente: Autores..

Para realizar el Pareto contenido en el diagrama 2, se utilizaron los datos contenidos en el gráfico 3. Teniendo en cuenta los porcentajes obtenidos, para las primeras 3 primeras familias, tenemos:

- Conglomerantes (58.1%)
- Aceros (12.2%)
- Herramientas para bricolaje (7.4%)

Se puede ver que aproximadamente el 21% de las familias analizadas (3 de 14) acumulan aproximadamente el 78% del valor total los pedidos de mercancía de la empresa desde el 2013 hasta el 2017.

Finalmente, como se ha venido diciendo, existe una variación entre el diagrama 1 y 2 con respecto a las familias que se encuentran dentro del 20% relevante, sin embargo, hay un factor importante que analizar aquí, y nos dice que la familia de conglomerantes junto con la de aceros abarca productos que son demandados un número reducido de veces, pero este pequeño margen implica la rotación de un gran número de productos de alto valor y en contraste otras familias como herramientas para bricolaje, artículos de PVC y grifería implican productos de rotación rápida aunque su valor es reducido. En conclusión, se deben tener en cuenta estos aspectos de las familias de productos para la realización de los protocolos, pues en la mayoría de las ocasiones la realización de una venta tiene como condición la existencia de productos pertenecientes a diferentes familias.

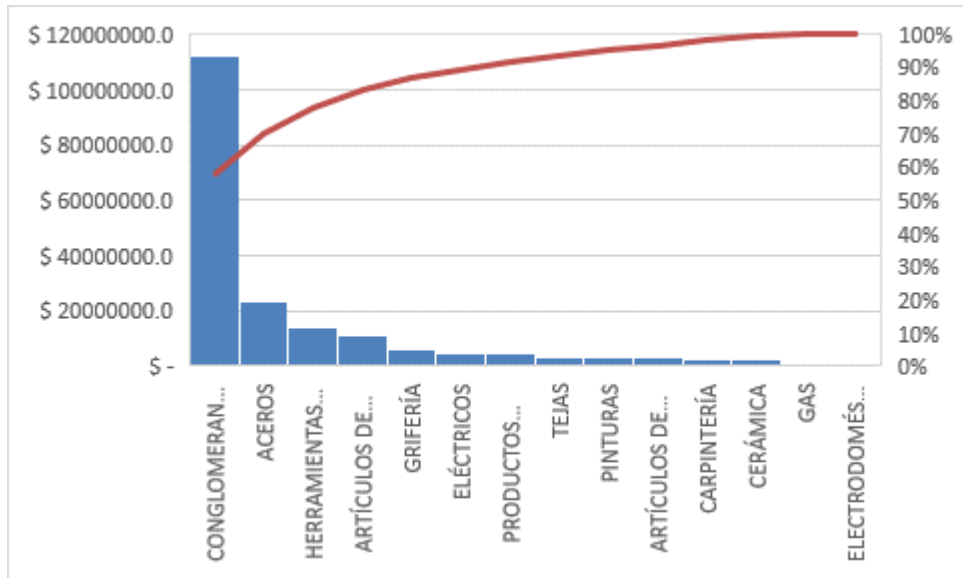


Diagrama 2. Diagrama de Pareto del valor total de los pedidos por familia de productos.

### 2.3 Análisis de datos históricos sobre proveedores

Con el objetivo de analizar la importancia de cada proveedor dentro de la organización se plantea el siguiente análisis:

En el gráfico 4, se representa en porcentaje la cantidad de veces que es necesario contactar a un proveedor con respecto al histórico de pedidos desde el año 2013 a inicios del 2018. Como se puede observar, los proveedores con los que se tiene mayor relación según este criterio son: Almacén Sanitario S.A.S., seguido de proveedores denominados No Vinculados, luego Surtir Mayorista y Pega Cerámica JH como los que mayor impacto tienen.

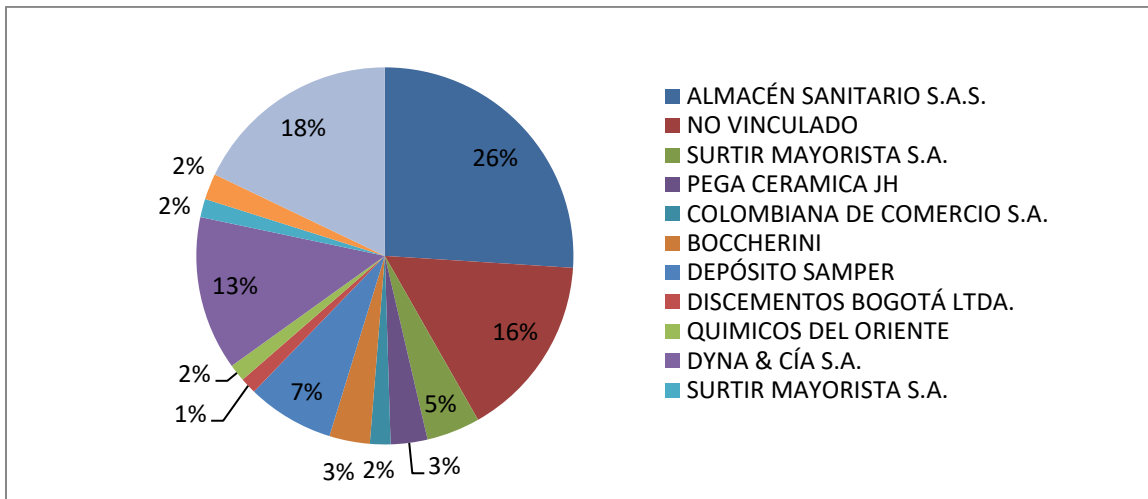


Gráfico 4. Porcentaje cantidad de pedidos realizados desde el 2013 al 2017. Fuente: Autores.

Para realizar el Pareto contenido en el diagrama 3, se utilizaron los datos contenidos en el gráfico 4. Teniendo en cuenta los porcentajes obtenidos, para los 5 primeros proveedores se obtiene:

- Almacén Sanitario S.A.S. (26,01%)
- Otros (No recurrentes) (17.9%)
- No Vinculado (15,76%)
- DYNA & CÍA S.A. (13,21%)
- Depósito Samper (7,46%)

Se puede ver que aproximadamente el 39% de los proveedores analizados (5 de 13) acumulan aproximadamente el 80% de la cantidad total de los pedidos de mercancía de la empresa desde el 2013 a inicios del 2018.

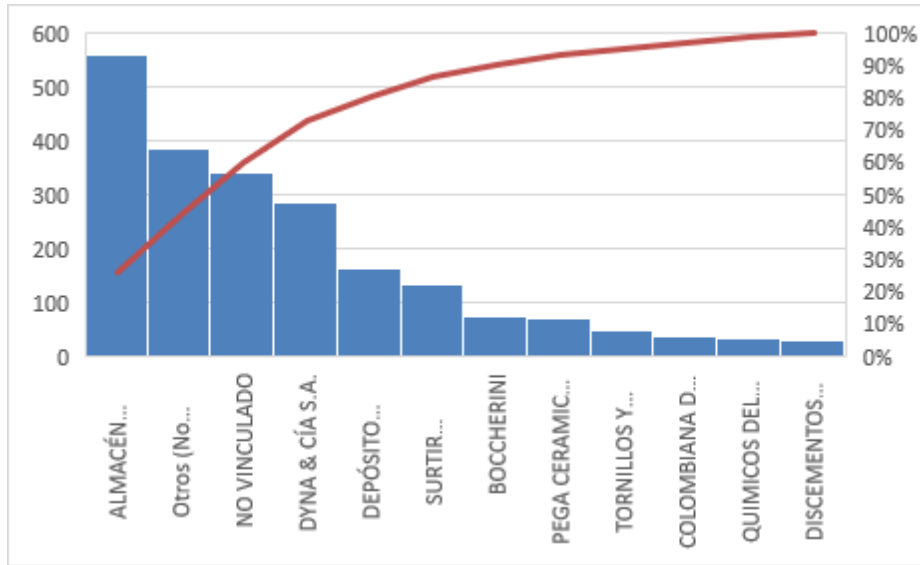
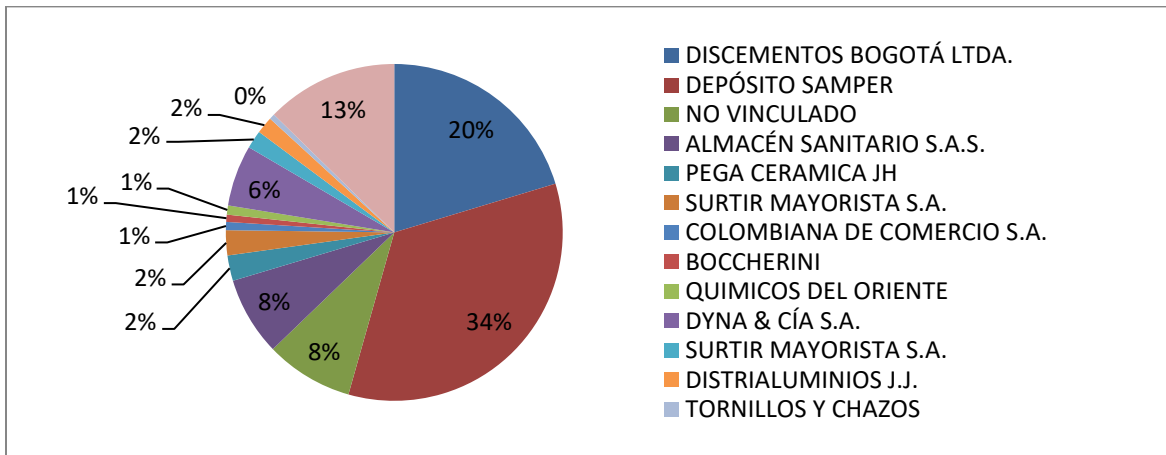


Diagrama 3. Diagrama de Pareto según número de compras realizadas a cada proveedor. Fuente: Autores.

En cuanto al gráfico 5, se representa el porcentaje en cuanto al costo de las compras por cada proveedor con respecto a los pedidos históricos desde el año 2013 a inicios del 2018. Para este criterio el proveedor que representa la mayor parte de los costos de las compras es Depósito Samper con el 34% del total, le sigue Discementos Bogotá Ltda. con 20%, el conjunto de proveedores con bajo costo de pedido “Otros” con el 13%, proveedores denominados No Vinculados y Almacén Sanitario S.A.S con el 8% como los más relevantes.

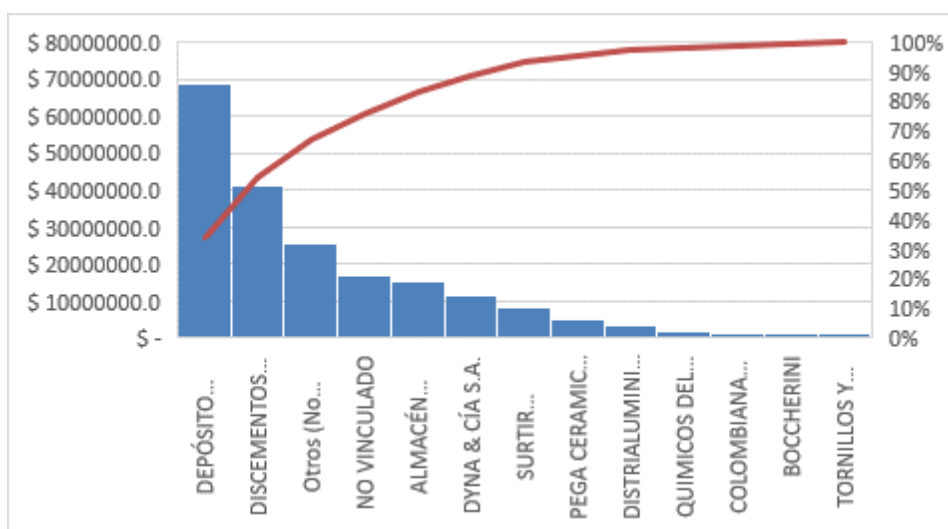


*Gráfico 5. Tarta de proveedores según valor compras. Fuente: Autores.*

El diagrama 4 representa el Pareto correspondiente a la información presentada en el gráfico 2. En este podemos observar que hay una pequeña aproximación a la relación 80 – 20, pues los primeros cinco proveedores dentro del diagrama:

- Depósito Samper (34%)
- Discementos Bogotá Ltda. (20%)
- Otros (13%)
- No vinculados (8%)
- Almacén Sanitario S.A.S (8%)
- 

Aproximadamente el 39% de los proveedores analizados (5 de 13) acumulan aproximadamente el 83% del total de los costos de pedidos hechos por la empresa entre 2013 e inicios del 2018.



*Diagrama 4. Diagrama de Pareto de proveedores según valor compras. Fuente: Autores.*

## **2.4 Caracterización de procesos.**

A partir del levantamiento de información cualitativa y el conocimiento específico del funcionamiento de los procesos, se desarrollaron los diagramas de flujo correspondientes a cada uno de los procesos, los cuales reflejan el protocolo desarrollado por la organización a la hora de llevarlos a cabo. Basados en lo anterior y con el objetivo de analizar a detalle cada uno de los procesos involucrados en el análisis, también se procedió a caracterizarlos mediante la metodología PHVA.

Para nombrar los problemas encontrados en los procesos del abastecimiento, dentro de los diagramas de flujo presentados a continuación (diagramas 5, 7, 8 y 9), se muestran actividades y decisiones específicamente resaltadas, dentro de las cuales se hallaron inconvenientes que se definen en un cuadro de resumen para cada uno de los procesos.

Esta propuesta pretende mejorar el desempeño del sistema de abastecimiento, generando una mejora en los protocolos para los puntos específicos donde se encontraron problemas dentro de cada uno de los procesos.

Para poder reconocer el orden lógico en el que se desarrollan las actividades de cada proceso del abastecimiento, se dispusieron los diagramas (diagramas: 5, 7, 8 y 9). Sin embargo, para poder reconocer mejor los elementos y características pertinentes a cada uno, a continuación, se presentan las tablas (tablas: 12, 13, 14 y 15) correspondiente a la caracterización de los procesos de abastecimiento; donde cada actividad del flujo de acción se clasifíco según corresponde en Planear (P), Hacer (H), Verificar (V) y Actuar. Adicionalmente, se presenta el objetivo y alcance del proceso para dar a entender el propósito del proceso.

Teniendo en cuenta la observación del sistema, se enuncian las entradas y salidas de cada proceso, relacionando también el actor dentro de la compañía que desempeña la labor correspondiente. Por último, se aclara que dentro de estas tablas (12, 13, 14 y 15) de la caracterización de los procesos las actividades no van en orden de sucesivo, es decir que la segunda actividad dentro de la tabla no necesariamente debe estar precedida por la primera.

## **2.5 Caracterización del proceso de compra.**

En la tabla 11, se presentan 7 actividades: para planear, hacer y verificar 2 en cada categoría y finalmente 1 para actuar. En este caso las principales entradas del proceso dependen de agentes externos, principalmente el proveedor, entonces, se puede resaltar la importancia de un análisis selectivo para los proveedores en cada compra, ya que gran parte de este proceso esta modulado por las características y atributos del vendedor.

Con el objetivo de ilustrar de mejor manera el comportamiento y llegar al detalle en el análisis del proceso de compras se realizó el flujograma correspondiente, presentado en el diagrama 5, como se puede ver, el gerente es el actor que tiene mayor participación en este proceso y dentro de los recuadros coloreados de amarillo, se han detectado problemas en las decisiones 1 y 6, además en las actividades: 1, 3, 4 y 7. Para este proceso, el principal problema encontrado, es como se mencionaba anteriormente, la empresa no cuenta con una base de datos ni una agenda que identifique los proveedores con mejor aptitud para la distribución de cierto tipo de productos relacionados con un pedido.

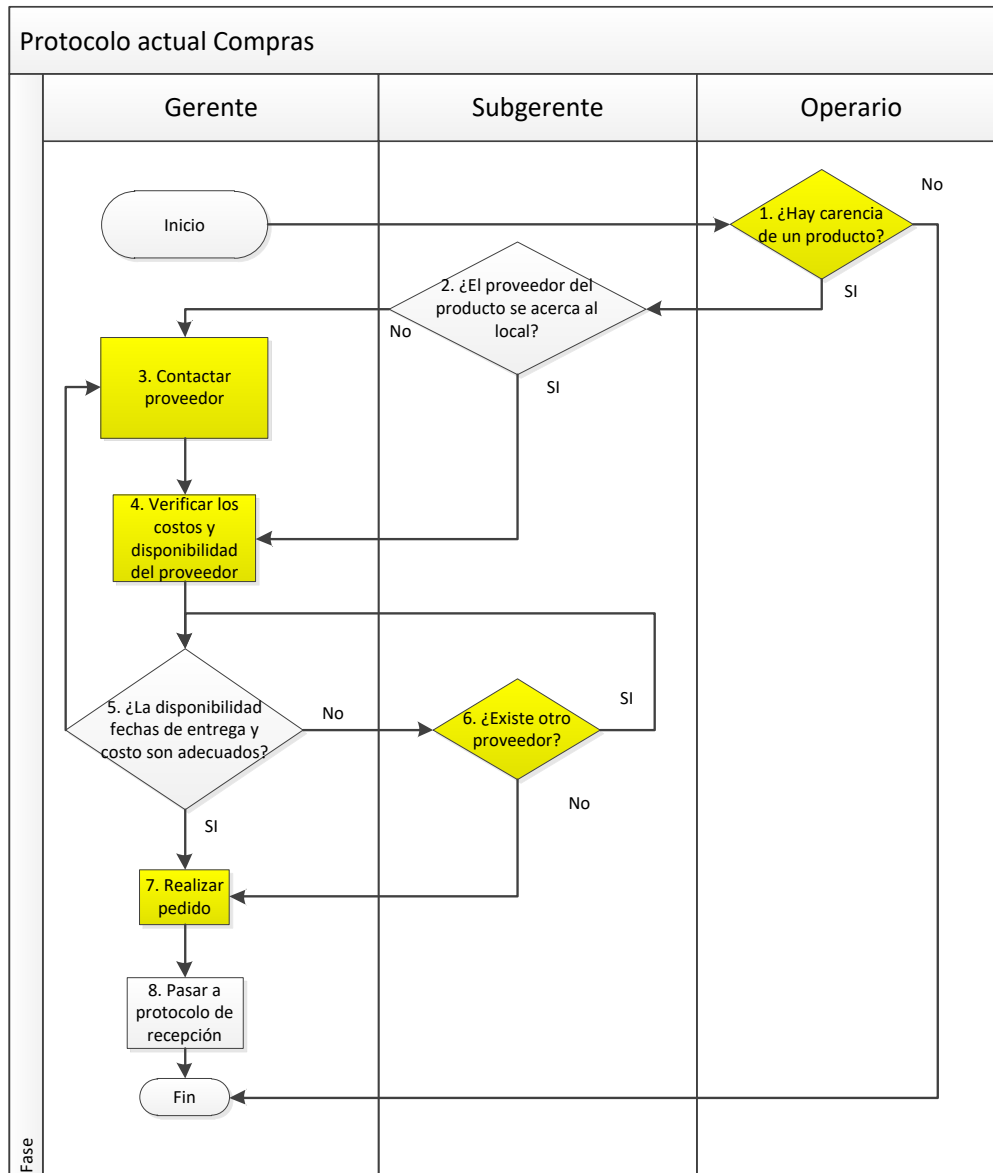


Diagrama 5. Diagrama funcional para el proceso de compras. Fuente: Autores.

Gracias las metodologías de análisis desarrolladas, se lograron detectar para el proceso de compras cinco problemáticas, las cuales serán detalladas a continuación, que a su vez son relativas a las actividades o decisiones enmarcadas en el diagrama 5. Entonces, dado que el Depósito Colinas del sur es una empresa de distribución, es una prioridad dar precios bajos y asequibles a los clientes a fin de ser competentes con la fluctuante competencia del entorno, como otros depósitos y grandes plataformas, por ejemplo, Home Center y Easy.

Tabla 7. Problemas detectados para el proceso de compras.

COMPRAS			
No. Problema	Actividad	Agente	Problema Detectado
1	1	Operario	Al no llevar documentación de las ventas y salidas de inventario que se generan no se tiene conocimiento ni registro de que productos se deben reabastecer.
2	3	Gerente	No se tiene una agenda ordenada ni actualizada sobre los proveedores.
3	4	Gerente	No se tiene ningún proceso cuantitativo para la selección de proveedores, que evalúe sus precios de venta y fechas de entrega.
4	6	Sub-Gerente	No se tiene documentada una lista de proveedores alternativos para las familias de productos.
5	7	Gerente	Dado a que no se tiene conocimiento oportuno de la falta de los productos almacenados no se realizan los pedidos oportunamente y en ocasiones se piden productos de los cuales aún se tienen existencia.

Fuente: Autores

## 2.6 Caracterización del proceso de recepción.

Siguiendo la metodología propuesta, la tabla 12 corresponde a la caracterización específica del proceso de recepción; donde cada actividad del flujo de acción se clasifico según corresponde en Planear (P), Hacer (H), Verificar (V) y Actuar (A). Teniendo 3, 5, 2 y 2 actividades para cada clasificación respectivamente.

Un hallazgo importante dentro de este proceso es que dentro del objetivo del proceso y el alcance del mismo, solo se relaciona el tema de calidad, cantidad y referencia; sin embargo, otro aspecto importante como el registro de las unidades actuales antes del pedido y las unidades finales luego del mismo, este simple registro puede prevenir posteriormente la compra de productos innecesarios, que solamente contribuyen a sobrecargarlos inventarios del almacén. En el siguiente flujograma (diagrama 6) se puede ver la cantidad de decisiones y actividades relacionadas a este proceso debido principalmente al flujo de materiales e información existente en ambos sentidos, como se puede ver en el siguiente diagrama.

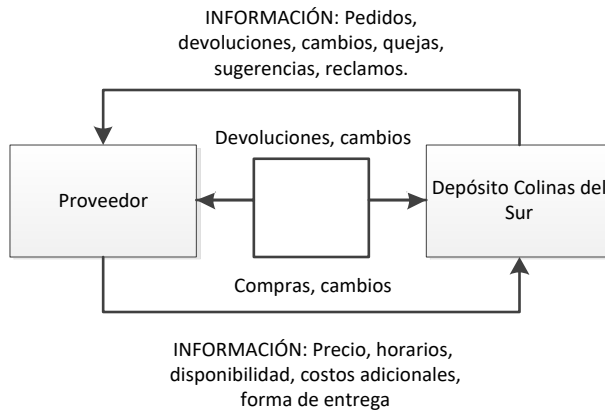


Diagrama 6. Diagrama de flujo de información y mercancía en el proceso de recepción. Fuente: Autores.

Con el objetivo de ilustrar de mejor manera el comportamiento del proceso de recepción se realizó el Flujograma correspondiente para el proceso de recepción, entonces, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la principal problemática de este proceso para poder articularse con los otros procesos del abastecimiento analizados en este trabajo es la recopilación, registro y documentación de toda la información relacionada en la compra de mercancías.

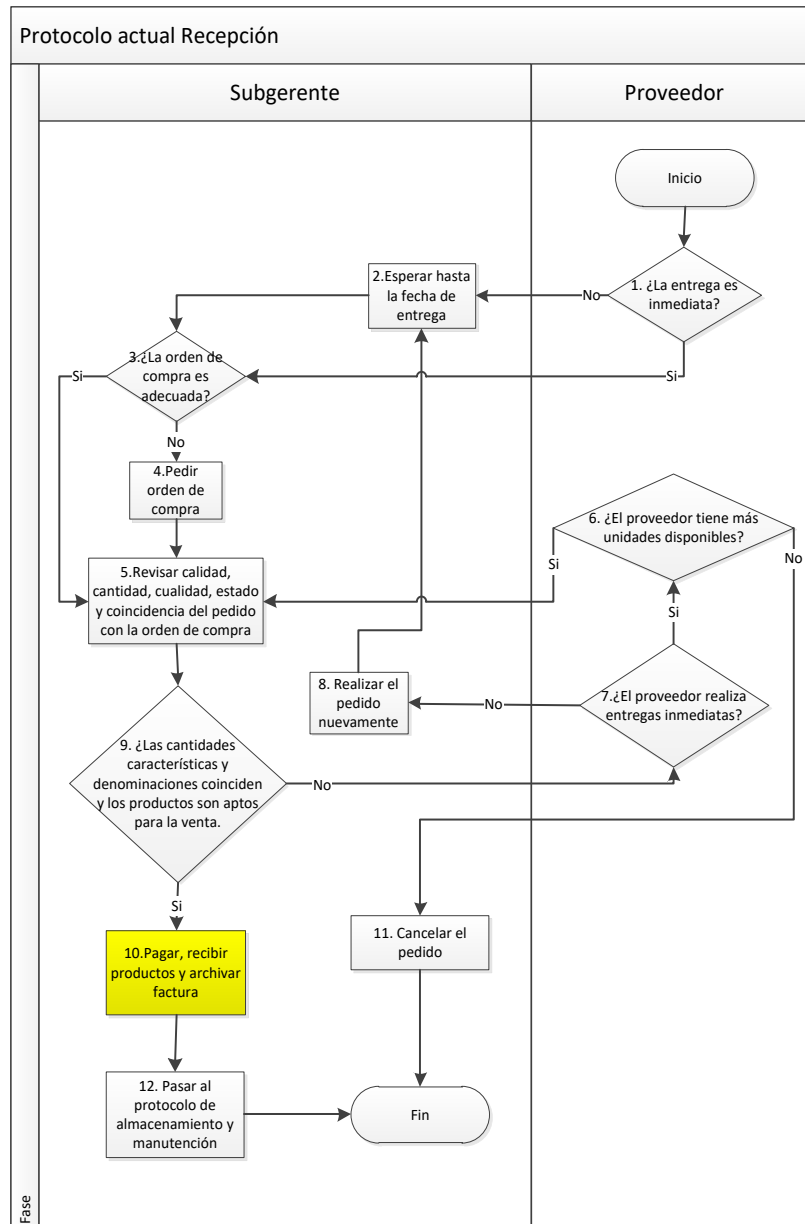


Diagrama 7. Diagrama funcional para el proceso de recepción. Fuente: Autores.

En consecuencia, la problemática encontrada se muestra en la tabla 8, la cual será detallada a continuación. Algo para resaltar es que aquí se presenta un problema que relaciona otros procesos del abastecimiento tales como compras y almacenamiento, pues al momento de no tener registro de las unidades ingresadas conduce a incertidumbre sobre las unidades almacenadas y a su vez esto puede dar paso a una noción equivocada sobre los requerimientos y consecuentemente realizar compras innecesarias.

*Tabla 8. Problemas detectados para el proceso de recepción.*

<b>RECEPCIÓN</b>			
<b>No. Problema</b>	<b>Actividad</b>	<b>Agente</b>	<b>Problema Detectado</b>
1	10.	Sub-Gerente	Actualmente, la única documentación de las recepciones es un archivo con todas las facturas de compra, sin embargo, no se tiene en cuenta la cantidad inicial y total (luego de la compra) del inventario del producto adquirido, esto produce errores en la detección de faltantes y pedidos no necesarios.

*Fuente: Autores.*

### **2.7 Caracterización del proceso de almacenamiento.**

Para el proceso de almacenamiento se tienen 2 actividades en la categoría de planear, 3 en hacer, 2 en verificar y 1 en la categoría de actuar. Sin embargo, en la tabla 13 la mayor parte de los procesos son realizados por el auxiliar de bodega, y como se detallará más adelante la mayor parte de los problemas detectados en el proceso de almacenamiento se encuentran en las actividades realizadas por el operario, pero algo importante para resaltar es que la falta de procesos de documentación y un sistema de ubicación de la mercancía son los factores que entorpecen esta parte del abastecimiento.

Con el objetivo de ilustrar de mejor manera el comportamiento y llegar al detalle en el análisis del proceso de almacenamiento se realizó el flujograma correspondiente en el diagrama 8. Así pues, como se dijo anteriormente todos los problemas encontrados se encuentran en las labores realizadas por el operario, empero, esto no debe mal interpretarse, pues estos problemas se originan dado a aspectos ajenos al operario y debe entenderse que para suprimir estos problemas es necesario adicionar actividades de documentación realizadas por el subgerente y/o gerente.

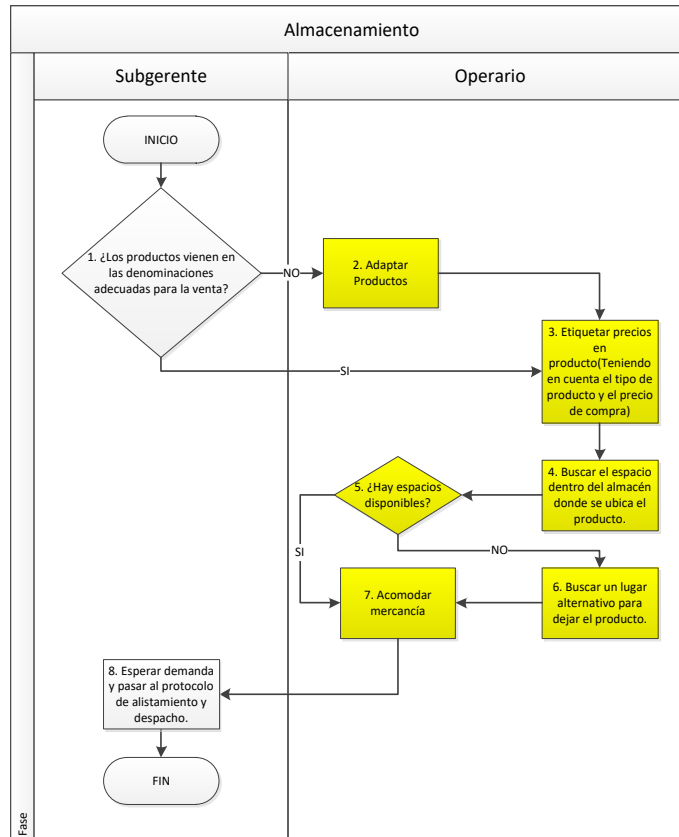


Diagrama 8. Diagrama funcional para el proceso de almacenamiento. Fuente: Autores.

Gracias las metodologías de análisis desarrolladas, se lograron detectar para el proceso de almacenamiento seis problemáticas presentadas a continuación en la tabla 9. Además, todos los problemas encontrados no tienen que ver con restricciones de espacio si no que tienen que ver principalmente con la falta de una forma de documentación de fácil consulta y acceso que articule todos los demás procesos del abastecimiento analizados, para poder articular el abastecimiento de forma coherente.

Tabla 9. Problemas detectados para el proceso de almacenamiento.

ALMACENAMIENTO			
No. Problema	Actividad	Agente	Problema Detectado
1	7	Operario	No se lleva un control actualizado de la ubicación de la mercancía ingresada, no se tiene un sistema de nomenclatura del almacén.
2	2	Operario	No se lleva registro de la cantidad de producto que hay en inventario ni el que se denomina.
3	3	Operario	No hay un control ni seguimiento ni actualización del precio de los productos, que genera ventas con precios inadecuados.
4	4	Operario	No se lleva registro de la disponibilidad o restricciones de espacio en las estanterías, ni la cantidad de producto existente, ya que no se tienen en cuenta los ingresos de mercancía, solo se consignan en el archivo.
	5	Operario	
5	6	Operario	No se lleva un control actualizado de la ubicación de la mercancía almacenada en lugares distintos a lo usual.

Fuente: Autores.

## 2.8 Caracterización del proceso de alistamiento y despacho.

Para la caracterización de este proceso, se tienen 3 actividades en la categoría planear, 5 procesos en hacer, 1 para verificar y por último uno para actuar. Adicionalmente, en la tabla 14 puede verse que es la primera vez en todas las caracterizaciones que el destinatario de las salidas de los procesos es el cliente final, entonces el desempeño de este punto de la cadena de abastecimiento afecta completamente la satisfacción del cliente, por lo tanto, el soporte que le dan los demás procesos a este es netamente fundamental ya que este puede verse traducido en ventas.

Así pues, en el diagrama 9, se presenta el flujograma para el alistamiento y despacho de pedidos, en donde se observa que todas las actividades y decisiones con problemas están relacionadas al gerente. En este punto se puede ver que la cadena principal del problema se origina debido a la falta de flujo de información entre los procesos y por lo tanto, desde el inicio, antes del alistamiento, ya se presentan inconvenientes que se propagan a lo largo de las actividades subsiguientes.

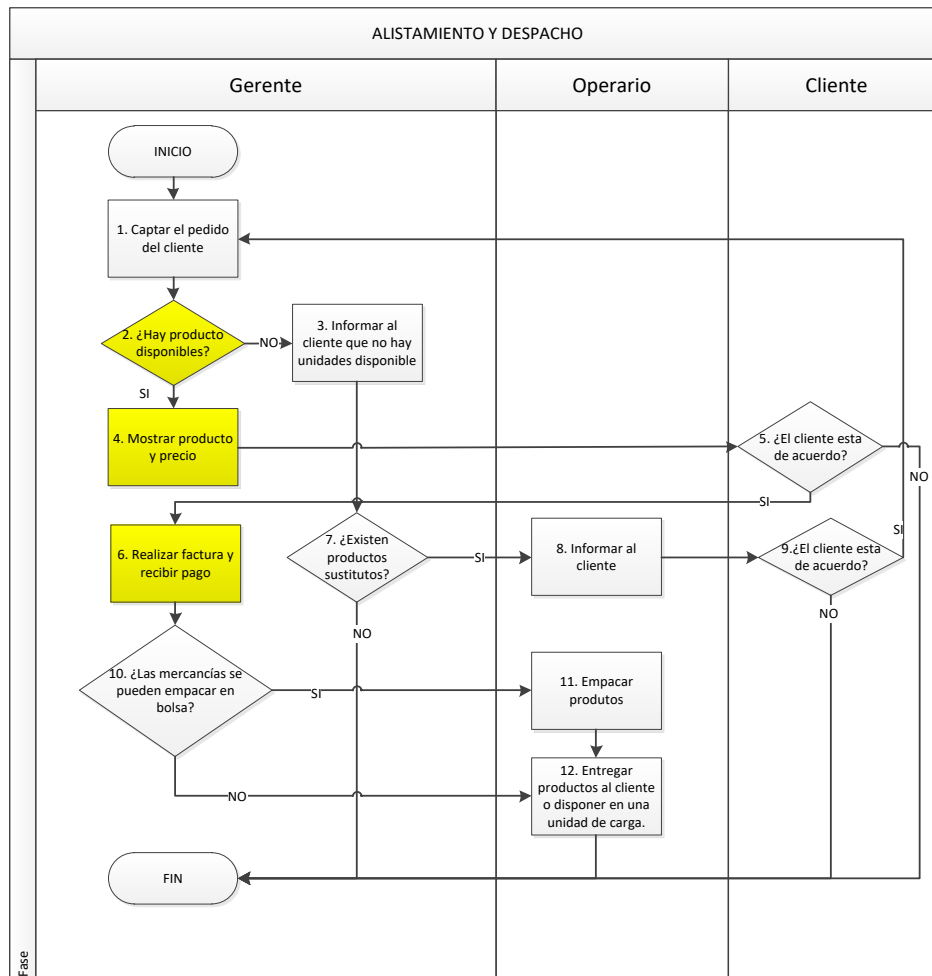


Diagrama 9. Diagrama funcional para el proceso de alistamiento y despacho. Fuente: Autores.

Entonces, en este punto se hace más evidente una de las facultades que deben tener los protocolos a establecer para solventar los problemas encontrados, estos deben tener la capacidad de conectar y compartir la información entre procesos de forma rápida y fácil. Otros aspectos que deben ser cubiertos es que

contengan información reciente y esta pueda ser actualizada continuamente, sin ocupar recursos o prolongados periodos de tiempo.

Tabla 10. Problemas detectados para el proceso de alistamiento y despacho.

<b>ALISTAMIENTO Y DESPACHO</b>			
<b>No. Problema</b>	<b>Actividad</b>	<b>Agente</b>	<b>Problema Detectado</b>
1	2	Gerente	No existe una fuente de información que permita revisar fácil y rápidamente la disponibilidad de los productos.
2	4	Gerente	En ocasiones, los precios en los productos etiquetados en la mercancía no están actualizados.
3	6	Gerente	Al momento de realizar la entrega, no se documenta ningún tipo de registro sobre la venta ni sobre la mercancía que sale, además la factura se hace a mano, dando cabida a errores de escritura.

Fuente: Autores.

### **2.9 Aspectos generales del diagnóstico realizado en el Depósito Colinas del Sur.**

En resumen, teniendo en el diagnóstico definido anteriormente, basado en el estudio de los procesos de abastecimiento de la empresa Depósito Colinas del Sur, se analizaron agentes como los proveedores y aspectos como los índices de rotación de cada una de las familias contempladas, para los últimos 5 años.

Además, se valoraron los procesos de compras, recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho de pedidos, para poder definir los agentes que intervienen en cada uno de ellos y generar la caracterización de cada uno de los procesos nombrados usando la metodología PHVA, basados en diagramas funcionales que representan la secuencia de cada uno de los procesos.

Teniendo en cuenta los hallazgos derivados de la caracterización de los procesos y la observación de la dinámica de la empresa, se identificó una serie de problemas dentro de las actividades del abastecimiento de la organización los cuales generan perdida de ventas y clientes que se traduce en la disminución de los ingresos. Para encontrar estas falencias en los procesos, fueron analizados en secuencia lógica desde el inicio hasta el final de la cadena de abastecimiento.

A continuación, se hará una breve descripción de las problemáticas encontradas y como estas conectan los procesos dentro del abastecimiento, pues están relacionadas entre sí. La cadena principal del problema inicia al no realizar un registro documentado de las ventas, esto impide la posibilidad de tener un registro histórico robusto a partir del cual realizar pronósticos o revisar tendencias para las futuras compras de mercancía, por lo que la mayoría de los pedidos se realizan sin necesidad o inoportunamente. A su vez, dentro de la recepción de pedidos, no se lleva un control sobre la cantidad ni cualidad de los elementos que ingresan al almacén. Adicionalmente, no se cuenta con un sistema de nomenclatura, por lo que tampoco se registra la ubicación donde se dispone la mercancía ingresada. El resultado de todo lo anterior, es que existan falencias en el control sobre el sistema de abastecimiento, ya que la empresa en ningún momento tiene certeza de que mercancías tienen, cuántas unidades tiene ni en donde están ubicadas. Esto a su vez implica no tener una fuente de información confiable para consultar en tiempo real la disponibilidad del pedido de un cliente dentro del almacén, hecho que puede entorpecer el proceso de venta.

Tabla 11. Caracterización proceso de compra.

Nombre del Proceso	REALIZACIÓN DE PEDIDOS Y COMPRA		Responsable	GERENTE	
Objetivo del proceso	Realizar la cotización y pedido de los productos, materias primas e insumos requeridos en la empresa de forma oportuna.		Alcance	Este proceso se aplica para todas las compras realizadas por la organización, a fin de reducir costos, tiempos de entrega y ofrecer precios más competitivos.	
Entradas	Proveedor	Actividad	Responsable	Salidas	Cliente
INSPECCIÓN DE INVENTARIO	OPERARIO	P IDENTIFICAR LOS FALTANTES EN EL INVENTARIO	GERENTE	PLANTILLA DE FALTANTES	TODOS LOS PROCESOS DE ABASTECIMIENTO
AGENDA DE PROVEEDORES, INSPECCIÓN DE INVENTARIOS	OPERARIO/GERENTE	P CONTEMPLAR OTROS PROVEEDORES POTENCIALES PARA LA COMPRA EN CUESTIÓN		LISTA PROVEEDORES OPCIONADOS	
	OPERARIO/GERENTE	H CONTACTAR PROVEEDOR		INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR	
	OPERARIO/GERENTE	H REALIZAR PEDIDO		CONFIRMACIÓN DE PEDIDO	
INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR	GERENTE/SUBGERENTE	V VERIFICAR COSTOS DISPONIBILIDAD Y TIEMPO DE ENTREGA DEL PROVEEDOR		INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR	
	GERENTE/SUBGERENTE	V VERIFICAR QUE SE HAYAN SOLICITADO LOS PRODUCTOS REQUERIDOS A CADA PROVEEDOR Y EN LA CANTIDAD REQUERIDA DE LOS MISMOS, EN CADA PEDIDO		CONFIRMACIÓN DE PEDIDO	
	GERENTE/SUBGERENTE	A SOLICITAR AL PROVEEDOR UNA APLICACIÓN O REDUCCIÓN DEL PEDIDO DEPENDIENDO DE LAS NECESIDADES Y CIRCUNSTANCIAS.		REAJUSTE PEDIDO	PROVEEDOR

Fuente: Autores.

Tabla 12. Caracterización proceso de recepción.

Nombre del Proceso	RECPECIÓN		Responsable	SUB GERENTE	
Objetivo del proceso	CONTROLAR LA REFERENCIA, CANTIDAD A FIN DE EVITAR EL DAÑO DE LOS PRODUCTOS QUE SE SOLICITAN EN LA ORGANIZACIÓN.		Alcance	GESTIONAR LA CULIDAD Y CALIDAD DE LOS PEDIDOS PARA ASEGURAR PRODUCTOS QUE SATISFACEN LAS ESPECTATIVAS DE LOS CLIENTES	
Entradas	Proveedor	Actividad	Responsable	Salidas	Cliente
INFORMACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	P DISPOSICIÓN DEL ESPACIO REQUERIDO PARA SU RECEPCIÓN Y POSTERIOR ALMACENAMIENTO	SUB GERENTE	CONFIRMACIÓN DEL ESPACIO DE ALMACENAMIENTO	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN
CONFIRMACIONES DE PEDIDOS REALIZADOS	PROVEEDOR SELECCIONADO PARA LA COMPRA	P REALIZAR EL CRONOGRAMA DE RECEPCIÓN PARA LOS PEDIDOS		CRONOGRAMA DE RECEPCIÓN	ORGANIZACIÓN
		P REGISTRAR LOS PRODUCTOS RECIBIDOS		ORDEN DE COMPRA	
		H SOLICITAR ORDEN DE COMPRA		INGRESO DE MERCANCIAS	
ORDEN DE COMPRA		H RECEPCIÓN FISICA DE MERCANCIAS		PRODUCTOS LISTO PARA ROTULAR	ORGANIZACIÓN
		H ENUMERAR LA REFERENCIA Y CANTIDAD DE LOS PRODUCTOS RECIBIDOS		FACTURA DE PAGO	PROVEEDOR
		H CANCELACIÓN DEL COSTO DEL PEDIDO		ROTULAR PRODUCTOS	CONSUMIDOR
		H DETERMINAR EL PRECIO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS		VERIFICACIÓN CONCORDANCIA PEDIDOS	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN
MERCANCIAS RECIBIDAS		V VERIFICAR LA CORRESPONDENCIA ENTRE LA FACTURA Y EL PEDIDO SOLICITADO		VERIFICACIÓN MERCANCIA	PROVEEDOR
		V VERIFICAR LA CALIDAD Y ESTADO DE LOS PRODUCTOS		RECTIFICAR PEDIDO	
		A REALIZAR NUEVAMENTE EL PROCESO DE PEDIDO DE FORMA PARCIAL O TOTAL DEPENDIENDO EN CASO DE INCONFORMIDAD.		PEDIDO CANCELADO	
		A CANCELAR EL PEDIDO EN CASO DE INCONFORMIDAD TOTAL			

Fuente: Autores

Tabla 13. Caracterización proceso de almacenamiento.

Nombre del Proceso	ALMACENAMIENTO			Responsable	SUB GERENTE - GERENTE	
Objetivo del proceso	GARANITZAR EL SUMINISTRO CONTINUO DE LOS PRODUCTOS.			Alcance	GARANTIZAR AL CLIENTE LAS CONDICIONES DE CALIDAD Y CANTIDAD DE LOS PEDIDOS A LA HORA DE SER REALIZADOS.	
Entradas	Proveedor		Actividad	Responsable	Salidas	Cliente
BOLSAS, LONAS O RECIPIENTES PARA LA AGRUPACIÓN MESURADA DEL PRODUCTO	GERENTE	P	DISPONER DE RECURSOS PARA ADAPTAR LA CANTIDAD DEL PRODUCTO A LAS NECESIDADES DEL CLIENTE	SUB GERENTE - GERENTE	RECIPIENTES PARA EMPAQUETADO	AUXILIAR DE BODEGA
INFORMACIÓN DE ESPACIO DISPONIBLE	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	P	DISPONER DEL ESPACIO IDONEO PARA ACOMODAR LOS PEDIDOS		CONFIRMACIÓN DEL ESPACIO DE ALMACENAMIENTO	
MERCANCIAS RECIBIDAS Y BOLSAS, LONAS O RECIPIENTES PERTINENTES	PROVEEDOR Y EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	H	ADAPTAR LA CANTIDAD DE PRODUCTO A LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE DE SER NECESARIO		MERCANCIAS EMPACADAS EN LAS CANTIDADES ESPECÍFICAS	
MERCANCIAS RECIBIDAS Y EMPACADAS EN LAS CANTIDADES ESPECÍFICAS		H	ETIQUETAR LOS PRECIOS EN LOS PRODUCTOS		MERCANCIAS ROTULADAS	
MERCANCIAS ROTULADAS	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	H	ACOMODAR MERCANCIA		MERCANCÍA ALMACENADA	
MERCANCIAS RECIBIDAS Y EMPACADAS EN LAS CANTIDADES ESPECÍFICAS	PROVEEDOR Y EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	V	VERIFICAR QUE PRODUCTOS VIENEN EN DENOMINACIONES ADECUADAS PARA LA VENTA		MERCANCIAS ROTULADAS	SUB GERENTE - GERENTE
MERCANCIAS ALMACENADAS	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	V	VERIFICAR QUE LOS PRODUCTOS ESTEN ALMACENADOS EN EL LUGAR INDICADO CON EL PRECIO INDICADO		MERCANCÍA ALMACENADA	
		A	REETIQUETAR LOS PRODUCTOS CON PRECIOS ERRONEOS O QUE NECESITEN AJUSTE	MERCANCIAS ROTULADAS	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	

Fuente: Autores

Tabla 14. Caracterización proceso de alistamiento y despacho.

Nombre del Proceso	ALISTAMIENTO DE PEDIDOS Y VENTA			Responsable	SUB GERENTE - GERENTE	
Objetivo del proceso	PREPARAR LAS ORDENES DE PEDIDO DE LOS CLIENTES PARA PODER ENTREGARLAS OPORTUNAMENTE			Alcance	TENER LA CAPACIDAD DE ENTRAGAR AL CLIENTE LOS PRODUCTOS QUE REQUIERE EN LAS CONDICIONES QUE SOLICITA, APOYANDOSE EN LAS SALIDAS DE LOS PROCESOS ANTERIORES.	
Entradas	Proveedor		Actividad	Responsable	Salidas	Cliente
REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	CLIENTE FINAL	P	CAPTAR EL PEDIDO DEL CLIENTE	SUB GERENTE - GERENTE	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	SUB GERENTE - GERENTE
REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE VERIFICACIÓN DE INVENTARIO	CLIENTE FINAL	P	DISPONER DE LAS UNIDADES NECESARIAS		APROBACIÓN DEL PEDIDO SOLICITADO	CLIENTE FINAL
	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	P	CONTEMPLAR PRODUCTOS SUSTITUTOS		OPCIONES DE ALTERNATIVAS	
	SUB GERENTE - GERENTE	H	INFORMAR SOBRE CARACTERÍSTICAS, MARCAS Y PRECIO		COMUNICACIÓN DE INFORMACIÓN AL CLIENTE	
		H	MOSTAR PRODUCTO			
PAGO DEL CLIENTE	CLIENTE FINAL	H	REALIZAR FACTURA Y RECIBIR PAGO		INGRESO A CAJA	ORGANIZACIÓN
MERCANCÍA ALMACENADA	SUB GERENTE - GERENTE	H	EMPACAR PRODUCTOS		PEDIDO EMPACADO	CLIENTE FINAL
MERCANCÍA ALMACENADA	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	H	DESPACHAR PEDIDO EN MEDIO DE TRANSPORTE		ENTREGA DE PEDIDO A CLIENTE	
PEDIDO EMPACADO	SUB GERENTE - GERENTE	V	VERIFICAR COINSIDENCIA DEL PEDIDO		CONFIRMACIÓN DE PEDIDO EMPACADO	
MERCANCÍA ALMACENADA	EMPLEADOS DE LA ORGANIZACIÓN	A	CAMBIAR PRODUCTOS ERRONEOS		PEDIDO EMPACADO	

Fuente: Autores

## **CAPÍTULO III**

### **Definición de protocolos para la compra, recepción, almacenaje y preparación de pedidos del depósito Colinas del Sur.**

Basados en el diagnóstico realizado y las problemáticas encontradas en el capítulo II, se realizó una mejora de proceso soportada en una herramienta de software junto con documentación física que respalda y busca solucionar las problemáticas de la cadena de abastecimiento.

Dentro del proceso de compras, las principales falencias se detectaron en el momento de consultar información sobre los requerimientos, cual es el proveedor adecuado para cada producto y no tener disponible una agenda de proveedores. Para la organización es muy importante resolver estas problemáticas del proceso de compras ya que este soporta al proceso de ventas mediante el ingreso de mercancías que han salido del inventario.

En cuanto al proceso de recepción, se detectó como principal causante de los problemas la falta de documentación actualizada que incorpore la información pertinente de las cantidades de inventario existentes en el almacén, solucionar la falla en la exactitud de estas cantidades proporcionará a la organización valores concretos para el reabastecimiento de los productos.

Los procedimientos críticos dentro del almacenamiento de mercancías son: el consultar de forma rápida y fácil tanto la disponibilidad de un producto como su ubicación dentro del almacén pues no existe documentación sobre las existencias actuales, inventario entrante y saliente, ni tampoco una denominación para las diferentes estanterías del almacén que permita reconocer su ubicación fácilmente. La respuesta a estos problemas facilitará el proceso de ventas, al agilizar la búsqueda de información requerida para captar la solicitud del cliente, además, soportará el proceso de compras, indicando cuándo, cuántos y cuáles productos deben ser reabastecidos.

El proceso de alistamiento y despacho refleja sus principales problemas debido a la falta de una fuente de información verídica para consultar la disponibilidad y precios actualizados de los productos, además de la falta de documentación idónea para su venta; la solución de los procedimientos críticos mencionados brindará a la organización información histórica exacta tanto en cantidad como en monto de las ventas realizadas.

Con el fin de respaldar, validar y garantizar el flujo de información que almacena el Sistema de Información, se plantean a continuación registros que diligenciados durante los procesos propuestos (los cuales serán detallados más adelante), proporcionarán evidencia y soporte de la realización oportuna de las actividades planeadas, además de a futuro conocer y evaluar la gestión realizada.

### 3.1 Protocolos y propuestas, para el proceso de compra.

En esta sección se presentarán las soluciones desarrolladas para las problemáticas definidas en la tabla 7 del capítulo 2. A manera de guía en la tabla 15 se menciona el número del problema y en donde se encuentra la solución propuesta para el mismo.

Tabla 15. Tabla guía de problemáticas y soluciones para el proceso de compras

No. Problema	Solución desarrollada
1, 5	Sección 3.1.1, Gráfico 10
2	Sección 3.1.2, Tabla 17 y 18
3, 4	Sección 3.1.3, tablas 20 y 21

Fuente: Autores

#### 3.1.1 Cantidad sugerida de reordenamiento de inventario

Se indicó que no se había establecido un procedimiento para llevar la documentación correspondiente a salidas de inventario que se generan por ventas, por lo que no se tiene conocimiento ni registro de que productos se deben reabastecer oportunamente. A partir del desarrollo de un formulario dentro de la herramienta llamado lista de productos por pedir. El software además de registrar y guardar las salidas de inventario, desde el formulario de ventas (sección 3.4) alerta mediante una tabla en el formulario *lista de pedidos*, que productos se tienen existencias por debajo del valor mínimo recomendada, qué cantidad de estos se recomienda pedir, a que proveedor corresponde y la prioridad en la que necesitan ser reabastecidos siendo *4 leve y 1 urgente*, teniendo un inventario de referencia y una base de datos con las existencias de cada producto se evitará realizar compras de productos innecesariamente. Antes de mencionar como se calcula el valor de esta prioridad, debe decirse que gracias al juicio de las directivas se establecieron valores mínimos de inventario con los que se debe contar para cada producto. Como se dijo antes en la lista de pedidos, solo se tienen productos cuyo inventario reporta ser menor al sugerido. Así pues, la prioridad depende del siguiente factor:  $\frac{\text{Num. existencias}}{\text{inventario mínimo}}$ , es decir es el porcentaje que representan las unidades existentes de algún producto con respecto al inventario mínimo establecido, entonces si este factor esta entre:

- 0 y 15% se declara prioridad 1.
- Mayor a 15% y menor o igual a 30% se declara prioridad 2
- Mayor a 30% y menor o igual a 80% se declara prioridad 3
- Mayor a 80% y menor o igual que 100% se declara prioridad 4

Gráfico 6. Formulario Productos por Pedir Sistema de Información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores.

Adicionalmente, para el soporte de seguridad se sigue el procedimiento estándar dado por el administrador de bases de datos Access, estos archivos de back up se generarán diariamente al momento de finalizar la jornada laboral y quedarán guardados por default en una carpeta con nombre "Sistema de Información Depósito Colinas del Sur" en el disco local D.

### 3.1.2 Agenda de clientes

En el diagnóstico para el protocolo de compras, se identificó que la organización no cuenta con una agenda actualizada de los proveedores ni de posibles proveedores sustitutos, esto se refleja en la falta de protocolos en los que se evalúen precios de venta y fechas de entrega para la selección de estos. Entonces, se realizó una agenda dentro de la base de datos con los campos mostrados en la tabla 16 en los cuales se muestra un número entero de identificación único respectivo para cada proveedor (requerido para la documentación y el software) la información fundamental de contacto y se especifica cual valor mínimo de cada proveedor para que traigan un pedido, si este tiene costo junto con el tiempo medio de entrega. Para ello se cuenta con los datos actualizados de los proveedores con los que se ha tenido contacto en los 3 últimos años.

Tabla 16. Campos tabla proveedores.

Id_Proveedor	Nombre_proveedor	Tel_Fijo	Cel.	Email - Web page	Dirección	Pedido Mínimo (\$)	Tiempo medio de entrega.	Costo pedido
--------------	------------------	----------	------	------------------	-----------	--------------------	--------------------------	--------------

Fuente: Autores

### 3.1.3 Propuesta para la selección de proveedores

Respecto a la selección de proveedores tanto principal como sustituto, se realizaron tablas dentro de la base de datos que contienen los datos de cada producto de cada familia, con los campos mostrados en la tabla 17. En la identificación de los proveedores idóneos para cada producto, los factores de evaluación fueron: el precio de venta, el costo y tiempo medio de entrega. Sin embargo, en la mayoría de los casos los proveedores no tienen costo de pedido y el tiempo de entrega es menor a una semana, por lo que el factor con mayor peso fue el precio de venta.

Esta selección se hizo contactando individualmente a cada proveedor solicitando la lista de precios de sus productos y realizando la comparación, asignando así tanto el proveedor principal como el sustituto para cada producto. No obstante, el sistema a su vez tiene la funcionalidad de cambiar automáticamente el

proveedor registrado para cierto producto en caso de que se registre el ingreso de unidades bajo otro proveedor que ofrezca un mejor precio.

Tabla 17. Campos tabla productos

Código producto	Código de Barras	NOMBRE PRODUCTO	Id Proveedor	Nombre Proveedor	Precio Compra	Precio Venta	Proveedor Sustituto
-----------------	------------------	-----------------	--------------	------------------	---------------	--------------	---------------------

Fuente: Autores

Además, para la clasificación de la mercancía, los productos en el inventario se dividieron en familias (como se explica en la tabla 5 del capítulo 2), adicionalmente, para la identificación individual de cada uno de los productos en cada familia se estableció un sistema de numeración, compuesto por 4 o 5 dígitos, en el cual:

- Las unidades, decenas y centenas identifican el número que ocupa el producto en la familia.
- Las unidades de mil representan el número de la familia, desde 1 para aceros hasta 14 para tejas.

Por ejemplo: el código 10 030 es la identificación para el producto número 030 de la familia número 10 que es grifería. El rango de 1000 unidades por familia obedece al máximo número de unidades que pueden estar vinculados a la misma. Esta numeración se realizó como una forma de poder identificar todos los productos de forma más sencilla tanto para el software desarrollado como para la documentación de soporte establecida en cada proceso, como se especifica en la tabla 18.

Tabla 18. Rango de códigos por familia de productos

Familia	Rango de código de productos
ACEROS	Desde 1000 – hasta 1999
ARTICULOS_DE_ALUMINIO	Desde 2000 – hasta 2999
ARTICULOS_DE_PVC	Desde 3000 – hasta 3999
CARPINTERIA	Desde 4000 – hasta 4999
CERAMICA	Desde 5000 – hasta 5999
COMPRAS	Desde 6000 – hasta 6999
CONGLOMERANTES	Desde 7000 – hasta 7999
ELECTRICOS	Desde 8000 – hasta 8999
ELECTRODOMESTICOS	Desde 9000 – hasta 9999
GAS	Desde 10000 – hasta 10999
GRIFERIA	Desde 11000 – hasta 11999
HERRAMIENTAS_PARA_BRICOLAJE	Desde 12000 – hasta 12999
PINTURAS	Desde 13000 – hasta 13999
PRODUCTOS_QUIMICOS	Desde 14000 – hasta 14999
TEJAS	Desde 15000 – hasta 15999

Fuente: Autores

### 3.1.4 Documentación para el proceso de Compras

Específicamente para el proceso de compras se plantean dos tipos de registro basados en la priorización explicada en el numeral 3.13. El primero de estos corresponde a la solicitud y compra de productos con priorización tipo 1 y 2, el documento propio solicita validar la información correspondiente al momento de

contactar al proveedor y acordar la compra de los productos que necesitan ser reabastecidos con urgencia debido a su prioridad. Dicho documento es mostrado a continuación.

Tabla 19. Formato Registro Compra de Productos Prioridad 1 y 2

<b>DEPOSITO COLINAS DEL SUR</b>		<b>Código Formato</b>	FC1DCS V1
		<b>Página</b>	1 de 1
		<b>Fecha</b>	
<b>FORMATO COMPRA PRODUCTOS PRIORIDAD 1 y 2</b>			
<b>N° factura de compra:</b>		<b>Nombre proveedor:</b>	<b>Fecha estimada de entrega:</b>
		<b>Id Proveedor:</b>	
<b>Cód. Producto</b>	<b>Nombre Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Compra</b>
		<b>Total Unidades Solicitadas</b>	<b>Total Costo:</b>
<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	

Fuente: Autores

(El formato propuesto cuenta con más campos de registro, por motivos de practicidad en el documento no se muestra completo).

El segundo formato propuesto para este protocolo corresponde al procedimiento para la compra de productos con priorización tipo 3 y 4, el documento de registro correspondiente debe ser diligenciado en el momento en el que se consulta el formulario “Lista Productos por Pedir”, se encuentran productos en este estándar y se espera la visita del Proveedor para realizar el pedido. El documento en mención es mostrado a continuación.

Tabla 20. Formato Registro Compra Productos Prioridad 3 y 4

<b>DEPOSITO COLINAS DEL SUR</b>				<b>Código Formato</b>	FC2DCS V1
				<b>Página</b>	1 de 1
				<b>Fecha</b>	
<b>FORMATO COMPRA PRODUCTOS PRIORIDAD 3 y 4</b>					
<b>N° factura de compra:</b>		<b>Nombre proveedor:</b>		<b>Id Proveedor:</b>	
<b>Cód. Producto</b>	<b>Nombre Producto</b>			<b>Cantidad</b>	
				<b>Total Unidades Por Pedir</b>	
<b>REVISÓ</b>			<b>APROBÓ</b>		

Fuente: Autores

(El formato propuesto cuenta con más campos de registro, por motivos de practicidad en el documento no se muestra completo).

Cabe resaltar que el campo denominado “N° factura de compra”, es el común denominador para realizar las correspondientes validaciones en los documentos de registro para los protocolos de Recepción y Almacenamiento que serán detallados más adelante.

### 3.1.5 Protocolo propuesto proceso de Compras

Específicamente para el proceso de compras se integraron dos nuevos procedimientos en el protocolo propuesto: 1 y 4, estos procedimiento relacionan el Sistema de Información específicamente el formulario de “Lista de Productos por Pedir” y su estándar de priorización explicado anteriormente para brindar una metodología de reabastecimiento acorde a las condiciones actuales de la organización; además de esto se integran dos procedimientos ligados a los registros de documentación a su vez relacionados a esta priorización.

El uso de esta documentación brindara a la empresa un estándar de validación en cuanto a que productos en que cantidad y con qué urgencia son necesarios de reabastecer.

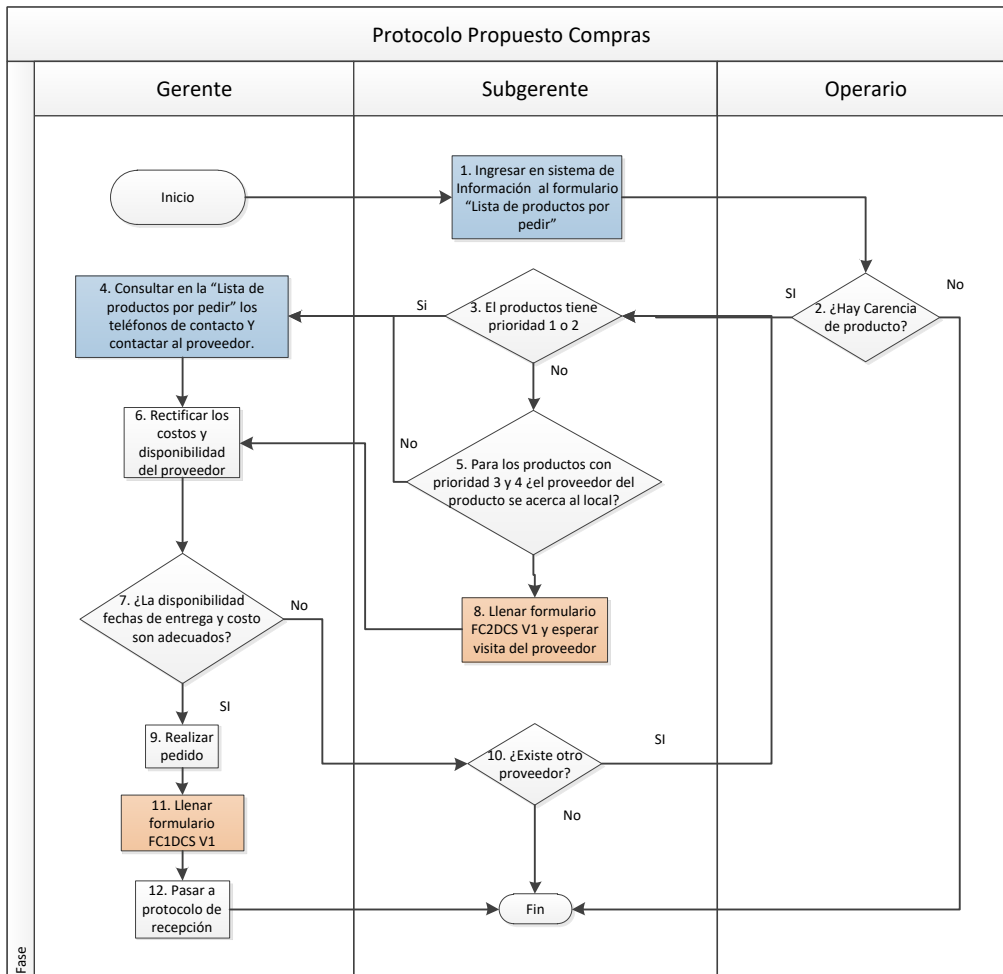


Diagrama 10. Diagrama Protocolo Propuesto para el proceso de compras. Fuente: Autores.

### 3.2 Protocolos y propuestas, para el proceso de recepción de pedido (Formulario y lectura de códigos de barras para el ingreso de las mercancías).

En esta sección se presentarán las soluciones definidas para la problemática definida en la tabla 8 del capítulo 2 que respecta al proceso de recepción, la respuesta a la única problemática encontrada se encuentra a continuación en el numeral 3.2.1.

#### 3.2.1 Funciones del software para la recepción de pedidos

Para este proceso las principales problemáticas también son referentes a la falta de registro y documentación sobre la cantidad inicial y total de inventario de los productos adquiridos; esto a su vez es generador de errores al momento de la detección de faltantes y pedidos no necesarios.

A partir de la creación del sistema de información se generó un formulario de recepción de mercancía el cual cumple con las siguientes 3 funciones principalmente: cuenta con una opción para el ingreso de mercancía, otra función permite realizar la actualización necesaria a la mercancía que así lo requiera y la última permite vincular productos que no estén registrados en la base de datos.



### 3.2.3 Protocolo propuesto proceso de Recepción

Dentro del protocolo de recepción propuesto, se propusieron 6 elementos nuevos. Los elementos 10, 13, 14, 15, 16 y 17 implican el uso de la herramienta desarrollada. Estos son necesarios en el proceso pues se encargan de ingresar la información de la mercancía que ingresa al almacén en los pedidos y así actualizar el inventario. Adicionalmente, para soportar esta información se tiene el formato FR1DCSV1, presentado en la tabla 22. Este debe diligenciarse justo después de contrastar la orden de compra con el material recibido, adicionalmente puede ser contrastado con alguno de los formatos llenados en el proceso de compras (tablas 20 y 21). Esto para verificar la coherencia del pedio y rastrear rápidamente posibles errores de digitación al momento de actualizar el inventario en la herramienta. Este formato tiene un número de factura de compra, que debe coincidir con el mismo campo en el formato de compras respectivo para cada pedido y así se tendrá a la mano la información del pedido en cada parte del proceso.

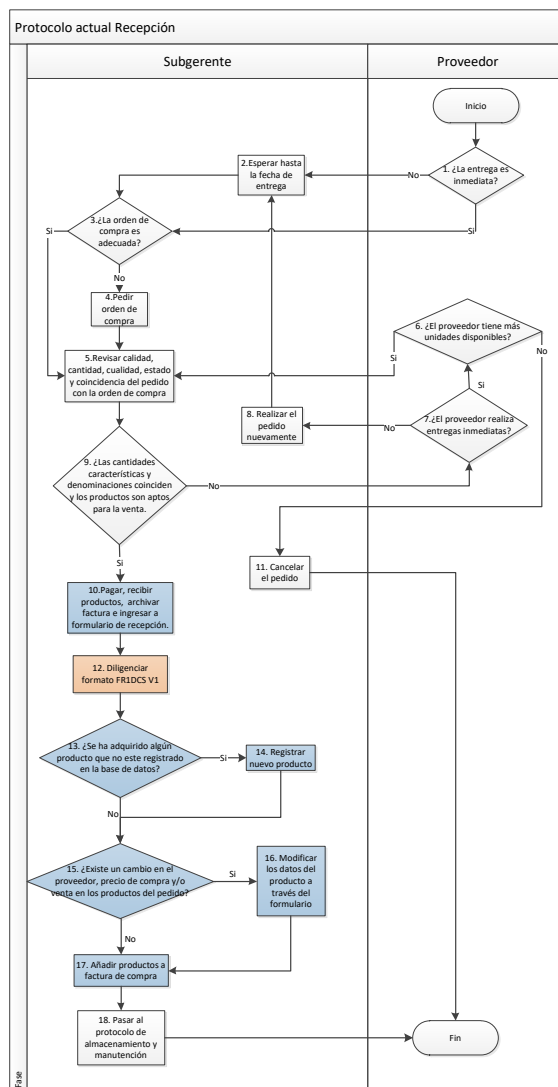


Diagrama 11. Diagrama Protocolo Propuesto para el proceso de recepción. Fuente: Autores.

### 3.3 Protocolos y propuestas, para el proceso de almacenamiento (Diseño de almacén y nomenclatura del almacén).

En el diagnóstico para el protocolo de almacenamiento, se identificó que no se lleva un registro de la cantidad de inventario con el que se cuenta, la falta de un sistema de nomenclatura de almacén, restricciones de espacio, entre otros, a continuación, se muestran las propuestas que resuelven los problemas definidos en la tabla 9 del capítulo 2. La tabla 22 enuncia el número del problema y en donde se encuentra la solución propuesta para el mismo.

Tabla 22. Tabla guía de problemáticas y soluciones para el proceso de compras

No. Problema	Solución desarrollada
1	Sección 3.3.1, Tablas 23 -26
2, 3, 4	Sección 3.3.2, Tabla 27
5	Sección 3.3.3

#### 3.3.1 Sistema para la ubicación de mercancía dentro del almacén

Para poder reconocer que cantidad de inventario y donde se encuentra el mismo fue muy importante realizar la caracterización tanto en forma como en estructura del almacén, en donde se concentra la mercancía. La creación de un sistema de nomenclatura para los espacios de almacenamiento permite designar en una consulta del sistema de información valores exactos a unidades disponibles de producto, y adicionalmente el espacio disponible de almacenamiento existente en la locación consultada; es importante resaltar la importancia y responsabilidad por parte de la organización de registrar los productos entrantes en el sistema con el fin de llevar un registro de los niveles de inventario actualizado.

Tabla 23. Nomenclatura primera sección almacén.

PRIMERA SECCIÓN	
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
A	CANALETA
B	TUBOS PVC
C	CEMENTO
D	CABLES 1
E	CABLES 2
F	ACCESORIOS PARABOLICA, ARMELLAS, EMPAQUES PARA LLAVE
G	BROCAS (IRWIN), TORNILLOS, REMACHES, TORNILLOS ACEROS
H	MOSTRADOR ALTO
ZY	MOSTRADOR PISO1
ZZ	MOSTRADOR PISO2

Fuente: Autores

Tabla 24. Nomenclatura segunda sección almacén.

SEGUNDA SECCIÓN	
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
I	GRIFERIA
J	TORNILLERIA
K	REGISTROS GAS Y AGUA
L	MALLA ACCESORIOS
M	MALLA ELEVADA ACCESORIOS
N	ESTUCOS
O	SODA CAUSTICA

Fuente: Autores

Tabla 25. Nomenclatura tercera sección almacén

TERCERA SECCIÓN	
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
P	CABOS
Q	BOMBILLOS Y BOQUILLAS
R	DISPONIBLE
S	VINILOS CINTAS Y GRIFERIAS
T	CABLES ALAMBRE (LUZ) TACOS
U	RODILLOS
V	TUBOS CPVC
X	PVC 4"
ZX	MANGUERRAS-GAS-GUANTES
ZV	TORNILLOS-GRADAS-ELECTRODOMESTICOS
ZW	ARTICULOS VARIOS

Fuente: Autores

Tabla 26. Nomenclatura cuarta sección almacén

CUARTA SECCIÓN	
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
X	PVC SANITARIO
Y	ESTUCO AMARRES Y CURVAS
Z	PVC
AA	PUNTILLA DE ACERO
AB	ELECTRICOS-ACCESORIOS PVC
AC	ACCESORIOS PVC ½"- SOLDADURA PVC-LIMPIADOR
AD	GALONES PINTURA
AE	PVC SANITARIO
AF	CANALETAS FILOSAS
AG	PUNTILLA Y ACCESORIOS AVANZADOS
AH	PLATEROS
AI	CEMENTO POR KG ALAMBRE Y GAS

Fuente: Autores

Adicionalmente, para complementar la localización de un producto, se creó un código llamado "Id localización" que sirve para indicar en qué lugar del almacén se encuentra un producto determinado. A este código le acompañan dos números. La primera cifra especifica el nivel de la góndola, entonces, los niveles

más cercanos al suelo representan el número 1, el número 2 para el siguiente y así sucesivamente hasta 7, pues la góndola más alta tiene 7 niveles. Por otra parte, segundo número del Id localización representa la cifra que le corresponde al producto dentro de este nivel en la góndola. Por ejemplo, Id localización: S25, significa la localización de un producto situado en la góndola S, en el nivel 2 y es el quinto producto dispuesto en este nivel.

### 3.3.2 Campos de la tabla de almacenamiento para conocer el nivel de existencias en tiempo real

En primera instancia, conocer la cantidad existente de producto en el almacén no es útil si no se sabe en donde se encuentra este inventario, por lo cual se hizo necesario desarrollar el código Id localización mencionado anteriormente, así se podía conocer la ubicación de cada producto.

La información de que producto, cuanto y donde se encuentra se condensa en la tabla “Almacenamiento”, la cual cuenta con los campos mostrados en la tabla 27, donde las unidades existentes representan el número de unidades disponibles en esta localización, la columna de espacio disponible indica el número de unidades del producto que aún se puede almacenar y el inventario mínimo ya se definió anteriormente en la sección 3.1.1.

Tabla 27. Campos tabla Almacenamiento.

Id Localización	Código producto	Unidades existentes	Espacio Disponible	INVENTARIO MIN
-----------------	-----------------	---------------------	--------------------	----------------

Fuente: Autores

Adicionalmente, el ingreso de mercancías al sistema se realiza con el formulario de recepción como se indica en los numerales 3.2 y 3.2.1. Finalmente, para la salida de mercancías, se utiliza el formulario menú principal definido en la sección 3.4 y 3.4.2

### 3.3.3 Actualización de inventarios

El sistema de información permite almacenar un producto en más de una localización. Esto permite tener conocimiento si un producto es almacenado en lugares diferentes a lo usual, verse Adicionalmente la herramienta cuenta con una función la cual, a partir de la posible existencia en dos o más locaciones diferentes de un mismo producto, generar una actualización coherente en cuanto al número de existencias descontando del inventario según la prioridad del sitio de almacenamiento seleccionado al momento de la venta.

### 3.3.4 Documentación para el proceso de Almacenamiento

En cuanto al proceso de Almacenamiento, se establece un documento de registro que tiene como finalidad validar al momento de la acomodación de los productos la cantidad de inventario pre-compra y actualizar la cantidad de inventario post-compra, además de confirmar la localización de los productos; esta validación de conteo se realiza comparando la información con la del documento de registro del proceso de Recepción y en la tabla “Almacenamiento” del sistema de información. Dicho documento es mostrado a continuación.

Tabla 28. Formato Registro Almacenamiento de Productos.

DEPOSITO COLINAS DEL SUR				Código Formato	FA1DCS V1
				Página	1 de 1
				Fecha	
REGISTRO CONTROL DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS					
N° factura de compra:			Nombre proveedor:		
				Id Proveedor:	
<b>Cód. Producto</b>	<b>Nombre Producto</b>	<b>Localización Producto</b>	<b>Inventario Inicial</b>	<b>Inventario Final</b>	
			<b>Total Unidades</b>	<b>Total Unidades</b>	
REVISÓ			APROBÓ		

Fuente: Autores

(El formato propuesto cuenta con más campos de registro, por motivos de practicidad en el documento no se muestra completo).

### 3.3.5 Protocolo propuesto proceso de Almacenamiento

El nuevo procedimiento propuesto para el proceso de almacenamiento ha sido adaptado a las funcionalidades del sistema de información, por esto mismo, con respecto al proceso actual se establecen cuatro nuevos procedimientos: 2, 3, 6 y 7 además de una decisión: 4 ligada estrictamente al software, estos procedimientos y decisión además de brindar a la organización información exacta acerca de la localización establecida para cada producto, dan la posibilidad de actualizar esta información en el momento necesario.

Además de esto, se agregó un nuevo proceso: 8 ligado a la gestión documental descrita en el numeral anterior, este procedimiento proporcionara un registro necesario para la validación de la cantidad de inventario en góndola y la localización de los productos. El diagrama correspondiente al protocolo propuesto es mostrado a continuación.

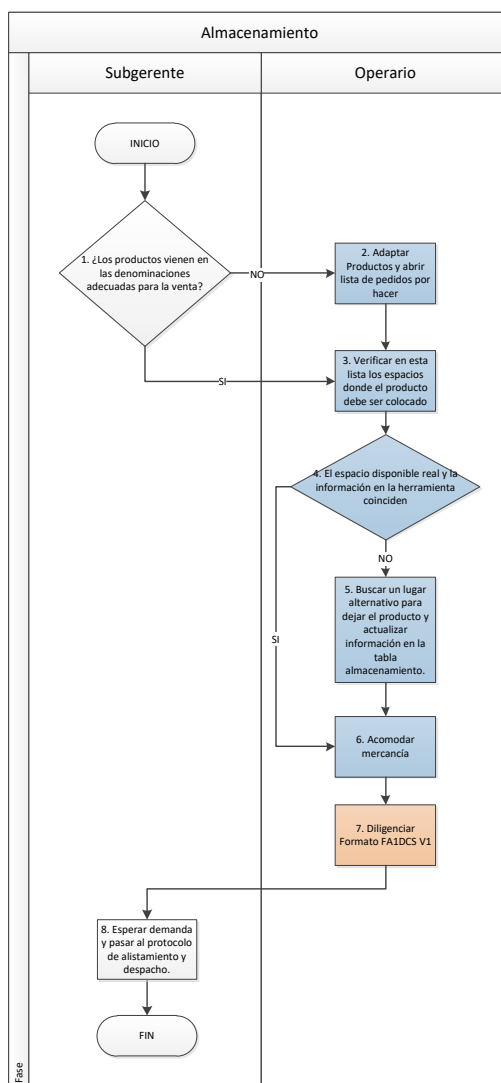


Diagrama 12. Diagrama Protocolo Propuesto para el proceso de Almacenamiento. Fuente: Autores.

### 3.4 Protocolos y propuestas, para el proceso de alistamiento de pedidos y despacho.

A continuación, se presentan tanto las soluciones desarrolladas, como la documentación y protocolos de mejor propuestos para las problemáticas definidas en la tabla 10 relativas al proceso de alistamiento y despacho. A manera de guía en la tabla 29 se menciona el número del problema y en donde se encuentra la solución propuesta para el mismo.

Tabla 29. Tabla guía de problemáticas y soluciones para el proceso de alistamiento y despacho.

No. Problema	Solución desarrollada
1, 2	Sección 3.4.1, Gráfico 11
3	Sección 3.4.2, Tabla 12

Fuente: Autores

### 3.4.1 Fuente para consulta de información de mercancías

En cuanto al proceso de alistamiento de pedidos y despacho el diagnostico refleja la falta de conocimiento de la disponibilidad y los precios de los productos que muchas veces no están actualizados. Debido a lo mencionado anteriormente fue fundamental al momento de desarrollar el sistema de información generar una consulta de búsqueda inteligente de productos, ya sea por medio del código individual o el respectivo código de barras vinculado al producto que identifique el precio de compra, venta, proveedor, disponibilidad, entre otros. Que permitan verificar la información actualizada del producto en tiempo real.

Igualmente es posible modificar el precio de venta de estos mediante la funcionalidad de *actualización de datos de inventario* o el formulario *registrar entrada de mercancía*, como se puede observar en la sección 3.2.1, en el gráfico 11.

### 3.4.2 Solución propuesta para el problema de alistamiento y despacho de pedidos.

Para realizar la factura de venta y captar el pedido del cliente, se utiliza el formulario Menú Principal mostrado en el gráfico 12, en el cual se usa la consulta mencionada en la sección 3.4.1 para buscar los productos requeridos por el cliente. Entonces, se anexan estos productos, se modifica la cantidad para cada producto y se llenan los campos con la información el cliente, al finalizar este proceso, simplemente se debe hacer click en el botón imprimir factura y el sistema guardará la información de la venta generando un número de factura de venta y descontará automáticamente las cantidades vendidas del almacenamiento. Finalmente, también es posible consultar un histórico de las ventas.

CÓDIGO	NOMBRE PRODUCTO	PROVEEDOR	Existencias	Localización	PRECIO COMPRA	PRECIO VENTA
6000	Bulto de cemento Cem Depósito Samp 1		1	C1	18500	21000

CANTIDAD	CÓDIGO PRODUCTO	NOMBRE PRODUCTO	PRECIO	TOTAL
1	6000	Bulto de cemento Cemex	\$21,000.00	\$21,000.00
* 0	0		\$0.00	\$0.00

Gráfico 8. Formulario Menú Principal Sistema de Información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores.

### 3.4.3 Documentación para el proceso de Alistamiento y Despacho



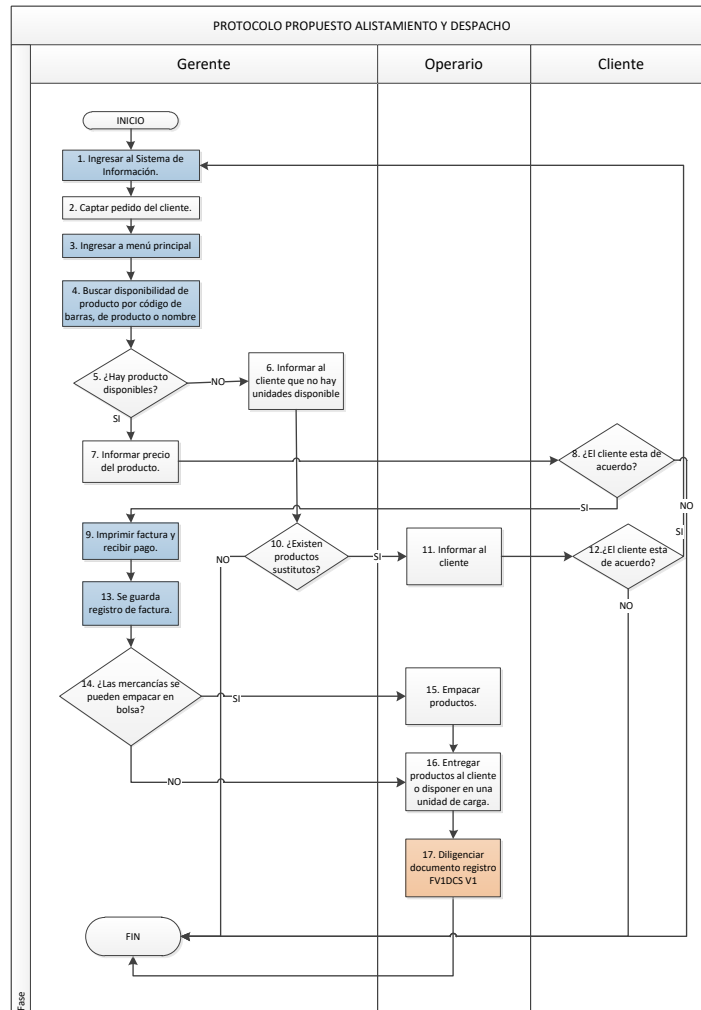


Diagrama 13. Diagrama Protocolo Propuesto Alistamiento y Despacho. Fuente: Autores.

### 3.5 Contextualización de funcionamiento y modos de uso del software desarrollado para el Depósito Colinas del sur.

#### 3.5.1 Funciones y características de los formularios y tablas

A continuación, en el diagrama 14, se muestra el diagrama de uso para los formularios creados, es decir que funciones cumple cada formulario y adicionalmente se incluye la tabla de almacenamiento pues esta complementa la funcionalidad de los formularios creados, pues contiene información necesaria para el funcionamiento de estos y así mismo es usada y modificada por los mismos.

Algo importante para mencionar es que se intentó crear la menor cantidad de formularios posible, para hacer más simple y unificado el software, pero que al mismo tiempo resolvieran todos los problemas encontrados y descritos de la empresa a lo largo del capítulo 2. Entonces, como se muestra en el diagrama 14, se puede ver que el menú principal cumple con tres funciones principales implícitas en la venta de productos. Primeramente, dentro este formulario existe tres campos desde donde se puede indicar tanto el nombre,

código del producto (explicado en la sección 3.1.3) o código de barras, así pues, haciendo uso del botón buscar (gráfico 8, sección 3.4.2) el sistema identificará cual es el producto deseado por el cliente y desplegará información como: precio compra, precio venta, ubicación del producto dentro del almacén (sección 3.3.1) y disponibilidad del mismo.

Posteriormente, la segunda función que desempeña este formulario es simplemente agrupar estos productos al hacer click sobre la información de búsqueda del producto deseado para así añadirlo a la factura, entonces cuando se hayan captado todos los requerimientos del cliente, junto con las cantidades respectivas para cada producto se debe hacer click en el botón imprimir para que así además de imprimir la factura, se haga uso de la tercera función de este formulario, que es guardar la información de la factura en la base de datos y descontar las unidades del inventario. Cabe aclarar que no todos los productos tienen códigos de barras y dentro del alcance de este trabajo no está planteado generar códigos de barras para los productos que no cuenten con esta identificación, pues para ello se creó el atributo código de producto.

En cuanto al formulario de recepción, se puede observar que igual mente cumplió con tres funciones: Ingresar productos nuevos no registrados antes a la base de datos, actualizar los datos de algún producto (campos presentados en la tabla 17, sección 3.1.3) y finalmente ingresar mercancías al inventario de productos ya registrados. Es importante mencionar que, para ingresar mercancía al inventario, este producto ya tiene que estar registrado en alguna lista de productos de la base de datos y su código de producto debe estar registrado en alguna locación de la tabla de almacenamiento. Para cualquiera de estos tres efectos mencionados, simplemente se debe acceder al formulario y seleccionar el botón respectivo ubicado en la parte superior de la pantalla (gráfico 7, sección 3.2.1) y luego llenar la información de los campos teniendo en cuenta el procedimiento a desarrollar: actualización de información, ingreso de productos nuevos a la base de datos o ingreso de mercancías al inventario.

En cuanto al formulario de lista de productos por pedir, este cumple con dos funciones informativas muy importantes a la hora de hacer pedidos, este brinda la información de que productos dentro del inventario cuentan con una disponibilidad de unidades menor a la sugerida como mínima, en que cantidad y con qué prioridad debe hacerse el pedido (sección 3.1.1), además de mostrar los datos del proveedor relacionado con la mercancía especificada, ver gráfico 6 sección 3.1.1.

Finalmente, para que los formularios anteriormente mencionados funcionen coherente y agrupadamente, necesitan hacer uso o consultar en algún momento la información sobre los inventarios y los productos existentes en el almacén, por ello es que en el diagrama 14 se menciona a la tabla de almacenamiento y de productos, pues aunque no sean formularios con los que el usuario pueda interactuar, si es una base fundamental sobre la cual se soportan todos los formularios e interactúan entre sí, para documentar toda la información de los procesos logísticos tratados.

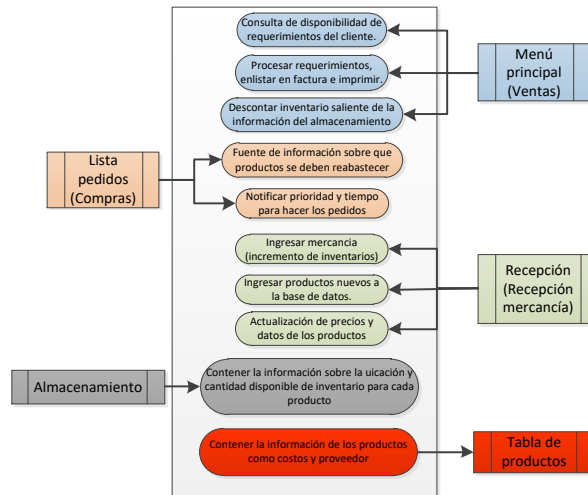


Diagrama 14. Casos de uso formularios y tabla almacenamiento para el sistema de información del Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores.

### 3.5.2 Casos de uso para los tipos de usuarios creados

Adicionalmente, en el diagrama 15 se puede ver el caso de uso para los diferentes tipos de usuarios desarrollados, el usuario tipo operario puede acceder solamente al menú principal. El usuario tipo subgerente tiene acceso al menú principal y adicionalmente al formulario de recepción junto con la tabla de almacenamiento. Finalmente, El gerente tiene acceso a todos los formularios (menú principal, recepción y lista de pedidos por hacer) y a la tabla de almacenamiento. La lógica de conexiones entre formularios respectiva para el software desarrollado se presenta en la sección 3.5.3, complementada con el diagrama 16.

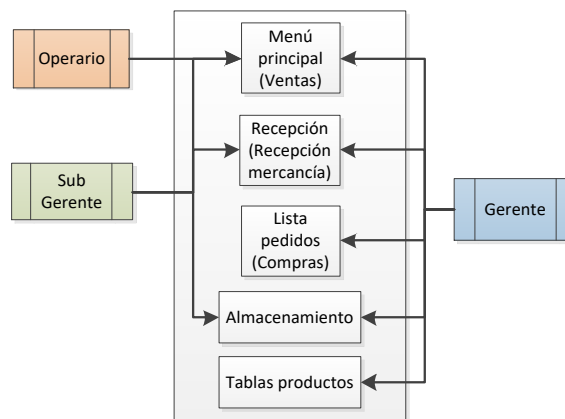


Diagrama 15. Casos de uso usuarios sistema de información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores.

### 3.5.3 Navegabilidad del software desarrollado para el Depósito Colinas del sur.

En el Diagrama 16 se presenta la navegabilidad de la herramienta desarrollada para el Depósito Colinas del Sur, este diagrama se dividió de esta forma para evidenciar el alcance que tienen los tres tipos de usuarios creados: operario, subgerente y gerente. El Operario tiene acceso hasta la pantalla dos, es decir hasta el formulario de *menú principal*, el subgerente hasta la 2 y 3, lo que significa que puede operar el formulario

de recepción de mercancía y el gerente tiene alcance para operar todos los formularios existentes. Esta distribución también se explica en el diagrama de caso de uso (diagrama 15).

Adicionalmente, el diagrama 16 pretende ilustrar como se puede navegar de formulario en formulario dentro de la herramienta. Como se puede ver el formulario de iniciar sesión, luego de ingresar el nombre y clave de usuario adecuado, da acceso al menú principal, este es el punto central de la herramienta ya que desde este formulario es posible acceder a cualquiera de los demás formularios, siempre que el tipo de usuario ingresado permita saltar de formulario en formulario. Entonces al formulario de *recepción* se puede acceder desde el menú principal, a su vez desde *recepción* se puede ir al formulario *lista de productos por pedir*, de allí es posible regresar al formulario desde el este fue abierto. También es importante mencionar que en todos los formularios existe un botón llamado *Cerrar sesión*, con el cual se guardarán los cambios realizados y se volverá al formulario de iniciar sesión.

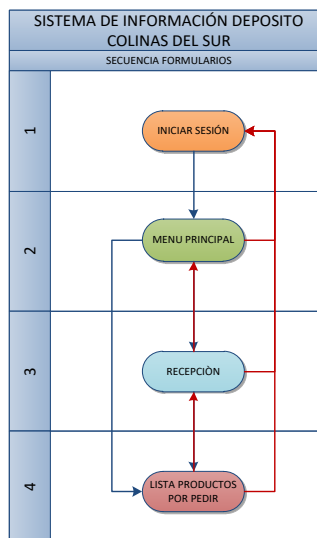


Diagrama 16. Ingresos posibles a formularios Sistema de Información Depósito Colinas del Sur. Fuente: Autores.

## CAPÍTULO IV

### Metodología de implementación y contraste de la situación actual con la propuesta desde una perspectiva matemática, estadística o financiera e identificación del posible impacto.

#### 4.1 Metodología de implementación propuesta de mejora.

Luego de presentar las respectivas propuestas de mejora para los protocolos de compra, recepción, almacenaje y preparación de pedidos del depósito Colinas del Sur, es pertinente de igual manera presentar el siguiente plan de implementación ; las actividades definidas para esto en consecuencia al desarrollo de las estrategias y de los puntos de implementación detallados anteriormente, junto con el desarrollo de la metodología PERT/CPM como proceso de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes del proyecto son detalladas a continuación.

Tabla 31. Actividades implemetación de propuesta.

No.	Actividad
1	Disposición de los recursos.
2	Capacitación Software.
3	Instalación y prueba del Software.
4	Capacitación de Documentación.
5	Implementación y prueba Documentación.
6	Capacitación y prueba de nuevos Procedimientos.
7	Implementación nuevos procedimientos.
8	Conteo Inicial Inventario.
9	Seguimiento y periodo de observación de las estrategias.
10	Identificación de mejoras y correcciones.
11	Implementaciones acciones de mejora y acciones correctivas.
12	Evaluación de las mejoras.

Fuente: Autores

- Disposición de los recursos: En esta parte se dispondrá de los recursos como un video vean para exponer más fácilmente las diferentes capacitaciones a impartir, los espacios y demás elementos que se necesiten para las actividades subsiguientes.
- Capacitación software: Esta parte de la metodología de la implementación es una de las más importantes ya que el sistema de información realizado es el que soporta todos los procesos del abastecimiento abarcados. Se estima que las capacitaciones se realizarán durante las primeras 2 semanas de la puesta en marcha de la metodología de implementación, en donde se destinarán 1 o 2 horas diarias para explicar el funcionamiento del software (dependiendo de la disponibilidad de las personas). Desde cómo y qué información se debe ingresar, cómo hacer uso adecuado de la herramienta para evitar errores en la información almacenada y cómo proceder en caso de presentarse algún error de depuración, todo esto usando ejemplos y ejercicios prácticos para cada función del sistema.

- **Instalación y prueba de software:** Para la implementación del sistema una vez realizada la capacitación, solo debe ser necesario adaptar el cableado de internet y energía correspondiente además de la disposición del equipo dentro del almacén. Teniendo en cuenta que ya se ha realizado la capacitación al personal, en donde se delimita el espacio de tiempo que ocupará cada segmento de la metodología de implementación. Luego de la implementación se va a realizar una fase de observación y prueba de la herramienta de software, a fin de encontrar errores, inconvenientes dentro del uso diario. Tras analizar y compilar esta información se pasará a una fase de acciones correctivas y de mejora, en donde se realizarán cambios en el software para dar soluciones a los problemas encontrados.
- **Capacitación de documentación:** Esta capacitación simplemente consiste en mostrar y enseñar al personal, como se deben llenar cada uno de los formatos, para que sirvan, porque son importantes y adicionalmente como se debe relacionar la información contenida en cada uno de ellos para cada proceso logístico.
- **Implementación y Prueba Documentación:** En esta etapa se realizará una prueba piloto sobre el entendimiento y desempeño de los operarios al tener que hacer contacto con esta información y documentos, para poder corregir pequeños errores tempranamente.
- **Capacitación y prueba Nuevos Procedimientos:** Esta parte de la metodología implica el uso del conocimiento adquirido en las 2 capacitaciones anteriores pues conecta tanto el uso del software como de la documentación y se presentan las diferencias existentes entre los nuevos protocolos y los antiguos, resaltando las nuevas actividades o decisiones.
- **Implementación Nuevos Procedimientos:** Esta implementación consiste, en poner en funcionamiento los nuevos protocolos logísticos durante un periodo de prueba, en el que se garantice que los operarios y las directivas se enfrenten a cada una de las nuevas actividades y decisiones propuestas.
- **Conteo inicial de inventario:** En esta etapa, se pretende realizar un conteo más exacto de todas las referencias disponibles del inventario, en este proceso se espera contar con la ayuda de operarios para agilizar el proceso.
- **Seguimiento y periodo de observación de estrategias:** En esta etapa, se realizará un chequeo de qué uso se le ha dado al software, cómo se está llenando la documentación requerida y si se han ejecutado los procedimientos sugeridos en el capítulo 3 correctamente. Toda esta evaluación por medio de la observación de los procesos y entrevistas al personal sobre sugerencias, dificultades y problemas en general. Para poder realizar un análisis de la información más exacto y teniendo en cuenta todos los hallazgos, los problemas encontrados serán consignados en el formato de seguimiento y observación propuesto. (Anexo 2)
- **Identificación de mejoras y correcciones:** En esta parte de la metodología de implementación y a partir de los resultados registrados en los formatos de seguimiento y observación acerca de las posibles sugerencias, dificultades y problemas en el desarrollo de las estrategias, se estudian los procesos actividades y/o decisiones que están generando estas dificultades, para así definir las soluciones más oportunas.
- **Implementaciones acciones de mejora y acciones correctivas.** Esta implementación correspondiente a la ejecución de los cambios necesarios para la solución de las problemáticas encontradas, además de exponer a los funcionarios de la empresa los problemas críticos encontrados, los causantes de los mismos y sus respectivas consecuencias, junto con las acciones correctivas definidas para los mismos.

- Evaluación de cambio de las mejoras: Para esta evaluación se determinará si se ha resuelto o no los problemas detectados en la fase de identificación por medio de la observación, contraste de datos (si es posible) y encuestas sobre los cambios percibidos a los funcionarios de la empresa.

Tabla 32. Tabla de tiempos por actividad para la metodología de implementación.

No.	Nombre	T. Normal (Días)	T. Limite (Días)	Costo normal	Costo límite	Recursos
1	A	2	1	\$ 152.000	\$ 197.600	1
2	B	7	5	\$ 2.142.000	\$ 2.784.600	1
3	C	2	1	\$ 152.000	\$ 197.600	1
4	D	4	3	\$ 1.224.000	\$ 1.591.200	1
5	E	1	0,5	\$ 76.000	\$ 98.800	1
6	F	4	3	\$ 608.000	\$ 790.400	2
7	G	2	1	\$ 764.000	\$ 993.200	2
8	H	1,5	1	\$ 228.000	\$ 296.400	2
9	I	10	5	\$ 760.000	\$ 988.000	1
10	J	2,5	1	\$ 380.000	\$ 494.000	2
11	K	4	2	\$ 1.528.000	\$ 1.986.400	2
12	L	5	1	\$ 380.000	\$ 494.000	1

Fuente: Autores

La representación gráfica de lo que debe ser el desarrollo del proyecto, para conseguir los fines propuestos en cuanto a fechas de terminación, plazos, medios humanos y materiales y su coordinación, es mostrado a continuación.

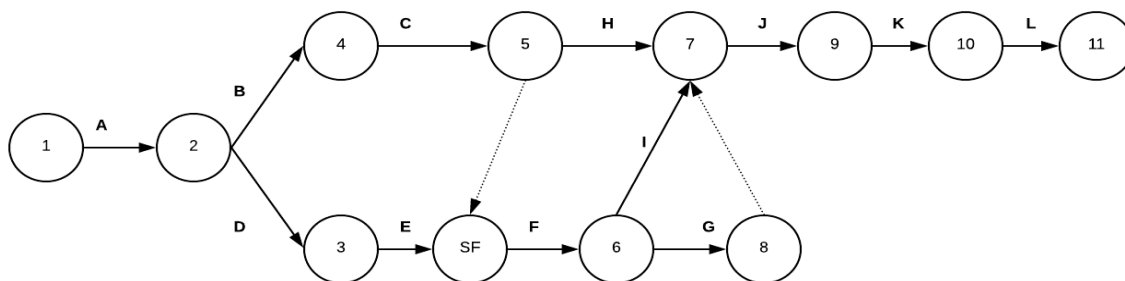


Diagrama 17. Diagrama de red CPM. Fuente: Autores.

Como se puede ver en la tabla 32, se muestran los tiempos normales y limite expresados en días hábiles; así mismo se establece el costo normal y el costo limite y por último el número de recursos por actividad. Para el costo normal mencionado anteriormente se tomó como referencia el valor por hora promedio del salario de enganche para Ingenieros Industriales recién egresados (DANE, 2018) y se acordó un valor base de hora

(\$230.000) para los empleados de la organización; en cuanto a los recursos se cuenta únicamente con los dos autores del documento, se define entonces  $r(t) = 2$  unidades.

Siguiendo la metodología PERT/CMP y tomando como base los tiempos anteriormente descritos, se obtuvo el siguiente resultado para la duración del proyecto en 36,5 días hábiles que equivales a 1.8 meses, 54 días calendario aproximadamente y la ruta crítica de la metodología de implementación de las estrategias. (A, B, C, F, I, J, K, L).

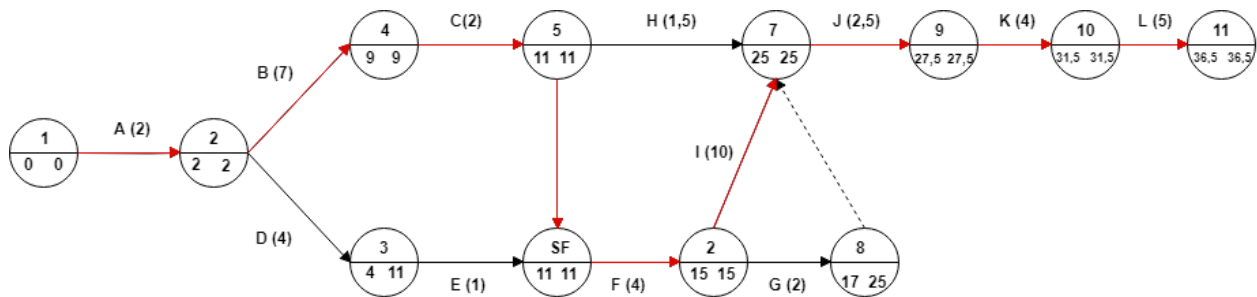


Diagrama 18. Ruta crítica metodología PERT. Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tras realizar el diagrama 18 usando el método PERT y comprendiendo que para la empresa Depósito Colinas del Sur es muy importante una implementación rápida y eficiente se recurrió al método PERT/COST que tiene como propósito establecer la relación entre los costos y el tiempo de duración de las actividades dentro de los proyectos, por lo que es necesario definir los costos de las actividades en función del tiempo de su duración.

Entonces, haciendo uso de esta metodología, en la tabla 33 se presentan los datos de las diferentes fases realizadas, que buscan elegir la actividad dentro de la ruta crítica con menor incremento de costo por unidad de tiempo, para así reducir la duración de la actividad tanto como se pueda, diciéndolo de otra forma, reducir la actividad hasta su duración crítica o la aparición de una nueva ruta crítica.

Los valores para la duración normal y límite del proyecto encontrados anteriormente son respectivamente: 36.5 y 19 días, también, los costos normal y límite son respectivamente: \$8.395.000 y \$10.915.000. Adicionalmente, se concluyó que no es posible disminuir el tiempo de ejecución del proyecto sea menor a 19 días. Entonces, el análisis de costos demostró que la metodología de implementación planteada se puede terminar en 19 días y con un costo aproximado de \$10.225.000. Teniendo en cuenta el costo límite mencionado, el costo obtenido tras el uso de la metodología PERT/COST es aproximadamente \$690.000 menor, que cuando se ejecutan todas las actividades en el tiempo límite, en términos porcentuales, el ahorro de dinero garantiza realizar el proyecto en el menor tiempo posible ahorrando aproximadamente un 6.3%.

Tabla 33. Análisis de costos para tiempo límite PERT/COST.

Fase	Actividad seleccionada	Número de unidades de tiempo reducidas (días)	Incremento	Costo total Incrementado	Nueva duración de la ruta crítica (días)
1	L	4	\$ 28.500	\$ 114.000	32,5

2	I	5	\$ 45.600	\$ 228.000	27,5
3	C	1	\$ 45.600	\$ 45.600	26,5
4	A	1	\$ 45.600	\$ 45.600	25,5
5	J	1,5	\$ 76.000	\$ 114.000	24
6	F	1	\$ 182.400	\$ 182.400	23
7	K	2	\$ 229.200	\$ 458.400	21
8	B	2	\$ 321.300	\$ 642.600	19

Fuente: Autores

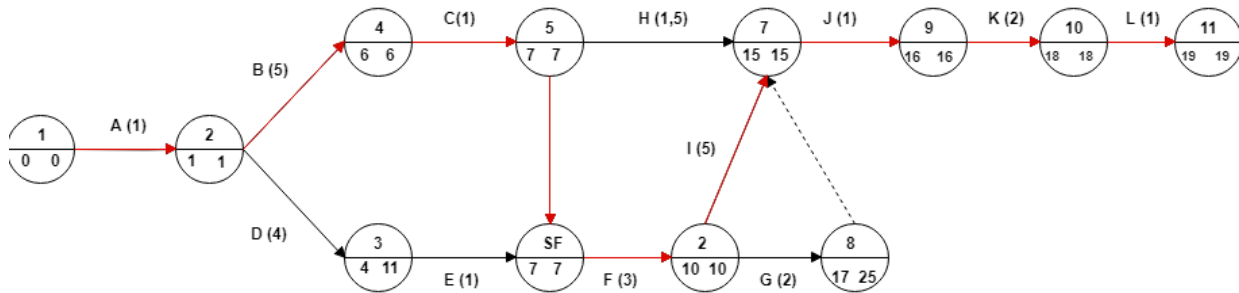


Diagrama 19. Tiempo límite metodología PERT. Fuente: Autores.

Entonces, repasando el diagrama 19, se puede observar que la ruta crítica sigue siendo la misma, pero todas las actividades dentro de esta han reducido su tiempo de ejecución hasta el tiempo límite planteado inicialmente. Adicionalmente, algo muy importante por mencionar aquí es que esta solución propuesta en el diagrama no tiene en cuenta los recursos disponibles, que como se dijo anteriormente  $r(t) = 2$ , por lo tanto esta solución fue evaluada bajo el criterio del algoritmo de Gray Kidd, como se mostrará posteriormente.

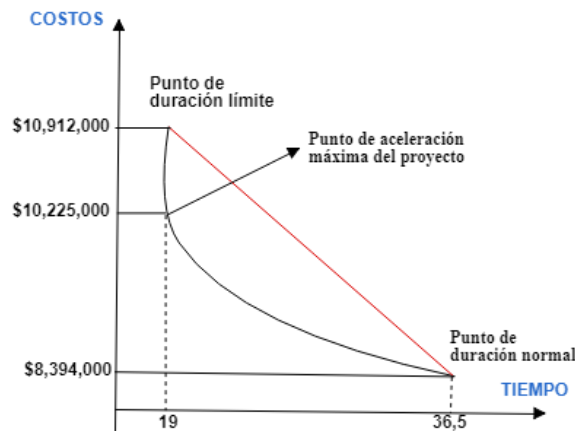


Gráfico 9. Pendiente del PERT-COST Escenarios. Fuente: Autores.

En el gráfico 9, se muestra la función de costo hallada luego de la implementación del método PERT/COST, denominado anteriormente, por lo que se puede observar que la solución propuesta en el diagrama 19, cumplió

con el punto de aceleración máxima, es decir dicha propuesta implica el mismo tiempo que el punto de duración límite, sin embargo, se ubica en el menor costo posible del eje vertical de la gráfica para el valor específico de duración del proyecto, 19 días. Adicionalmente, la propuesta disminuye la duración estimada de la metodología de implementación, de 36.5 días a tan solo 19, es decir una variación porcentual del 48%, y tan solo implica un incremento en el costo total del 21%. Esto implica que la tasa de costo adicionado cada día disminuido es de \$104.500 aproximadamente.

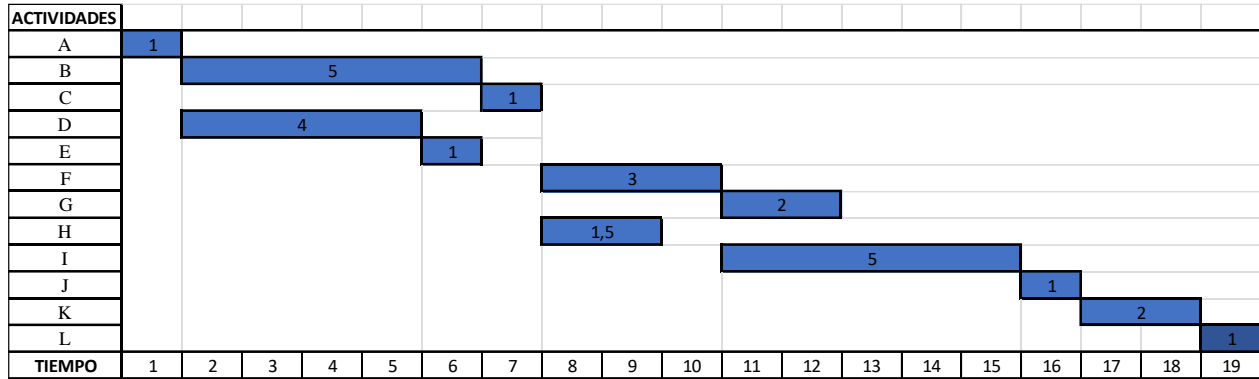


Diagrama 20. Diagrama de Gantt implementación. Fuente: Autores.

El diagrama 20, presentado a continuación, representa la duración del proyecto en días, partiendo de la solución propuesta luego de la ejecución del método PERT/COST, sin embargo, este diagrama no es realista con los recursos dispuestos para la implementación de la metodología propuesta, es decir que asume que la cantidad de recursos disponibles es ilimitada, y este factor no cuenta como una restricción a la hora de la secuenciación de las tareas, por lo que se procederá al uso del algoritmo de Grey Kidd.

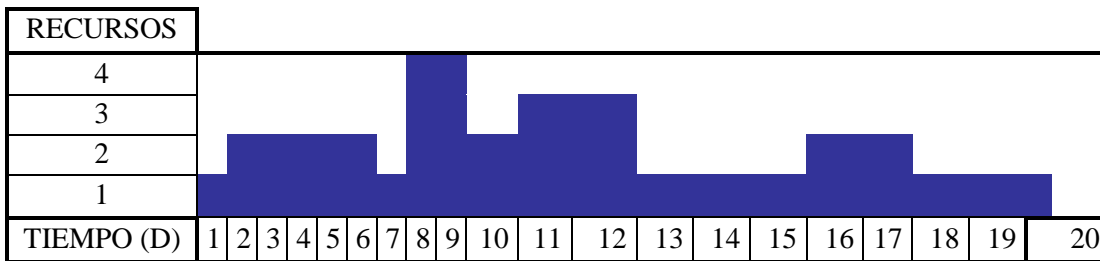


Gráfico 10. Necesidad de recursos antes de algoritmo Gray Kidd. Fuente: Autores.

La solución propuesta por el algoritmo utilizado es la determinación de la metodología de implementación, haciendo uso de diagramas de Gantt, pero también se hace necesaria la representación gráfica de las necesidades y limitaciones en los recursos disponibles. En este punto es evidente la necesidad de implementar un método que permita programar las tareas a lo largo del tiempo de forma coherente, tal que implique el mínimo costo posible, en el menor tiempo posible, pero adicionalmente, tenga en cuenta los recursos limitantes para cada instante de tiempo de la ejecución de la metodología de implementación, que como se mencionó anteriormente obedecen a los dos autores del proyecto.

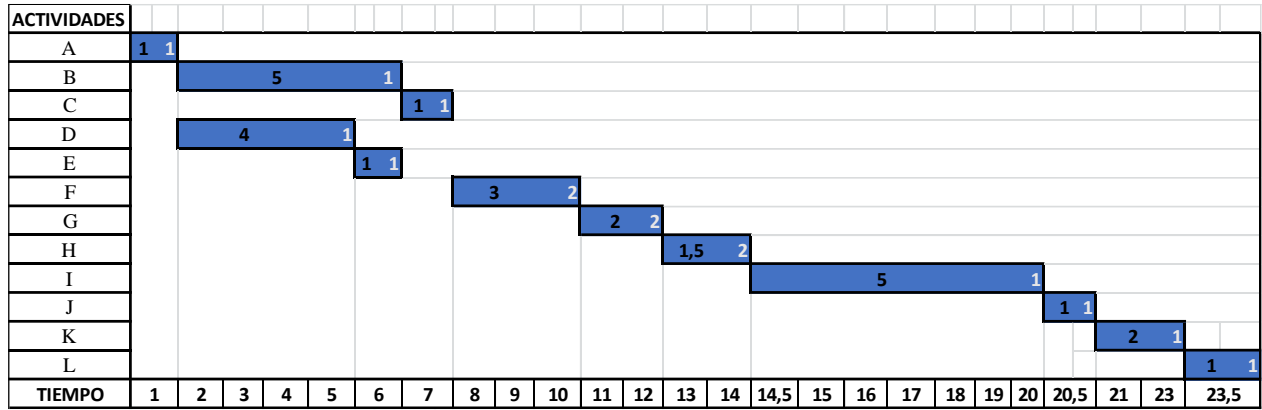


Diagrama 21. Diagrama de Gantt con limitación de recursos. Fuente: Autores.

Luego de la implementación del método Gray Kidd, se obtuvo como resultado el diagrama de Gantt presentado a continuación (diagrama 21), en el cual se puede observar un incremento de 4.5 días. Este incremento se produjo en la fase 5 del algoritmo mencionado y se debe principalmente a que la actividad H y la actividad F no pueden ser ejecutadas simultáneamente, ya que requieren una cantidad de recursos igual a 4 para periodo de tiempo comprendido desde el día 7 hasta el noveno día. Otro cambio necesario para garantizar el cumplimiento de la restricción de recursos, es que las actividades G e I, tampoco pueden ser ejecutadas simultáneamente, con todo esto, estas cuatro actividades: H,F,G e I, debe ejecutarse individualmente desde el día 7 hasta el día 19 aproximadamente.

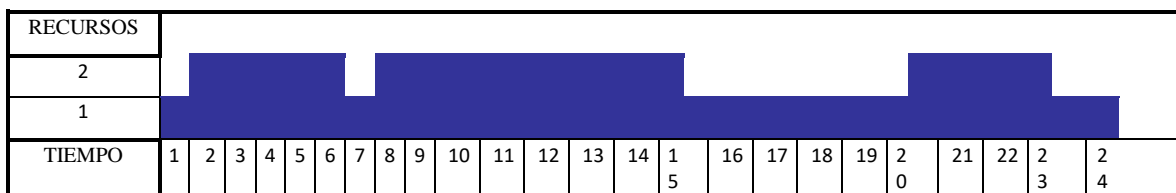


Diagrama 22. Necesidad de recursos algoritmo de gray kidd. Fuente: Autores.

Finalmente, como conclusión y comprobante del método Gray Kidd, además de la nueva secuenciación es el diagrama de necesidad de recursos, el que comprueba que la ejecución de la metodología de implementación según indica el gráfico 9, no excede la cantidad de recursos designados. En este se puede ver que desde la mitad del día 15, hasta la mitad del día 20, solo se usa uno de los recursos dispuestos, este comportamiento se debe a la pre-dependencia de algunas actividades, que hace que deban estar ubicadas unas tras de otras, finalmente, tras el presente estudio usando las metodologías PERT/COST y el algoritmo Gray Kidd, se puede afirmar que la metodología de implementación de la propuesta adelantada en este trabajo se desarrollará en un plazo de 24 días y tendrá un costo aproximado de \$10.230.000, teniendo en

cuenta que los dos autores del trabajo trabajaran en la implementación y obedeciendo a los costos definidos al inicio de este capítulo.

#### 4.2 Contraste e identificación del impacto.

Como primera instancia se plantea la realización de un diseño experimental se realiza con la finalidad de determinar el contraste entre los protocolos logísticos actuales y los propuestos en este documento. La idea principal es conocer si las modificaciones y propuestas sugeridas, generan una variación en el tiempo de ciclo de cada proceso, o si por el contrario estos no modifican esta variable. Para esto, es imprescindible identificar los factores que actuaran en el proceso.

- **Factores controlables:** Estos factores son variables del proceso que se pueden fijar en un nivel de operación, estos son: los procesos con la metodología actual y los procesos propuestos con la integración de las estrategias (Software y Documentación).
- **Factores no controlables:** Algunos factores que no se pueden controlar durante la operación normal del proceso, como la habilidad del operario en el desarrollo de cada proceso y el comportamiento de los terceros (clientes y proveedores) que intervengan en el desarrollo de las actividades de los procesos.
- **Variable de respuesta:** Como fue definido antes, la variable de respuesta será el tiempo de ciclo para los procesos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho.

La correspondiente ficha de caracterización con la descripción general del proyecto es detallada a continuación.

Tabla 34. Ficha de caracterización.

<b>Experimento de contraste protocolos logísticos</b>	
<b>Objetivo del experimento</b>	Realizar el contraste entre los protocolos logísticos actuales y los propuestos, para determinar si los factores de este último generan una variación en los tiempos de ciclo de los procesos.
<b>Variable de respuesta</b>	Tiempo de ciclo por proceso.
<b>Factores</b>	Protocolos Propuestos Protocolos Actuales
<b>Unidad Experimental</b>	Protocolos logísticos para los procesos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho.
<b>Nivel de Factores</b>	Con Sistema de información y documentación de registro. Sin Sistema de información y documentación de registro.
<b>Estrategia de bloqueo</b>	Se garantizan las mismas condiciones iniciales para cada procedimiento, con condiciones métricas iguales según los factores utilizados.
<b>Tamaño del experimento</b>	10 muestras aleatorias por proceso, para metodología actual y propuesta

Fuente: Autores.

La relación del conjunto de variables en el que interactúan las variables tanto de entrada como de salida y los factores controlables y no controlables dentro del procedimiento es detallado en diagrama 20.

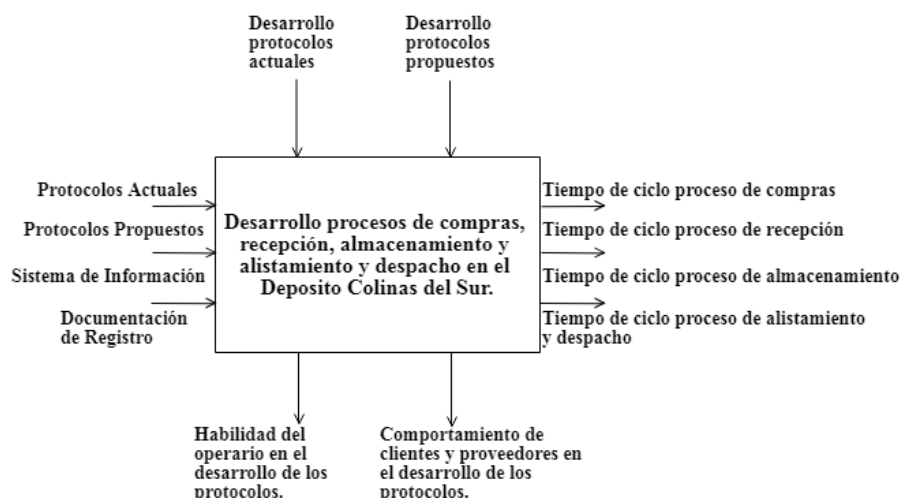


Diagrama 23. Enfoque sistémico del experimento. Fuente: Autores.

En orden de determinar el tiempo de ciclo para los procesos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho se realizó el experimento anteriormente mencionado; de esta manera se obtuvieron los diferentes tiempos de ciclo (Anexo 3) en el desarrollo de cada proceso con los protocolos actuales y los propuestos.

#### 4.3 Pruebas estadísticas para la comparación de las medias de tiempos de ejecución en los procesos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho de mercancías.

En primera instancia, se desea contrastar los tiempos medios de proceso de los protocolos propuestos con respecto a los actuales para cada proceso evaluado, por lo cual se pretende realizar una comparación de las medias de dichos tiempos. Sin embargo, es necesario comprobar los supuestos estadísticos de: Aleatoriedad e independencia Inter variable, Normalidad y homogeneidad de varianzas, y así poder tener evidencia estadística suficiente para inferir que las observaciones tomadas son comparables. Tales supuestos son relativos a distintas pruebas estadísticas, cuyas hipótesis son presentadas en la tabla 35, para cada caso en específico.

Tabla 35 Pruebas estadísticas e hipótesis a probar para la comparación de medias

Hipótesis/Prueba	Rachas (Aleatoriedad Indep. interv)	Shapiro-Wilk (Normalidad)	Prueba Levene (Homogeneidad de varianzas)
Nula	Conjunto de datos independiente.	El conjunto de datos proviene de una población normalmente distribuida.	$S^2_i = S^2_j$
Alternativa	Conjunto de datos no independiente	El conjunto de datos no proviene de una población normalmente distribuida.	$S^2_i \neq S^2_j$

Fuente: Autores.

Para comprobar los supuestos relativos a las pruebas presentadas en la tabla 35, se utilizó el software estadístico SPSS versión 25, adicionalmente cabe mencionar que el nivel de significancia obtenido es  $\alpha=0.05$  y el tamaño de cualquier muestra tomada es igual a 10 observaciones.

#### 4.3.1 Verificación del supuesto de aleatoriedad, prueba de rachas.

A continuación, en las tablas 36 y 37 se presentan los resultados obtenidos tras ejecutar la prueba de rachas a los grupos de 10 datos recolectados en la prueba piloto para cada proceso (compras, recepción, almacenamiento y alistamiento de pedidos) y su respectivo protocolo (actual o propuesto), evaluadas desde mediana y media.

Tabla 36. Prueba de Rachas por proceso según mediana de los datos.

Prueba de Rachas para comprobación de supuesto de independencia inter-variable (Mediana)								
	Compras Protocolo Actual	Compras Protocolo Propuesto	Recepción Protocolo Actual	Recepción Protocolo Propuesto	Almacena. Protocolo Actual	Almacena. Protocolo Propuesto	Alistamiento y Despacho Protocolo Actual	Alistamiento y Despacho Protocolo Propuesto
Valor de prueba <sup>a</sup>	461,00	385,00	461,00	873,50	992	795,50	375,00	228,5
Casos < V prueba	4	4	4	5	3	5	5	5
Casos >= V prueba	6	6	6	5	7	5	5	5
Número de rachas	5	5	5	5	7	3	5	4
Z	-0,211	-0,211	-0,211	-0,335	1,064	-1,677	-0,335	-1,006
Sig. asintótica (bilateral)	<b>0,833</b>	<b>0,833</b>	<b>0,833</b>	<b>0,737</b>	<b>0,287</b>	<b>0,094</b>	<b>0,737</b>	<b>0,314</b>

Fuente: Autores.

Entonces, tal como se puede observar en la tabla 36 y dado que el valor de la significancia asintótica obtenido en la prueba es mayor a la significancia establecida para este caso, entonces: es porque no existen suficientes pruebas estadísticas con un nivel de significancia de 0,05, para rechazar la hipótesis nula de que los tiempos para los procesos y protocolos evaluados son aleatorios.

Tabla 37. Prueba de Rachas por proceso según media de los datos.

Prueba de Rachas para comprobación de supuesto de independencia inter-variable (Media)								
	Compras Protocolo Actual	Compras Protocolo Propuesto	Recepción Protocolo Actual	Recepción Protocolo Propuesto	Almacena. Protocolo Actual	Almacena. Protocolo Propuesto	Alistamiento y Despacho Protocolo Actual	Alistamiento y Despacho Protocolo Propuesto
Valor de prueba <sup>a</sup>	460,30	384,10	460,30	873,90	991,70	792,30	375,20	229,80
Casos < Valor de prueba	4	4	4	5	3	4	5	6
Casos >= Valor de prueba	6	6	6	5	7	6	5	4

Número de rachas	5	5	5	5	7	3	5	6
Z	-0,211	-0,211	-0,211	-0,335	1,064	-1,616	-0,335	0,000
Sig. asintótica (bilateral)	<b>0,833</b>	<b>0,833</b>	<b>0,833</b>	<b>0,737</b>	<b>0,287</b>	<b>0,106</b>	<b>0,737</b>	<b>1,000</b>

Fuente: Autores.

#### 4.3.2 Verificación del supuesto de normalidad, prueba Shapiro Wilk

En este caso se escogió la prueba Shapiro Wilk, debido a la cantidad de observaciones para cada muestra que es menor a 30, por tal motivo esta prueba es más recomendada que otras pruebas de normalidad como Kolmogorov Smirnov según Walpole & Myers. Entonces, en la tabla 38, se presentan los resultados obtenidos tras el uso del software estadístico SPSS para esta prueba.

Tabla 38. Prueba Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk)			
	Estadístico	gl	Sig.
Compras Actual	0,940	10	<b>0,555</b>
Compras Propuesta	0,892	10	<b>0,179</b>
Recepción Actual	0,940	10	<b>0,555</b>
Recepción Propuesta	0,948	10	<b>0,641</b>
Almacenamiento Actual	0,873	10	<b>0,108</b>
Almacenamiento Propuesta	0,914	10	<b>0,307</b>
Alistamiento y Despacho Actual	0,923	10	<b>0,384</b>
Alistamiento y Despacho Propuesta	0,882	10	<b>0,137</b>

Fuente: Autores.

Luego de realizar la prueba Shapiro Wilk, para comprobar si las observaciones de cada proceso-protocolo provenían de una población distribuida normalmente y teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 37, específicamente el valor de las significancias obtenidas, podemos observar que todos los valores de esta variable para cada uno de los procesos y protocolos evaluados es mayor al  $\alpha$  determinado inicialmente (0.05), por lo tanto, es posible afirmar que con un nivel de confianza del 95%, no existen suficientes pruebas estadísticas para rechazar la hipótesis nula y los grupos de datos mencionados siguen provienen de una población normalmente distribuida, con lo que se cumple la segunda condición para poder realizar la comparación de medias.

#### 4.3.1 Verificación del supuesto Homogeneidad de varianzas, prueba de Levene.

En este punto, se pretende determinar si las dos muestras a comparar para cada proceso, con respecto al protocolo actual y propuesto, tienen una varianza homogénea y en caso de que esto sea cierto, poder comparar las muestras con una prueba sobre dos medias ya sea con varianzas desconocidas pero iguales o desiguales. A continuación, en la tabla 39, se presentan los resultados de esta prueba obtenidos del software SPSS, donde se compararon los tiempos obtenidos en el protocolo actual con respecto a los obtenidos en la

ejecución del protocolo propuesto para el proceso de los procesos de compras, recepción de mercancías, almacenamiento y alistamiento y despacho de pedidos.

Los resultados obtenidos en esta tabla son muy diversos, por un lado y teniendo en cuenta los valores de la significancia mostrados en la tabla 38, para los procesos de compras, recepción y almacenamiento es posible afirmar que existen suficientes pruebas estadísticas con un nivel de significancia del 5%, para rechazar  $H_0$  que indica que el tiempo de ejecución del protocolo actual de compras no tienen homogeneidad en su varianza con el tiempo de ejecución del protocolo propuesto, y de la misma forma sucede con los procesos de recepción y almacenamiento con respecto a sus respectivos protocolos, tanto propuestos como actuales.

Tabla 39. Prueba de Levene

Prueba de Igualdad de Varianzas (Levene)	
Proceso	Sig.
Compras	0,006
Recepción	0,008
Almacenamiento	0,012
Alistamiento y Despacho	0,969

Fuente: Autores.

Sin embargo, para el proceso de alistamiento y despacho de pedidos, es posible inferir que con un nivel de confianza del 95%, es posible afirmar que existen suficientes pruebas estadísticas para no rechazar  $H_0$ , lo que significa que la varianza del tiempo de ejecución de su protocolo actual es homogénea con el mismo estadístico de su protocolo actual.

#### 4.3.2 Prueba de comparación de medias para el tiempo de ejecución de protocolos, teniendo en cuenta la prueba de Levene.

Entonces, es posible concluir que para los procesos de compras, recepción y almacenamiento es necesario realizar una prueba t de student para dos muestras con varianzas desconocidas y desiguales. Mientras que, haciendo caso a la evidencia estadística encontrada en las pruebas anteriores, para el proceso de alistamiento y despacho, es necesario hacer una prueba t de student para dos muestras con varianzas desconocidas pero iguales. Finalmente, en la tabla 40, se puede observar la prueba de hipótesis de comparación de medias respectiva a cada proceso, teniendo en cuenta que aparentemente el tiempo de ejecución del protocolo propuesto disminuye con respecto al actual para los procesos: compras, almacenamiento y alistamiento. Por lo tanto, la hipótesis alternativa para cada uno de estos casos sugiere que el tiempo de ejecución del protocolo propuesto ( $\bar{y}_j$ ) sea menor al del actual ( $\bar{y}_i$ ). En contraste la hipótesis alternativa para el proceso de recepción sugiere que el tiempo de ejecución del protocolo actual ( $\bar{y}_i$ ) sea menor al del propuesto ( $\bar{y}_j$ ) pues se detectó un incremento considerable en el tiempo medido en el protocolo propuesto, en promedio más de 6 minutos con respecto al actual. Sin embargo, se sabe que este incremento en el tiempo de proceso se debe a la documentación e ingreso de información en la base de datos que se debe hacer

Tabla 40. Pruebas de hipótesis para la comparación de medias para el tiempo de ejecución de protocolos, teniendo en cuenta la prueba de homogeneidad de variables, por medio de la prueba t student.

Hipótesis/Prueba	Prueba t student, para dos muestras con varianzas desconocidas iguales o desiguales (Igualdad de Medias)
Nula	$\bar{y}_i = \bar{y}_j$

<b>Alternativa</b> (Procesos: Compras, Almacenamiento y alistamiento y despacho)	$\bar{y}_i > \bar{y}_j$
<b>Alternativa</b> (Proceso: Recepción)	$\bar{y}_i < \bar{y}_j$

Fuente: Autores.

Finalmente, en la tabla 41 se muestran los resultados obtenidos tras la ejecución de la prueba t de student, de comparación de medias para cada respectivo proceso.

Tabla 41. Prueba de igualdad de medias t de student para los procesos logísticos.

<b>Prueba de igualdad de medias t de student</b>	
<b>Proceso</b>	<b>Sig.</b>
Compras	<b>0,000</b>
Recepción	<b>0,000</b>
Almacenamiento	<b>0,000</b>
Alistamiento y Despacho	<b>0,000</b>

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la tabla 41, se da lugar a las siguientes inferencias, relativas a cada proceso:

- Compras: Teniendo en cuenta que el valor de la significancia asintótica encontrado está por debajo de la significancia denominada, entonces, con un nivel de confianza del 95%, existen suficientes pruebas estadísticas para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se infiere que el tiempo promedio de ejecución de los protocolos propuestos si es menor que el de los protocolos actuales.
- Recepción: Teniendo en que el valor de la significancia asintótica encontrado está por debajo de la significancia denominada (0.05), con un nivel de confianza del 95%, existen suficientes pruebas estadísticas para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se infiere que el tiempo promedio de ejecución de los protocolos propuestos para el proceso de recepción si es mayor que el de los protocolos actuales, debido a las causas mencionadas anteriormente.
- Almacenamiento: Dado el valor de la significancia encontrado, se puede observar que este es menor al  $\alpha$  denominado, así pues, con un nivel de confianza del 95%, existen suficientes pruebas estadísticas para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se infiere que el tiempo promedio de ejecución de los protocolos propuestos para el proceso de almacenamiento si es menor que el de los protocolos actuales para el mismo proceso.
- Alistamiento y despacho de pedidos: que el valor de la significancia asintótica encontrado está por debajo de la significancia denominada (0.05), con un nivel de confianza del 95%, existen suficientes pruebas estadísticas para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se infiere que el tiempo promedio de ejecución de los protocolos propuestos para el proceso de alistamiento y despacho, si es menor que el de los protocolos actuales.

Finalmente, teniendo en cuenta las pruebas anteriormente realizadas y es posible observar en la tabla 34, se puede inferir que en promedio el tiempo para el proceso de compras se disminuyó en 77 segundos, la disminución para el tiempo de proceso en el almacenamiento de pedidos es de 199 segundos y alistamiento y despacho de pedidos tuvo una disminución de 143 segundos. Sin embargo, el proceso de recepción tuvo un aumento en su tiempo de proceso considerando los procesos actuales con respecto a los propuestos, como

y ase ha indicado antes esta diferencia se debe a la integración de actividades de documentación tanto en el software como en los formatos propuestos. Por último y según la evaluación de las directivas ante el cambio en los tiempos de proceso para cada actividad, se concluyó que debido a que el proceso de alistamiento y despacho de pedidos (ventas) se ejecuta con mucha mayor frecuencia que los demás tres productos, para el largo plazo la mayor cantidad de tiempo ahorrado será aportada por las mejoras hechas en el protocolo de alistamiento y despacho de pedidos.

*Tabla 42. Diferencia de tiempos promedios por proceso*

<b>Tiempo promedio por proceso (Seg.)</b>	<b>Compras</b>	<b>Recepción</b>	<b>Almacenamiento</b>	<b>Alistamiento y despacho</b>
Protocolos actuales	460.3	460.3	991.7	375.2
Protocolos propuestos	383.3	875.3	792.3	231.7
Diferencia (P. actuales- P. propuestos)	77	-415	199.4	143.5

*Fuente: Autores.*

## CONCLUSIONES

- Dada la formulación del problema propuesta en el capítulo 1, se determinó que la solución a desarrollar debía estar fundamentada principalmente en: en las bases teóricas establecidas para la gestión logística y comercial, de Miguel Gómez Aparicio, la metodología PERT/CPM para proponer una metodología de implementación eficiente y finalmente pruebas estadísticas comparativas que permitieran definir un contraste de los protocolos y mejoras propuestas a los procesos de la empresa Depósito Colinas del sur.
- Tras el desarrollo de diagramas de flujo que describieran los procesos logísticos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho de mercancías y el uso posterior de la metodología PHVA para la caracterización de procesos, fue posible identificar las actividades críticas de los protocolos logísticos de la organización Depósito Colinas del sur. En esta clasificación de las problemáticas se encontró la necesidad de desarrollar una solución conjunta que integre los procesos del abastecimiento abarcados, permita almacenar y administrar fácil y eficientemente la información.
- En respuesta a los problemas dentro de las actividades críticas de cada proceso, estudiados en el capítulo 2, se realizó una propuesta sostenida en tres pilares: el primer pilar es una herramienta de software en Access que integra y administra la información de los procesos de compras, recepción, almacenamiento y alistamiento y despacho, el segundo pilar implica una serie de formatos de documentación y registro de información, uno para cada proceso, cuya función es brindar un soporte físico de la información contenida en el software y como último pilar se desarrollaron una serie de protocolos que integran los primeros dos pilares a la forma de cómo se desarrollan los actualmente estos procesos.
- Finalmente, luego del desarrollo de las propuestas fundamentadas en el software, documentación y protocolos mencionados en el capítulo 3, se estableció una metodología de implementación que detalla en fases las actividades que debe realizar la empresa Depósito Colinas del sur para hacer un uso eficiente de los recursos realizados en este proyecto y puestos a disposición de la organización. Adicionalmente se comprobó por medio de la prueba estadística T de student que para los procesos de compras, almacenamiento y alistamiento y despacho de pedidos son menores usando los protocolos propuestos. Adicionalmente, aunque se detectó un incremento en el tiempo del proceso de recepción debido a la integración de actividades de documentación que no existían anteriormente y según el criterio de las directivas en cuanto a la evaluación de las pruebas piloto, se prevé que a largo plazo el ahorro de tiempo generado para la empresa sea ocasionado por la mejora en el protocolo de ventas, pues es el proceso ejecutado con mayor frecuencia.

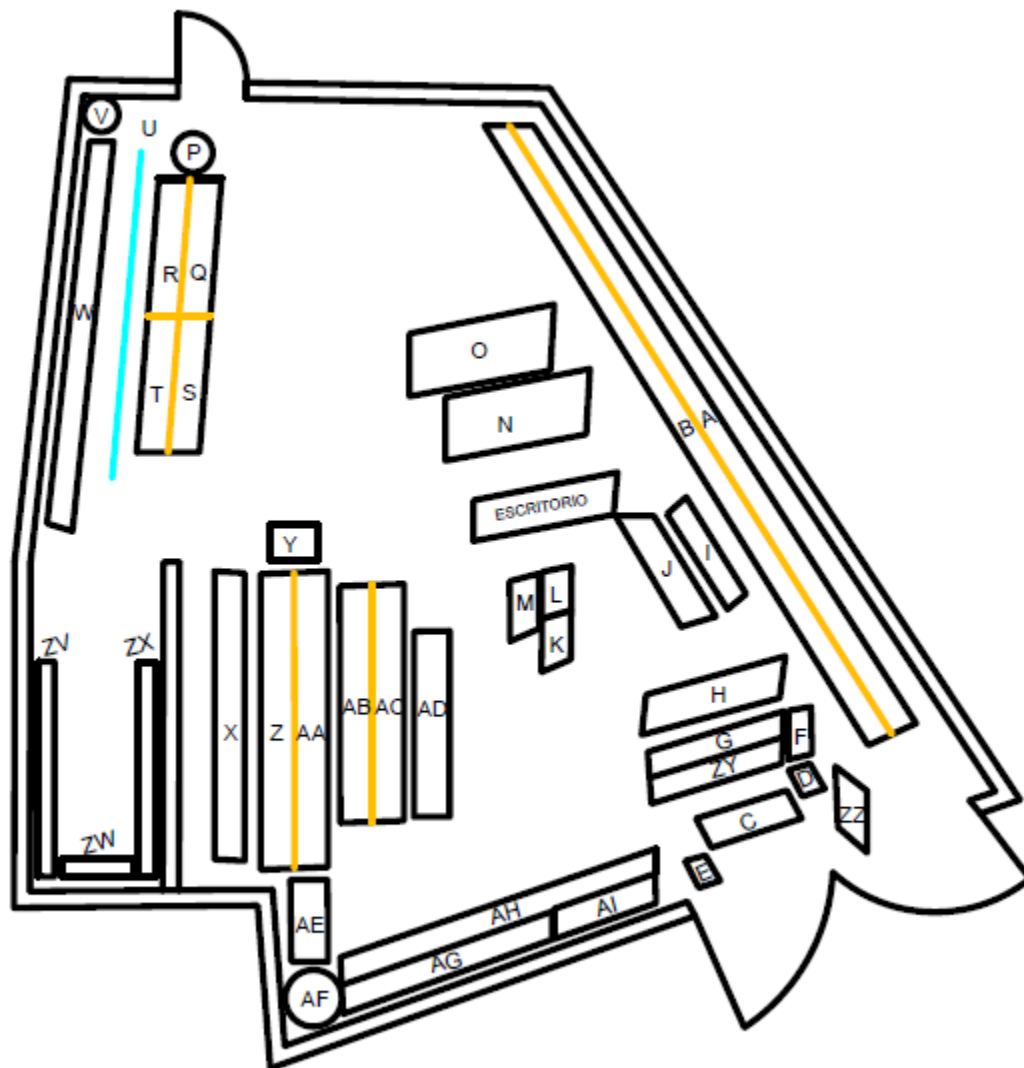
## RECOMENDACIONES

- Inicialmente, se recomienda a la empresa depósito Colinas del Sur involucrar a todo el personal en la implementación de los cambios y nuevos procedimientos propuestos por medio de capacitación y buena comunicación, con el fin de generar un nivel de confianza estrecho y un buen ambiente al momento de llevar a cabo la propuesta.
- Se sugiere además un conteo físico de inventarios que consiste en: reconocer la importancia de una realización periódica del conteo de unidades y productos existentes en el almacén, por lo tanto, a raíz de esto es necesario que la organización defina con periodicidad los días exactos destinados a la realización del conteo; para efectos prácticos se recomienda que este conteo se realice de manera trimestral. Esta propuesta se hará efectiva a partir del primer mes de la puesta en marcha del sistema de información.
- Política de reabastecimiento: Ya que la empresa no cuenta con datos históricos de las ventas realizadas, actualmente no es posible realizar afirmaciones sobre tendencias o la naturaleza de factores como la demanda, costos de inventario y costos de solicitud de pedidos. Por tanto, se sugiere, cuando se disponga de suficientes datos históricos documentados establecer una metodología de inventarios que se adapte a comportamientos y tendencias en las ventas.
  - También se recomienda llevar seguimiento y control oportuno a la metodología de implementación y posterior puesta en marcha de las estrategias para detectar problemáticas e intervenir oportunamente.
- Se recomienda a la empresa utilizar el sistema de nomenclatura propuesto tanto para los productos como para almacenamiento para tener certeza de la veracidad de la información en el Software.
- Adicionalmente, se recomienda a la empresa una mejora en la consulta de búsqueda de información de productos usando el criterio de nombre del producto, para implementar una consulta inteligente que se actualice cada vez que se digite un carácter.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. H. (2008). *Logística, administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez (Estado de México): Pearson.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- DANE. (2018). *Sistema Nacional de Información Laboral- Primer trimestre 2018*.
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2007). *Fundamentos de sistemas de bases de datos*. México D.F.: Pearson Addison Wesley.
- Fernandez, C. (2011). "Programacion Lineal e Ingenieria Industrial: una aproximación al Estado del Arte". *Ingenieria Industrial Actualidad y nuevas tendencias*, 19.
- García Torres, Á. U. (2009). *Actividad edificadora en Norte de Santander*. Cámara Colombiana de la construcción (CAMACOL).
- Gómez Aparicio, J. M. (2014). *Gestión logística y comercial*. Ciudad Real: Mc Graw Hill.
- Kalenatic, D. (1993). *Técnicas de planeación de redes*. Bogotá, Colombia: Fondo editorial U.D.F.J.C.
- Lieberman, F. H. (2010). *Investigación de Operaciones*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Miranda, J. (2005). *Manual de Dirección de Operaciones*. Thomson Editores Spain Paraninfo S.A.
- Montaño, A. (1992). *Iniciación al Método del Camino Crítico*. Mexico D.F.: Editorial Trillas.
- Montgomery. (2004). *Diseño y Analisis de Experimentos*. Limusa Wiley.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial, métodos estandares y diseño del proceso*. México D.F. : Mc graw hill.
- Suarez, M. (2012). *Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph*. Ibarra: Imprenta M & V.
- Taha., H. (2004). *Investigación de Operaciones*. Fayetteville: University of Arkansas.
- Vidal., C. (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. San Antonio, Texas: Pearson Education.

Anexo 1. Planos almacén Deposito Colinas del Sur con sistema de nomenclatura propuesto.



**Anexo 2. Formato de seguimiento y observación.**

<b>Depósito Colinas del Sur</b>			
<b>Formato de seguimiento y observación</b>			
<b>Problemas encontrados en la ejecución del software.</b>			
Fecha:			
No.	Descripción problema	Formularios y/o Consultas	Prioridad cambio (1 - 4)
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Problemas encontrados al llenar la documentación</b>			
Fecha:			
No.	Descripción problema	Proceso y código del formato	Prioridad cambio (1 - 4)
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Problemas encontrados en la ejecución de los protocolos.</b>			
Fecha:			
No.	Descripción problema	Protocolo y número de la actividad	Prioridad cambio (1 - 4)
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Observaciones:</b>			

**Anexo 3. Datos experimento de contraste.**

<b>Tiempos de ciclo (s) Protocolos actuales</b>			
<b>Compras</b>	<b>Recepción</b>	<b>Almacenamiento</b>	<b>Alistamiento y despacho</b>
454	454	1011	374
455	455	992	369
473	473	992	386
464	464	987	388
461	461	992	383
461	461	980	374
453	453	999	389
474	474	992	376
461	461	980	359
447	447	992	354
<b>Tiempos de ciclo (s) Protocolos Propuestos</b>			
388	873	814	236
386	880	810	231
380	876	813	229
383	869	806	235
386	872	795	225
384	874	780	225
378	876	755	226
385	874	777	228
385	873	777	235
386	872	796	228