

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE  
ABASTECIMIENTO, ALMACENAMIENTO E INSTALACIÓN PARA MATERIALES  
NO PROPIOS DE LA LÍNEA DE NEGOCIO BAJO GESTIÓN DE ACCIONES Y  
SERVICIOS S.A.

PROPUESTA APLICADA

JEISSON ANDRÉS CARO RAMIREZ

JUAN CAMILO DUARTE LONDOÑO

SEBASTIÁN DURÁN POSADA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.

2016

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE  
ABASTECIMIENTO, ALMACENAMIENTO E INSTALACIÓN PARA MATERIALES  
NO PROPIOS DE LA LÍNEA DE NEGOCIO BAJO GESTIÓN DE ACCIONES Y  
SERVICIOS S.A.

PROPUESTA APLICADA

JEISSON ANDRÉS CARO RAMIREZ

JUAN CAMILO DUARTE LONDOÑO

SEBASTIÁN DURÁN POSADA

TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
PROFESIONAL EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR: INGENIERO OSCAR JAVIER JAMOCÓ ÁNGEL.

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2016

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Glosario de términos .....  | 1  |
| Resumen ejecutivo .....   | 3  |
| Planteamiento del problema.....   | 6  |
| Justificación .....   | 6  |
| Objetivos.....  | 11 |
| Antecedentes .....  | 13 |
| Marco Teórico.....  | 15 |
| Metodología .....   | 19 |
| Capítulo 1: Diseño de una herramienta para el manejo de inventarios .....                       | 20 |
| Capítulo 2: Diseño de un sistema de redistribución de planta en el área de almacenamiento. .... | 28 |
| Capítulo 3: Diseño de un modelo de ruteo para el equipo de instaladores .....                   | 39 |
| Capítulo 4: Evaluación Financiera del Trabajo de Grado .....                                    | 50 |
| Conclusiones .....  | 56 |
| Recomendaciones .....   | 57 |
| Referencias bibliográficas.....   | 60 |
| Apéndices.....  | 62 |

## **Listas de tablas**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Matriz DOFA  | 8  |
| Tabla 2: Cruce matriz DOFA, Estrategias DODA y FOFA                             | 10 |
| Tabla 3: Cuadro de Metodología  | 19 |
| Tabla 4: Significado de los puntos en el mapa                                   | 30 |
| Tabla 5: Características de los tipos de rack en los puntos 5, 6 y 7 del plano  | 30 |
| Tabla 6: Variables del modelo   | 42 |
| Tabla 7: Restricciones del modelo matemático                                    | 43 |
| Tabla 8: Duración aproximada de las operaciones en el punto de venta            | 46 |
| Tabla A4-1: Modelos matemáticos para las distribuciones lineales simple y doble | 71 |
| Tabla A6-1: Resultados del modelo matemático                                    | 77 |

## Lista de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Cobertura del Grupos Acción Plus S.A.S.  | 15 |
| Figura 2: Cadena de valor de Porter  | 17 |
| Figura 3: Modelo usado por la empresa para el control de los inventarios   | 21 |
| Figura 4: Interfaz de inicio de la herramienta para el manejo de inventarios   | 23 |
| Figura 5: Formulario para el registro de entradas de material  | 24 |
| Figura 6: Formulario para el registro de entradas parciales de material  | 24 |
| Figura 7: Formulario para el registro de entradas parciales de material  | 25 |
| Figura 8: Consolidado formulario de entrada  | 26 |
| Figura 9: Consolidado Entradas y Salidas   | 27 |
| Figura 10: Tabla dinámica para realizar control de entradas y salidas de material de cada producto para cada uno de los canales o marcas | 27 |
| Figura 11: Plano de distribución de la bodega  | 30 |
| Figura 12: Manera en que se dividió la zona de almacenamiento para cumplir con el supuesto 2   | 32 |
| Figura 13: Plano de la propuesta de distribución   | 34 |
| Figura 14: Asignación de unidades de almacenamiento en el primer nivel de cada rack  | 35 |
| Figura 15: Asignación de unidades de almacenamiento en el segundo nivel de cada rack   | 35 |
| Figura 16: Significado de cada dígito que compone el Storage Location  | 38 |
| Figura 17: Uso de la herramienta de Google maps  | 44 |
| Figura 18: Pasos que sigue la programación para establecer las rutas a cada equipo de trabajo  | 47 |
| Figura 19: Evaluación financiera Escenario Actual  | 53 |
| Figura 20: Evaluación financiera Escenario Pesimista   | 54 |
| Figura 21: Evaluación financiera Escenario Optimista   | 55 |
| Figura A5-1: Diagrama de Pareto para determinar las marcas y áreas con mayor cantidad de material  | 73 |
| Figura A5-2: Lista de asignación de estibas por marca y de Storage location  | 73 |
| Figura A5-3: Identificación de las zonas de almacenamiento   | 74 |
| Figura A5-4: Distribución actual de los materiales por área o marca en pisos 1 y 2 de los racks  | 74 |

|  |    |
|--|----|
| Figura A5-5: Asignación del Storage Location en la propuesta de distribución para los niveles 1 y 2 de los estantes, respectivamente | 75 |
| Figura A5-6: Lista de los Storage location por zona de almacenamiento  | 75 |
| Figura A6-1: Resultado de la prueba para determinar la configuración adecuada  | 76 |
| Figura A6-2: Cálculos realizados para determinar la configuración final  | 76 |
| Figura A7-1: Dispensador Aéreo innova 8 canales  | 78 |
| Figura A7-2: Dispensador Mostrador Negro con LED   | 78 |
| Figura A7-3: Dispensador Bandeja Frontal LED   | 79 |
| Figura A7-4: Vehículo de Carga Asignado a los Equipos  | 79 |
| Figura A8-1: Matriz de distancias general  | 80 |

## Glosario de términos

**Day by Day:** herramienta destinada a los grupos de instalación, en donde se registran los puntos visitados y se muestra la ruta de visita a ejecutar. (Day by Day. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**GT:** (General Trade) canal detallista o tradicional, más conocido como tienda a tienda (TAT), no se incluyen en esta categoría a HET. (GT. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**HET:** (High End Trade) canal conformado por negocios de comercio organizado, generalmente cuentan con una central de compras. Se incluyen negocios tales como C-Store, autoservicios, supermercados, hipermercados, cadenas de droguerías, entre otros. (Ver Definición KA). (HET. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**KA:** (Key Account) canal de cuentas claves, son negocios que pertenecen a HET (ver definición) y cumplen con características especiales tales como buen espacio para la visibilidad para los productos. Son puntos estratégicos para realizar actividades promocionales. (KA. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**KPI:** (Key Performance Indicator) indicador de gestión orientado a evaluar el desempeño de las actividades prestadas por el servicio. Son planteadas y acordadas en el contrato realizado con el cliente. (KPI. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**LAMP:** (Legal Age Meeting Point) punto donde el grupo objetivo – adultos de 18 a 24 años - se reúne con frecuencia. (LAMP. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**PPOSM:** (Permanent Point Of Sale Material) material que se instala dentro del punto de venta y se considera permanente ya que se espera que dure más de un año en el POS y para su instalación requiere un proceso de solicitud e instalación. (PPOSM. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**POS:** (Point of sale) punto de venta. (POS. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**TPOSM:** (Temporary Point of Sale Material) material publicitario fácilmente removible para los puntos de venta y se espera que dure menos de un año en el POS. (TPOSM. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)

**Trade Engagement:** área de la empresa donde se planean y ejecutan actividades orientadas a los diferentes canales tales como GT, KA, LAMPS, entre otros. (TRADE ENGAGEMENT. (2015). *Glosario ventas Sales Organization Development*. Bogotá D.C.)



## Resumen ejecutivo

El proyecto se desarrolló a través de la empresa Acciones y Servicios S.A., que es una empresa encargada de prestar servicios de tercerización a diferentes empresas de manera oportuna y eficiente en las áreas de logística, producción y mantenimiento. Por otra parte el presente trabajo de grado se desarrolló en el área de Trade Engagement del cliente de Acciones y Servicios, esta área está encargada del almacenamiento, compra e instalación de materiales que sirven para exhibir el producto al interior de los puntos de venta, igualmente realiza la compra de productos no propios de la línea de negocio que apoyan diferentes actividades de marketing de los canales de ventas (Camisetas, gorras, llaveros, agendas, etc.).

Durante el diagnóstico inicial que se desarrolló a lo largo de la cadena de valor logística del cliente, se pudieron determinar diferentes problemáticas en los procesos que se llevan a cabo al interior del área de Trade Engagement. Uno de ellos es el inadecuado manejo de la información cuando se ingresan o se despachan materiales; a lo que se suma una inadecuada organización y consolidación de los inventarios tanto en la bodega nacional, como en las bodegas regionales.

Lo anterior produce una pérdida de materiales cercanas a \$1'500.000.000 de acuerdo a las cifras manejadas por parte de Acciones y Servicios S.A., estas pérdidas pueden deberse al mal manejo de la información, lo que origina inconsistencias para determinar la ubicación de las mismas, o siendo necesario aclarar que pueden presentarse debido a robos o destrucciones.

Otro inconveniente es el generado por la inadecuada organización que se lleva al interior de la bodega nacional, ya que en algunas épocas los desarrolladores de negocio, quienes realizan grandes compras de material exceden la capacidad máxima de

almacenamiento por lo cual se incurre en el incumplimiento de las normas mínimas de seguridad industrial para los empleados de bodega.

Mediante una herramienta enfocada en el manejo de entradas y salida de los diferentes productos PPOSM y TPOSM de cada uno de los desarrolladores de negocio, se pretende controlar de manera efectiva el manejo de estos productos. Cada uno de ellos cuenta con una referencia que se proporciona automáticamente, además la herramienta cuenta con seguridad en los formularios de entrada, salida y adicionalmente, con bases de datos con la información registrada; esto con el fin de tener certeza en que no cualquier usuario va a poder modificar el manejo del inventario de los productos de merchandising con los que la empresa cuenta actualmente.

En cuanto a la problemática referente a la distribución de planta de la bodega nacional; utilizando un modelo matemático, se calculó la distribución óptima de la estantería y almacenamiento industrial en la bodega. Adicionalmente, se utilizó un diagrama de Pareto para determinar cuáles de los desarrolladores de negocio son los que más utiliza la bodega. Lo anterior con el fin de realizar una correcta asignación en cuanto a la zona de cargue y descargue de la bodega y así ahorrar en cuanto a movimientos por parte de los colaboradores para poder tener una gestión más ágil en este proceso. Finalmente, se asignó una denominación a cada una de las zonas, en donde se le delimitó el espacio a cada una de las marcas con el objetivo de encontrar de manera más rápida los productos, lo que equivale a facilitar el trabajo a los operarios.

Adicionalmente, se realizó un modelo de ruteo basado en la heurística del vecino más cercano con ventanas de tiempo, con el fin que el usuario que planea las rutas del día siguiente, encuentre como resultado tres rutas (1 para cada uno de los 3 vehículos), en las cuales se garantiza por un lado, el cumplimiento de las ventanas de tiempo exigida por los

puntos de venta y por el otro, que las 3 rutas que arroje la herramienta sean las distancias más cercanas entre cada uno de los puntos de venta.

Por último, se realizó una evaluación financiera en la cual se estableció la relación Beneficio/Costo de las propuestas desarrolladas con el fin de poder determinar el impacto financiero que va a tener la implementación de las herramientas sobre el cliente de Acciones y Servicios S.A. Además se evaluaron dos posibles escenarios, de los cuales se resalta el escenario optimista, ya que este da como resultado una relación Beneficio/Costo de 1,07. Dicho escenario, plantea que las pérdidas de material se reducen en un 95% ya que se consideró que si se hace un uso adecuado de las herramientas y capacitaciones a los empleados, solo existiría una pérdida de material correspondiente al 5% asociada a daños y posibles robos de material. Adicionalmente se halló que en el modelo de ruteo propuesto, la instalación de dispensadores aumentaría en un 27,66%, lo que permitirá que los ingresos por ventas en este proceso pasen de ser \$ 157.920.000 a ser \$ 201.600.000.

## **Planteamiento del problema**

¿Es posible el diseño de una propuesta de mejora en los procesos de abastecimiento, almacenamiento e instalación para materiales no propios de la línea de negocio bajo gestión de acciones y servicios S.A.?

## **Justificación**

Para el diagnóstico de los problemas que se presentan en la empresa se hizo uso de la herramienta DOFA, tal y como se puede apreciar en la tabla 1. Así mismo, el respectivo cruce de ésta, se presenta en la tabla 2. A partir de este diagnóstico, el presente trabajo de grado pretende brindar al cliente una solución profesional, sustentada en la aplicación de diferentes conceptos y conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial, los cuales están relacionados con logística, evaluación y preparación de proyectos, optimización, entre otros. Por tanto, se proyecta garantizar la realización de una propuesta que tenga un impacto directo en la solución de los problemas detectados en relación con los procesos de abastecimiento, almacenamiento e instalación; previendo además, que la misma sea viable económicamente. Es de aclarar que actualmente Acciones y Servicios S.A. tiene un contrato con este cliente cercano a los 660 millones de pesos, lo que lo convierte en uno de los clientes más importantes.

Entre las problemáticas detectadas en la matriz DOFA están las pérdidas de materiales en el área de abastecimiento y almacenamiento que representan cerca de \$ 1'500.000.000 de acuerdo a las cifras manejadas por parte de Acciones y Servicios S.A. Cabe aclarar que estas pérdidas no necesariamente se producen por robos o destrucción de material sino que pueden ser debido al mal manejo de la información y la incorrecta organización en la bodega.

Otra oportunidad de mejora se presenta en los imprevistos que surgen a diario en los puntos de venta. Por esta razón los ruteos que se realizan diariamente y que se muestran a los instaladores mediante la aplicación “Day by Day” son modificados constantemente en el día, lo que produce pérdidas de ventas mensuales de \$480.000 (valor aproximado) por dispensador no instalado.

Por otra parte, la presente propuesta busca tener en cuenta el manejo adecuado de los instrumentos de trabajo tales como vehículos y materiales; como también del recurso más importante con el que cuenta toda organización y que se destaca como el elemento clave en la unidad de negocio del Grupo Acción Plus: el recurso humano. Actualmente la empresa cuenta con 18 instaladores a nivel nacional. Por lo que se deberá considerar que toda decisión que se tome en el desarrollo de la propuesta tenga un resultado positivo en el recurso humano, ya sea generando oportunidades laborales o mejorando las condiciones actuales de trabajo que los rodean.

Por último, lo que se pretende a nivel personal por parte de los autores de la presente propuesta, es la culminación de sus estudios profesionales a través del desarrollo de un proyecto de grado que cubra las expectativas de los mismos con relación a la profesión escogida, permitiéndoles unificar y consolidar distintas competencias desarrolladas a lo largo de la carrera, en relación con su formación académica y humana. De esta forma, se culmina y evidencia la formación holística adquirida como estudiantes de ingeniería industrial.

**Tabla 1. Matriz DOFA**

| Matriz DOFA  |   |
|--|---|
| Fortalezas   | Debilidades   |
| <p>° Al cierre del 30 de Julio del 2015, el cliente tenía un inventario valorizado por 3'900.000.000 de pesos aproximadamente. (<b>Tomado de:</b> Informe de inventarios cliente primer semestre 2015)</p> <p>° Actualmente la empresa presta servicios a grandes empresas entre ellas Unilever, Coltabaco S.A, Henkel, entre otras.<br/>(<b>Tomado de:</b> Entrevista con ejecutivo de cuenta)</p> <p>° Posee una serie de beneficios para sus empleados tales como convenios con otras empresas para ofrecer descuentos, auxilios educativos, capacitaciones, entre otros.<br/>(<b>Tomado de:</b> Entrevista con ejecutivo de cuenta)</p> <p>° Lleva 40 años como uno de los líderes del mercado en la prestación de servicios. (<b>Tomado de:</b> Datos histórico de la compañía)</p> <p>° Actualmente la empresa posee un contrato con Coltabaco de aproximadamente 660 millones, convirtiendolo en uno de los clientes más importantes para la compañía. (<b>Tomado de:</b> Lectura de contrato)</p> <p>° El 100% de los instaladores cuenta con un sistema llamado " Day by Day", el cual permite reportar los puntos visitados y controlar la instalación, reparación o retiro del material. ( <b>Tomado de:</b> Entrevista con ejecutivo de cuenta)</p> <p>° En Colombia durante el mes de Marzo del año 2015, se presentaron 847 visitas programadas, de las cuales 659 fueron efectivas ( se logró ejecutar el proceso de intalación, reparación o retiro en su totalidad). ( <b>Tomado de:</b> Estadísticas de productividad de la compañía.)</p> <p>° El costo por hora / hombre para un instalador es de 8.026 pesos Colombianos. (<b>Tomado de:</b> Contrato realizado con los instaladores)</p> <p>° El número de instaladores contratados a nivel nacional es de 18 ( <b>Tomado de:</b> Contrato realizado con el cliente)</p> | <p>° En el primer cierre semestral de inventarios, se reportaron perdidas estimadas en 1'000.000.000 de pesos. (<b>Tomado de:</b> Informe de inventarios cliente primer semestre 2015)</p> <p>° Del total de funciones que se presentan en el aplicativo "Day by Day", únicamente se utilizan en un 55%. (<b>Tomado de:</b> reporte estadístico de la compañía)</p> <p>° Actualmente no se controlan las más de 800 referencias que se tienen en el inventario para las actividades de trade engagement. (<b>Tomado de:</b> Análisis de las estadísticas que se manejan en bodega).</p> <p>° En un 90% de las regionales, no se tiene un control adecuado de las entradas y salidas de material. (<b>Tomado de:</b> Estadísticas tomadas por la compañía)</p> <p>° La compañía no cuenta con un plan logístico para la recepción control y salida de los materiales que ingresan a la bodega durante el año. (<b>Tomado de:</b> Análisis de las estadísticas que se manejan en bodega).</p> <p>° Manejo inadecuado de las bases de datos, en donde la información no se consolida de manera correcta en un 90% de las veces, causando problemas como el doble conteo de materiales. (<b>Tomado de:</b> Análisis de bases de datos de la compañía)</p> <p>° En las bodegas pertenecientes a la empresa no se cumple con el 100% de las normas de seguridad industrial. (<b>Tomado de:</b> toma directa en bodega y registros fotográficos)</p> <p>° Por estacionalidades en el área de trade engagement las bodegas se ocupan en un 140%. (<b>Tomado de:</b> Estadísticas de la compañía).</p> <p>° Del 100% del espacio disponible en bodega, no se destina un porcentaje para realizar la actividad de picking. (<b>Tomado de:</b> Diagnóstico outsourcing Acciones &amp; Servicios)</p> <p>° Solo se poseen 5 personas para atender la instalación, mantenimiento y retiro de dispensadores en Bogotá. (<b>Tomado de:</b> Información dada por Acciones &amp; Servicios)</p> <p>° Por los cambios repentinos de ruta por parte de los equipos de instalación para atender los imprevistos, se esta dejando de cumplir los objetivos de instalación diarios. Al dejar de instalar un dispensador en un punto de venta, el cliente deja de vender aproximadamente 120 unidades de producto lo que se traduce en 360.000 pesos al mes. (<b>Tomado de:</b> Estadísticas de la compañía)</p> |

---

**Oportunidades**

---

---

**Amenazas**

---

° De un total de 53.012 empresas que tenían potencial, finalmente se identificó que en el país hay 2.976 unidades productivas cuya actividad principal es la tercerización. (Tomado de: Los inversionistas se fijan en el dinámico sector de la tercerización colombiano. Dinero.com. Retrieved 15 October 2015, from <http://www.dinero.com/edicion-impresatecnologia/articulo/los-inversionistas-fijan-dinamico-sector-tercerizacion-colombiano/211385>).

° El producto interno bruto de Colombia en el segundo trimestre del 2015 es del 3,0% (Tomado de: Dane.gov.co,. (2015). Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Retrieved 15 October 2015, from <http://www.dane.gov.co/index.php>)

° En el caso particular de Colombia en general el valor medio del costo total logístico (CTL) para América Latina es de 14.7% donde las empresas colombianas parecen estar con un mejor desempeño, reportando 12.48% de CTL sobre ventas. (Tomado de: Oportunidades logísticas en Colombia,. (2015). Retrieved 17 October 2015, from [http://www.logyca.com/Portals/0/Documentos/Oportunidades\\_logisticas\\_en\\_colombia.pdf](http://www.logyca.com/Portals/0/Documentos/Oportunidades_logisticas_en_colombia.pdf))

° El cliente posee una serie de restricciones de ley que condicionan el proceso de instalación, mantenimiento o retiro de los materiales en los distintos puntos de venta. (Tomado de: Ley 1335 capítulo 3, artículo 13; capítulo 4 artículo 16 y 17)

° No se cuenta con un soporte adecuado para el respaldo de los KPI entre los resultados que se obtuvieron en el transcurso del periodo evaluado y los recursos que se le están asignando al cliente, es decir 7 instaladores líderes y 18 instaladores repartidos a nivel nacional para las diferentes regiones. (Tomado de: Bases de datos de la empresa)

° Instalación de material PPOS por parte de la competencia. (Tomado de: Entrevista a ejecutivo de cuenta)

° Las ventanas de tiempo que definen los puntos de venta para realizar la instalación de material PPOS (Tomado de: Bases de datos de la empresa)

° La compañía comprende como competencia directa a las empresas Andes, Man power, Serdan y Adecco principalmente. Estas empresas brindan servicios de outsourcing en todas las áreas incluyendo el área de logística. (Tomado de: Fuente propia y entrevista con ejecutivo de cuenta).

° Durante las operaciones de instalación, retiro o mantenimiento el equipo está expuesto a accidentes de trabajo, por lo cual se encuentran valorizados en la escala de riesgo como número II. (Tomado de: Diagnóstico Outsourcing Acciones & Servicios).

---

**Tabla 2. Cruce matriz DOFA, Estrategias DODA y FOFA**

| Cruce Matriz DOFA   |  |
|---|--|
| Estrategias DO  | Estrategias FO   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>° Realizar un Benchmarking de las empresas formales que prestan servicios de outsourcing logísticos con el fin de crear herramientas y servicios innovadores para generar una ventaja diferenciadora sobre la competencia.</li> <li>° Determinar estrategias de mercadeo en las que se impulse y se ofrescan los servicios que presta el grupo Acción Plus en otros países de latinoamerica, con empleados Colombianos.</li> <li>° Examinar y analizar los casos de éxito con relación a los métodos implementados en otras empresas para la solución de problemas logísticos a lo largo de la cadena de abastecimineto.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>° Ofrecer nuevos servicios en las distintas áreas de los clientes que les garanticen la correcta operación en las mismas.</li> <li>° Desarrollar un proceso de mejora continua en la aplicación "Day by Day" para alcanzar la funcionalidad de la aplicación en un 100%, generando así un valor agregado en los diferentes procesos que maneja el cliente.</li> <li>° Diseñar un plan estrategico por medio de la herramienta "Day by Day" en donde se evite el cambio repentino de rutas.</li> <li>° Teniendo en cuenta a las distintas empresas que prestan servicios de tercerización logística en Colombia, evaluar la posibilidad de contratar los servicios de almacenamiento de materiales en las temporadas en las que se producen los sobrebodegajes.</li> </ul> |
| Estrategias DA  | Estrategias FA   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>° Realizar un análisis de las bases de datos en donde se determine la relación del número de puntos de venta que se tienen por región sobre el número de personas que se necesitan, con el fin de aumentar el número de instalaciones PPOSM en cada una de las regiones determiandas.</li> <li>° Realizar un análisis del número de puntos de venta con el fin de determinar si el número de duplas que se tienen actualmente en la región son suficientes para cumplir con los indicadores (KPI) de visita según los requerimientos impuestos tanto por vendedores como por los desarrolladores de marca.</li> <li>° Definir los puntos de venta prioritarios en la asignación de ruta, con el fin de cumplir los horarios establecidos realizando el registro en el aplicativo "Day by Day".</li> <li>° Garantizar el buen servicio prestado al cliente por medio de el desarrollo de un plan logístico que contemple las problemáticas a lo largo de la cadena de valor logística.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>° Realizar un análisis costo/beneficio en cada una de las regionales con el fin de determinar si el capital humano que se está destinando a cada región justifica los indicadores de productividad (KPI) que se presentan periodicamente.</li> <li>° Diseñar un sistema de ruteo de vehiculos que conjunto a la herramienta "Day by DAy" garanticen la visita de todos los puntos de venta en los que se debe ejecutar el proceso de instalación, mantenimiento o retiro, teniendo en cuenta las ventanas de tiempo que los puntos de venta así lo determinen.</li> <li>° Aumentar el número de servicios de instalaciones efectivas que se realizan en las regionales, con el fin de evitar perder el contrato con el cliente.</li> </ul>                                |



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una propuesta de mejora en los procesos de abastecimiento, almacenamiento e instalación para materiales no propios de la línea de negocio bajo gestión de acciones y servicios S.A.

### **Objetivos Específicos**

- Establecer un modelo de control del flujo de entrada y salida de materiales con el fin de asegurar la correcta gestión en los procesos de abastecimiento y almacenamiento en bodega nacional y así reducir la pérdida de materiales.
- Diseñar un sistema de redistribución de planta que administre adecuadamente el espacio que se tiene asignado en bodega nacional para el almacenamiento de los materiales PPOSM, TPOSM; como también, el de los productos que no pertenecen a la línea de negocio del cliente.
- Diseñar un modelo de ruteo para los equipos de instalación que permita establecer los puntos de venta a visitar y así mejorar los objetivos de visita diarias asignados.
- Evaluar la viabilidad financiera de la propuesta de mejora en los procesos de abastecimiento, en la recepción y despacho de materiales, almacenamiento en la organización de los materiales e instalación en el ruteo de vehículos con el fin de determinar con el cliente la implementación de la misma.

### **Restricciones**

- Se cuenta con un contrato en el que se estipula la evaluación del mismo por medio de KPI'S en los cuales se fijaron objetivos de cumplimiento por parte del personal asignado al cliente.

- Actualmente el cliente se rige bajo la Ley 1335 capítulo 3, artículo 13; capítulo 4 artículo 16 y 17, en la cual se restringe la instalación del material publicitario al interior de los puntos de venta, así mismo se condiciona el consumo del producto.
- En Bogotá se poseen diferentes variables que afectan la movilidad de los equipos de instalación al interior de la ciudad, ocasionando algunas veces el incumplimiento de los objetivos de visitas planteados. Entre estas variables se encuentran el clima, los accidentes de tránsito, las obras viales, el pico y placa, entre otras.
- Existen ventanas de tiempo en las cuales no se pueden llevar a cabo la instalación del material PPOSM y TPOSM. Estas ventanas de tiempo son exigidas por parte del cliente con el fin de no interrumpir o incomodar a los clientes durante la instalación de los materiales. Normalmente son asignadas en horas de la madrugada para grandes superficies y en horas de almuerzo para negocios de barrio.
- Se poseen restricciones de capacidad tanto en la bodega nacional por el espacio con el que se cuenta para el almacenamiento como en los vehículos de carga en los que se transporta el material. Para el espacio de almacenamiento se cuenta con un área aproximada de 450 m<sup>2</sup> para almacenar las más de 800 referencias. Además, cada tipo de referencia cuenta con un tipo de empaque diferente, lo que dificulta su organización en bodega.

## Antecedentes

Como se menciona en el título del presente proyecto de grado, el fin que se pretende consiste en desarrollar y consolidar una propuesta de mejora de la cadena de valor logística para el área de *Trade Engagement*. Por lo tanto, se deben considerar unas alternativas de solución donde se han detectado los inconvenientes en abastecimiento, almacenamiento y distribución.

Con el fin de lograr eficiencia y organización en la bodega de almacenamiento, es necesario realizar un correcto diseño de la distribución de la misma. Es por esto que se deben tener en cuenta 5 factores que influyen en su diseño: primero, la estructura general de la bodega en la cual se debe considerar su tamaño, dimensionamiento y departamentos, teniendo en cuenta determinar la disposición detallada de cada uno de ellos. Por otro lado, se debe seleccionar el equipo para la bodega y por último, escoger las estrategias operacionales (Gu, Goetschalckx y McGinnis, 2005).

Ahora bien, se debe destacar la necesidad de establecer estrategias que permitan operar la bodega, de manera que estas puedan responder ante los constantes cambios que sufre la operación de almacenamiento. La selección de estrategias operacionales determinarán cómo va a operar la bodega, estas estrategias se refieren a decisiones en el área de operaciones que van a afectar la toma de otras disposiciones que deben ser consideradas en el diseño global (Gu et al, 2005)

Por otra parte, el diseño de las rutas a ejecutar a cargo de los equipos de instalación ha generado inconvenientes a la empresa y a los clientes, generando, en algunos casos, incumplimiento de las metas acordadas. El objetivo general en transporte y distribución debería ser el acercar los bienes y servicios producidos por una empresa a los clientes, al costo más bajo posible y cumpliendo con las restricciones que se imponen en las políticas de

servicio al cliente. Para realizar esto, es necesario conocer al cliente al cual se le está prestando el servicio, restricciones de tiempo, volumen de material que es transportado y la ubicación de la bodega de abastecimiento (Frazelle, 2002). **(Ver Apéndice 1)**

Otro punto de vista sobre esta temática se plantea en el trabajo de grado titulado *“SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS CON CAPACIDAD LIMITADA “CVRP” A TRAVÉS DE LA HEURÍSTICA DE BARRIDO Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO GENÉTICO DE CHU-BEASLEY”* donde Orrego (2013) afirma que: “Los diferentes atributos y restricciones del problema generan una familia de la que vale la pena mencionar ocho casos típicos **(Ver Apéndice 2)**, los cuales al compartir características pueden dar lugar a todo un universo de problemas VRP” (p. 12)

Por otra parte, en el abastecimiento se puede plantear un interrogante acerca de la utilización de sistemas de información sofisticados para el manejo de la cadena de abastecimiento. Citando a Vidal, Londoño y Contreras (2004), se puede observar que se da respuesta a este interrogante de la siguiente manera:

Muchas veces estos se convierten en costosos sistemas de información solamente, sin que se puedan explotar todas sus posibilidades. Específicamente, en el área de inventarios, en general estos sistemas no son utilizados adecuadamente, y sus capacidades de pronósticos y de control no son aprovechadas en todo su potencial. En muchas ocasiones, como en el caso mostrado en esta publicación, sistemas sencillos hechos en casa pueden ser la respuesta rápida, parcial o definitiva, a los serios problemas de inventarios que presentan las organizaciones locales y nacionales en general. (p. 50)

## Marco Teórico

### Grupo Acción Plus S.A.S

El Grupo Empresarial Acción Plus, fue fundado en 1975 en Cali con los servicios de selección y suministro de personal temporal. Desde 1997 incorporaron los servicios de outsourcing en mercadeo, aseo y mantenimiento industrial. En los últimos años ha lanzado servicios de outsourcing en procesos de negocio, orientados a la investigación y medición de mercados en el punto de venta y prestación de servicios de contenido de marca.

El Grupo Empresarial Acción Plus lo conforman las siguientes líneas de negocio:

**ACCIONES Y SERVICIOS S.A:** Outsourcing de servicios de apoyo y tercerización

**ACCIÓN BPO S.A.S:** Subcontratación Procesos de Negocios

**ACCIÓN SALUD I.P.S:** Prestadora Servicios de Salud

**ACCIÓN S.A:** Empresa Servicio Temporal

**ACCIÓN INTEGRAL DE RIESGOS:** Agencia de Seguros y Riesgos

**ACCIÓN DEL CAUCA S.A:** Empresa Servicio Temporal

Actualmente El Grupo Acción Plus tiene oficinas en 21 ciudades del país, organizadas por regionales centro, sur, norte, este y oeste, permitiéndoles dar una cobertura a nivel nacional.

| <u>Regional Centro</u> | <u>Regional Norte</u> | <u>Regional Sur</u> | <u>Regional E &amp; O</u> |
|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| + Bogotá               | + Barranquilla        | + Cali              | + Medellín                |
| + Ibagué               | + Cartagena           | + Buenaventura      | + Bucaramanga             |
| + Neiva                | + Montería            | + Buga              | + Cúcuta                  |
| + Tunja                | + Santa Marta         | + Pasto             |                           |
| + Villavicencio        | + Valledupar          | + S. Quilichao      |                           |
|                        |                       | + Pereira           |                           |
|                        |                       | + Armenia           |                           |
|                        |                       | + Manizales         |                           |



Figura 1: Cobertura del Grupos Acción Plus S.A.S.

## **Misión**

Generamos trabajo digno a miles de colombianos para implementar soluciones innovadoras de servicios de outsourcing y suministro de talento humano, impactando positiva y sosteniblemente la vida de nuestros colaboradores y la productividad de nuestros clientes.

## **Visión**

Ser un grupo empresarial reconocido por su eficiencia operacional y la satisfacción de sus clientes internos y externos.

Los valores corporativos y éticos que conforman parte de la cultura organizacional de la empresa son: Respeto, Responsabilidad, Honestidad e Integridad.

En las empresas del Grupo Acción Plus, se entregan soluciones de outsourcing y suministro de personal oportunas y eficientes, con el respaldo de talento humano competente y confiable apoyado con tecnología de punta, para ofrecer servicios que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes, a través de procesos y procedimientos seguros, previniendo actividades ilícitas que puedan afectar cualquiera de los pasos de la cadena de valor.

## **Cadena de valor**

Es un instrumento que permite analizar fácilmente la dinámica e interacción de las estrategias de una empresa. (Garralda, 1999, p. 1)

Esta herramienta fue propuesta por Michael Porter en 1985 en su obra *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. A diferencia de la cadena de valor propuesta por Mckinsey, Garralda (1999) afirma que la de Porter:

Tiene una perspectiva más interna, centrándose en la empresa. Como aspectos diferenciadores, se puede señalar que la de Porter incluye una perspectiva horizontal de las relaciones interdepartamentales que agrupa en la categoría que denomina las actividades de apoyo; y que enfatiza las interrelaciones de la empresa con sus proveedores y clientes. (p. 3)

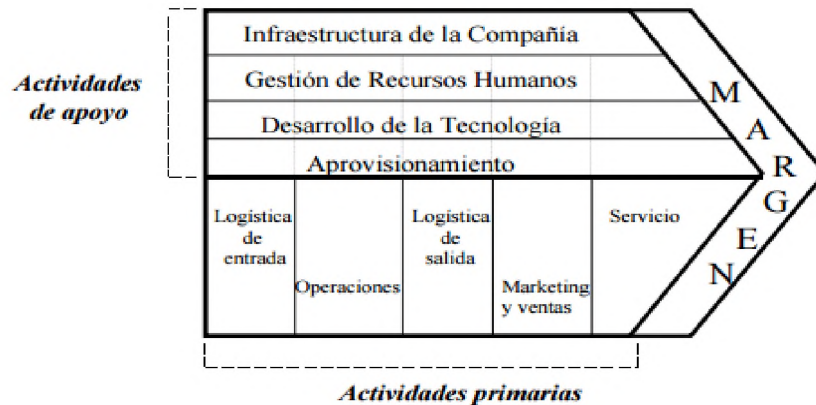


Figura 2: Cadena de Valor de Porter

### Warehouse operations

Las operaciones que se llevan a cabo en bodega tanto de almacenamiento como el control de operaciones son fundamentales para la adecuada gestión logística de cualquier empresa. En la actualidad las bodegas y su administración están jugando un papel mucho más importante en el éxito o fracaso de un negocio (Frazelle, 2002).

También es importante resaltar la influencia de las demás actividades de la cadena de valor logística en las warehouse operations. Lo que se propone inicialmente es que una buena planificación del proceso de cada una de las 4 áreas de logística podría evitar el almacenamiento; en segundo lugar se propone la posibilidad de que se podría pensar en la tercerización de este proceso, y que además sería importante poder diseñar la bodega de acuerdo a las necesidades que surjan para cumplir con la política de atención a los clientes (Frazelle, 2002).

### Distribución y transporte

Dentro del proceso de distribución y transporte de los materiales que van a ser instalados, es necesario tener un ruteo de vehículos en el cual se minimicen los costos teniendo en cuenta las diferentes restricciones que se puedan presentar, ya sean de capacidad o de ventanas de tiempos. Koç, Bektaş, Jabali, Laporte (2015) plantean que:

En los problemas de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo, se tiene en cuenta una flota de vehículos con diferentes capacidades y con costos relacionados al vehículo, así como un conjunto de clientes con demandas conocidas y ventanas de tiempos. Estos problemas consisten en determinar el ruteo de los vehículos de manera que cada uno de los clientes es visitado una sola vez por un vehículo dentro de la ventana de tiempo especificada, todos los vehículos inician el ruteo desde el almacenamiento y la carga de cada vehículo no sobrepasa su capacidad. (p. 11)

### **Flujo de Información**

El flujo de información es la variable clave para la seguridad del sistema, ya que no solo es vital para la organización, sino que además sirve como indicador de calidad de cómo está funcionando la organización; a partir del buen flujo de la información dentro de la organización puede hacerse una idea acerca de cuan efectivo es el trabajo de las personas para mantener la cultura y seguridad de la información. (Westrum, 2014)



## Metodología

**Tabla 3. Cuadro de Metodología**

| Objetivo específico  | Método   | Herramientas   | Entregable empresa  |
|--|--|--|---|
| Diseñar un modelo de control del flujo de entrada y salida de materiales con el fin de asegurar la correcta gestión en los procesos de abastecimiento y almacenamiento en bodega nacional y así reducir la pérdida de materiales.  | Se analizaron y consolidaron las bases de datos proporcionadas por la empresa.<br>Se desarrolló un modelo de control del flujo de entrada y salida de materiales.<br>Se desarrollo un manual para los encargados del área de abastecimiento para que realicen el respectivo control sobre el flujo de materiales.  | Microsoft office Excel.<br>Bases de datos actuales de los registros que tiene el cliente.<br>Piktochart.   | Herramienta destinada a la administración y registro del flujo de materiales tanto de tipo PPOSM, TPOSM, como de productos que no pertenecen a la línea de negocio del cliente. Esta se desarrolló en el software Excel.<br>Manual de Uso de la Herramienta destinada a la administración y registro del flujo de material.   |
| Diseñar un sistema de redistribución de planta para administrar adecuadamente el espacio que se tiene asignado en bodega nacional para el almacenamiento tanto de materiales PPOSM, TPOSM, como de productos que no pertenecen a la línea de negocio del cliente.  | Se realizó un diagrama de pareto con el fin de determinar la asignación de espacios a cada una de las marcas dentro de la bodega.<br>Se determinaron los tamaños y dimensiones de las racks en las que se almacenan los materiales PPOSM, TPOSM y los que no son propios de la línea de negocio.<br>Se diseñó un sistema de redistribucion de la planta de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagrama de pareto bajo el modelo de Layout propuesto por Bassan y las dimensiones de los racks.<br>Diseño de la clasificación de las zonas en la redistribución de planta para cada una de las marcas con el fin de tener un estandar en las ubicaciones y poder encontrar los materiales necesarios mas facil. | Excel.<br>Bases de datos actuales de los registros que tiene el cliente.<br>Diagrama de Pareto.<br>Modelo de Layout.<br>Visio.<br>Power Point.                                 | Se realizó el diseño de la distribución de planta y de los materiales al interior de la bodega nacional con el fin de controlar el almacenamiento y orden de estos. El entregable son los planos a escala en un documento de Word en donde se detalla como se debe distribuir tanto los materiales como los racks al interior de la bodega nacional para facilitar su ubicación al interior de la misma, teniendo en cuenta las normas de seguridad vigentes. |
| Diseñar un modelo de ruteo para los equipos de instalación que permita establecer los puntos de venta a visitar y así mejorar los objetivos de visita diarias asignados.   | Se analizaron y consolidaron las bases de datos proporcionadas por la empresa con las direcciones de cada uno de los puntos de instalación.<br>Se realizó la matriz de distancias para poder realizar la heurística del vecino más cercano con ventanas de tiempo.<br>Se desarrolló un modelo de ruteo usando la heurísticas del vecino más cercano con ventanas de tiempo para determinar las rutas a visitar por parte de los 3 equipos de instalacion.  | Excel.<br>Registros de la duración aproximada del proceso de instalación, reparación o mantenimiento.<br>Bases de datos de los puntos de venta.<br>Piktochart.<br>GoogleEarth. | Herramienta en Excel donde se obtenga la ruta a ejecutar teniendo en cuenta las ventanas de tiempo y las restricciones planteadas en el modelo matemático.<br>Manual en donde se denote el correcto uso de la herramienta por parte del usuario.  |
| Evaluar la viabilidad financiera de la propuesta de mejora en los procesos de abastecimiento en la recepción y despacho de materiales, almacenamiento en la organización de los materiales e instalación en el ruteo de vehículos con el fin de determinar con el cliente la implementación de la misma. | Se evaluó mediante costo beneficio la viabilidad de implementar los diseños y mejoras que se realizaron en tres escenarios diferentes, se plasmó el modelo actual de la empresa, se desarrolló un modelo pesimista y uno optimista, con el fin de poder observar los beneficios o consecuencias de la implementacios de los diseños y mejoras propuestas.  | Excel.<br>Bases de datos actuales de los registros que tiene el cliente  | Análisis de los tres escenarios (Actual, Pesimista y Optimista) en donde se denota la viabilidad de la implementación de los diseños y mejoras propuestas al cliente de Acciones y Servicios S.A.   |

## **Capítulo 1: Diseño de una herramienta para el manejo de inventarios**

Para el diseño y desarrollo de la herramienta que permite el control tanto de la recepción como del despacho de los materiales, se tuvo en cuenta, como primera medida que la herramienta sea muy afable con el usuario.

Uno de los beneficios de implementación de la herramienta es que permite a los usuarios consultar en cualquier momento el consolidado final de todos los movimientos hechos en un periodo de tiempo, determinado tanto las unidades disponibles en bodega, como el inventario promedio valorizado para mantener un control del mismo.

Actualmente, el cliente se encuentra en un proceso de reestructuración logística de las operaciones y uno de los objetivos de este proceso es la asignación de códigos para cada uno de los materiales de la línea de negocio. La herramienta diseñada contribuye en la asignación de este código teniendo en cuenta tanto la categoría en la cual se está clasificando el material como el consecutivo correspondiente, el cual depende del número de ingresos en dicha categoría.

Adicionalmente, la herramienta contempla la oportunidad de que el usuario modifique las listas desplegables dependiendo de las necesidades que se presenten en el momento de ingresar los datos. De otro lado, y para evitar que la persona encargada de manejar la herramienta llene los campos inadecuadamente o que los llene de forma incompleta, se condicionó la herramienta de forma tal, que si el usuario se va a saltar algún campo obligatorio, la herramienta no permita que este avance sin llenar el campo previo.

Se decidió elaborar la herramienta sobre la plataforma de Excel considerando diferentes ventajas. La primera de ellas y la principal es por el fácil acceso que tienen a esta los empleados al interior de la empresa evitando incurrir en gastos por plataformas que

solicitan una licencia de uso con un alto valor e igualmente porque es una plataforma con la cual los empleados se sienten familiarizados y han trabajado con ella durante mucho tiempo, facilitando la capacitación en lo que al manejo de la plataforma Excel se refiere.

### Metodología implementada

Para el desarrollo de esta herramienta se tuvo como referencia la base de datos que usa la empresa para guardar la información de los productos que tienen en inventario y además se contó con la oportunidad de conocer la razón por la que no han funcionado las herramientas que se han implementado anteriormente.

En la base de datos de la empresa se observó que no existía control en la información que se ingresaba, ya que muchos de los campos que se debían llenar los dejaban en blanco. Lo anterior no permitía ejercer control sobre los productos que ingresaban o salían, provocando que no se tuviera certeza de lo que había en la bodega y se produjeran pérdidas de material.

| Ciudad              | Región | Fecha Movimiento | Nombre Proveedor Int /Ext | Remisión Proveedor | No. Orden de Compra | Descripción material O.C   |
|---------------------|--------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Manizales                 | 75536162           | 4501517034          | Sticker de precio          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Pereira                   | 75536163           | 4501517034          | Sticker de precio          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Armenia                   | 75536164           | 4501517034          | Sticker de precio          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Ibaqué                    | 75536165           | 4501517034          | Sticker de precio          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Neiva                     | 75536166           | 4501517034          | Stickers de precios        |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Villavicencio             | 75536157           |                     | Teatro en casa LG          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 08/01/2014       | Medellín                  | 81214209           |                     | Vinipel rollo              |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13912              |                     | Blusa blanca               |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13937              |                     | Cajas fuertes              |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Medellín                  | 75536159           |                     | Cajas fuertes              |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Cali                      | 75536160           |                     | Cajas fuertes              |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Barranquilla              | 75536161           |                     | Cajas fuertes              |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13911              | 4501435792          | Calculadora Casio          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13919              |                     | Camisa polo roja Ferrari   |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13912              |                     | Chaquetas azul             |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13972              | 4501527442          | Cigarrera Premium          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13913              |                     | Cuaderno para mini iPad    |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13972              | 4501535031          | Dispensador Lamps          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Barranquilla              | 75033162           |                     | Dispensador Lamps          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13921              |                     | Dispensador lono 5 canales |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | DMS                       | 12729302           |                     | Dotación Altipal           |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13911              |                     | Esfero resaltador          |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13919              |                     | Gorra roja Ferrari         |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13911              |                     | Libreta PMI                |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13919              |                     | Maleta deportiva Ferrari   |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13919              |                     | Maleta negra Ferrari       |
| BOGOTÁ Cundinamarca | BN     | 10/01/2014       | Bogotá                    | 13912              |                     | Pantalones                 |

Figura 3: Modelo usado por la empresa para el control de los inventarios

Esto se debe a que no existe un uso estandarizado de la herramienta, ya que cada vez que un nuevo auxiliar de bodega es contratado, este usa la herramienta de la manera en que lo

considere correcto, provocando que la información consolidada no esté completa o haya errores en su ingreso.

Para su realización, se tuvieron en cuenta los campos que permitan hacer seguimiento a cada producto que ingresa o sale de la bodega; esto con el fin de que haya claridad en el proceso de recepción de materiales y exista una herramienta que permita hacer control y gestión durante este proceso.

Esta herramienta para el manejo de inventarios se diseñó a partir de las siguientes fases de diseño:

**Fase 1:** Se seleccionaron los campos que por el tipo de información que van a brindar debían ser llenados, ya que van a permitir hacer seguimiento y gestión a los productos que ingresan o salen de la bodega, a las personas, a los canales o marcas solicitantes, a la valorización del inventario, entre otros.

**Fase 2:** Se evaluó las restricciones que debían ser contempladas en los diferentes formularios (Entrada, Entrada Parcial, Salida), tomando como referencia el formato usado en la actualidad. Con base a este, se pudo concluir que los campos a llenar deben ser obligatorios, las hojas deben estar protegidas para que no pueda ser eliminada o modificada la información y debe existir validación de los datos que son ingresados en los campos.

**Fase 3:** Se realizó una macro en Excel que permitiera llenar formularios. A partir de esta macro se va a ir consolidando la información de cada uno de los tipos de movimiento que se va a realizar (Entrada, Entrada Parcial, Salida).

**Fase 4:** Se elaboró un manual de la herramienta y en este se especifican los pasos que debe seguir el usuario para poderla manejar sin inconvenientes. El manual fue diseñado en

Piktochart ya que permite presentar de manera más amigable y dinámica las instrucciones para el uso de la herramienta (**Ver Apéndice 3**).

## Resultados

### Propuesta definitiva

El diseño definitivo de la herramienta se puede observar en la figura 4. en la cual se puede observar la interfaz de inicio.



*Figura 4: Interfaz de inicio de la herramienta para el manejo de inventarios.*

La herramienta cuenta con 3 formularios para el diligenciamiento de acuerdo al tipo de movimiento de material que se va a realizar, dos de estos para la entrada de materiales y uno para la salida de materiales.

A continuación se observan los 3 formatos disponibles para el diligenciamiento de la información. En la figura 5, se observa el formulario para registro de entradas; en la figura 6, se observa el formulario para registro de entradas parciales y finalmente en la figura 7, se observa el formulario para registro de salidas.

| FORMATO DE ENTRADA DE PRODUCTOS |            |
|---------------------------------|------------|
| Código                          |            |
| Tipo Movimiento                 | Entrada    |
| Fecha Entrada                   | 08/02/2016 |
| Regional Llegada *              |            |
| Storage location *              |            |
| Nombre Proveedor Int./Ext *     |            |
| Remisión Proveedor *            |            |
| Orden de Compra *               |            |
| Categoría *                     |            |
| Consecutivo                     |            |
| Nombre del Producto *           |            |
| Cantidad Entrada *              |            |
| Valor Unitario *                |            |
| Link Foto Producto *            |            |
| Actividad *                     |            |
| Recibido Por *                  |            |
| Canal o Marca Responsable *     |            |
| Remisión interna Entrada *      |            |
| Observaciones *                 |            |

←
→

Figura 5: Formulario para el registro de entradas de material.

En la figura 5, se observa el formulario para el registro de entradas de material, este contiene un encabezado que permite saber el tipo de formulario que se está llenando. Este formulario contiene 19 campos que son obligatorios para poder realizar el ingreso de un producto (excepto el campo de observaciones, este no es obligatorio).

| FORMATO DE ENTRADA PARCIAL DE PRODUCTOS |                 |
|---|-----------------|
| Tipo Movimiento                         | Entrada Parcial |
| Fecha Entrada                           | 09/02/2016      |
| Código                                  |                 |
| Regional Llegada                        |                 |
| Storage location                        |                 |
| Nombre Proveedor Int./Ext               |                 |
| Remisión Proveedor                      |                 |
| Orden de Compra                         |                 |
| Nombre del Producto                     |                 |
| Cantidad Entrada Parcial                |                 |
| Valor Unitario                          |                 |
| Link Foto Producto                      |                 |
| Actividad                               |                 |
| Recibido Por                            |                 |
| Canal o Marca Responsable               |                 |
| Remisión interna Entrada                |                 |
| Observaciones                           |                 |

←
→

Figura 6: Formulario para el registro de entradas parciales de material.

El formulario que se observa en la figura 6, se llenará cuando haya entregas parciales por parte del proveedor. La primera entrega se deberá registrar en el formulario de entradas de material, mientras que las entregas siguientes deberán ser registradas en el formulario de entradas parciales de material.

| FORMATO DE SALIDA DE PRODUCTOS |            |
|--------------------------------|------------|
| Tipo Movimiento                | Salida     |
| Fecha Salida                   | 09/02/2016 |
| Regional Origen                |            |
| Regional Destino               |            |
| Guia                           |            |
| Código                         |            |
| Orden de Compra                |            |
| Nombre del Producto            |            |
| Cantidad Salida                |            |
| Valor Unitario                 |            |
| Actividad                      |            |
| Enviado a                      |            |
| Canal o Marca Responsable      |            |
| Remision interna Salida        |            |
| Autorizado por                 |            |
| Observaciones                  |            |

←
→

Figura 7: Formulario para el registro de entradas parciales de material.

En la figura 7, se puede observar el formulario para registrar salidas de material. Los campos Tipo Movimiento y Fecha Salida están formulados y no se deben modificar.

### Restricciones de la Solución

Las restricciones que se tuvieron en cuenta para la realización de la herramienta nacieron como solución a lo observado en el formato que llevan actualmente, ya que como no se cumple ninguna de estas restricciones, la información consolidada no estaba completa, no era validada y podía ser manipulada fácilmente. Es por estas razones que se decidió incluir las siguientes restricciones:

**Campos Obligatorios:** Lo que se busca con esta restricción es que el formulario no pueda ser consolidado sino se tiene toda la información que permita hacer seguimiento y control del

producto que ingresa o sale. Es muy importante que la información que se diligencia esté completa, ya que de esta manera será más fácil identificar y gestionar personal, marcas, inventario, entre otros.

**Protección de la información:** El objetivo de esta restricción es evitar la manipulación de la información que contiene cada uno de los consolidados y formularios, con el fin de impedir que se pierda la información y por consiguiente se pierda referencia de los productos que entran o salen a la bodega.

**Validación de datos:** Esta restricción busca lograr que los datos ingresados en cada uno de los campos sea válido, ya que se debe procurar por conservar la veracidad y confiabilidad de la información allí diligenciada, disminuyendo el riesgo de ingresar información errónea en cada uno de los campos.

### Validación de la solución

Como se observa en la figura 8, que hace referencia al consolidado de entradas, los campos que se debían diligenciar están completos, además campos como Remisión Proveedor y Orden de compra, que son campos alfa-numérico y numérico respectivamente, son validados para que la información diligenciada sea la apropiada.

| Código | Tipo Movimiento | Fecha Entrada | Regional Llegada | Storage location | Nombre Proveedor Int /Ext | Remisión Proveedor | Orden de Compra | Categoría | Consecutivo | Nombre del Producto |
|--------|-----------------|---------------|------------------|------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|-----------|-------------|---------------------|
| AM0072 | Entrada         | 05/02/2016 R4 |                  | Rack1            | ALEJPA S.A                | ASD                | 123 AM          |           | 72          | ASD                 |
| AM0073 | Entrada         | 05/02/2016 R1 |                  | Rack1            | ADISTORE S.A.S.           | AS                 | 123 AM          |           | 73          | ASD                 |

Figura 8: Consolidado formulario de entrada.

En la figura 9, se puede ver el consolidado de entradas y salidas, es en este consolidado donde se hace un resumen de la información diligenciada en cada formulario, para hacer un seguimiento más global del inventario; además en la figura 10 se encuentra la tabla dinámica que muestra a manera de tabla la información contenida en el consolidado de entradas y salidas, en esta se pueden observar cantidades, fechas y valor monetario de cada



uno de los productos de acuerdo al tipo de movimiento que se realizó.

| Tipo de Movimiento | Nombre del Producto | Código | Cantidad Entrada | Cantidad de entrada Parcial | Cantidad Salida | Fecha Entrada | Fecha de entrada Parcial | Fecha |
|--------------------|---------------------|--------|------------------|-----------------------------|-----------------|---------------|--------------------------|-------|
| Entrada Parcial    | ASD                 | AM0073 |                  |                             | 123             |               | 06/02/2016               |       |
| Entrada            | ASD                 | AM0073 | 1123             |                             |                 | 06/02/2016    |                          |       |
| Entrada            | ASD                 | AM0072 | 123              |                             |                 | 06/02/2016    |                          |       |

Figura 9: Consolidado Entradas y Salidas

| Tipo de Movimiento (Varios elementos)      |                          | Código (Todas)                      |                         |                                  |                                     |  |
|--|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Etiquetas de fila                          | Suma de Cantidad Entrada | Suma de Cantidad de entrada Parcial | Suma de Cantidad Salida | Suma de Total unidades en bodega | Suma de Valor inventario valorizado |  |
| <input type="checkbox"/> Green             | 1123                     |                                     | 123                     | 1246                             | \$306.516                           |  |
| ASD  | 1123                     |                                     | 123                     | 1246                             | \$306.516                           |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Boston | 123                      |                                     |                         | 123                              | \$15.129                            |  |
| ASD  | 123                      |                                     |                         | 123                              | \$15.129                            |  |
| <b>Total general</b>                       | <b>1246</b>              |                                     | <b>123</b>              | <b>1369</b>                      | <b>\$505.161</b>                    |  |

Figura 10: Tabla dinámica para realizar control de entradas y salidas de material de cada producto para cada uno de los canales o marcas.

A continuación se presenta el segundo capítulo referente al diseño de una propuesta de distribución de planta. El mismo sirve como complemento a este capítulo, ya que en este se presentará la nueva propuesta para el storage location, permitiendo así poder organizar de manera más ordenada los materiales PPOSM y TPOSM.

## **Capítulo 2: Diseño de un sistema de redistribución de planta en el área de almacenamiento.**

La distribución de planta en el área de almacenamiento para el cliente de Acciones y Servicios S.A. es uno de los factores más importantes que se deben considerar, ya que al tener una correcta organización de los diferentes materiales e implementos que se manejan de las diferentes marcas y áreas, se está asegurando la contribución en cuanto a reducción de costos, incremento de la productividad y el mayor aprovechamiento de los espacios disponibles.

Al hablar sobre distribución de planta en almacenamiento, es necesario considerar los factores que afectan el desarrollo de este proceso, como lo son las áreas que almacenan materiales en la bodega, pasillos con las adecuadas medidas para el personal asegurando la seguridad de los mismos y la cantidad de espacio y recursos físicos disponibles para realizar el almacenamiento y distribución adecuada. Lo anterior también asegura la correcta fluidez del proceso de alistamiento y despacho de los diferentes materiales que puedan requerir cada una de las áreas.

A su vez se propone realizar una redistribución de planta debido a las diferentes problemáticas que se encontraron en las etapas de recepción y despacho de materiales. Al hablar de la recepción de los materiales de las diferentes áreas, se encontraron problemáticas en cuanto a la inadecuada ubicación de estos cuando son recibidos, lo que causa pérdidas de productos y por supuesto pérdidas económicas.

Dicho lo anterior, se diseñó una herramienta con el fin de mejorar el control del flujo de estos materiales en cuanto a las entradas, entradas parciales y salidas de material. Por otro lado, en ciertas épocas específicas se evidencia una sobreocupación de la bodega debido a la cantidad elevada de llegada de material para poder realizar las diferentes campañas que se

tienen planteadas, por lo cual la bodega se queda corta de espacio, evidenciando así material en el piso y congestión en los pasillos.

Las fases para la consecución de este diseño y nueva redistribución fueron las siguientes:

**Fase 1:** Se consultó acerca de la distribución de los estantes en el almacén con el fin de lograr reducir el espacio y los recursos utilizados. Serna, Zapata y Pemberthy (2010) refieren que se plantean principalmente dos modelos orientados a la adecuada distribución de los espacios y racks al interior de la bodega. El primero de ellos se denomina Distribución lineal simple y la segunda se le reconoce como Distribución lineal doble. Cada uno de estos modelos está destinados a aprovechar de la mejor forma posible el espacio disponible por la empresa, teniendo en cuenta los costos tanto de manejo de material al interior de la bodega como los costos relacionados con el área por la cual se está pagando un arriendo mensual.

Por otra parte y brindando como criterio de organización, Posada (2011) afirma que: “La empresa, dentro de su gestión de los centros de distribución, almacenes o bodegas, debe aplicar el perfil de actividad de los productos para determinar que tan bien distribuidos están sus productos dentro de su estructura de almacenamiento” (p. 88).

**Fase 2:** Para esta fase se tomaron las medidas de la bodega, de los racks, de las estibas, de los espacios generales como corredores y áreas de alistamiento, y otras medidas que se consideraron necesarias para poder aplicar los modelos descritos anteriormente. Por otra parte, durante esta fase se elaboró un plano general del área de almacenamiento en la cual se va a enfocar la propuesta de rediseño.

En la figura 11 se puede ver como se encuentra actualmente el espacio destinado al almacenamiento tanto de los materiales PPOSM como TPOSM, así mismo como se encuentra actualmente ubicados los racks y otras zonas.

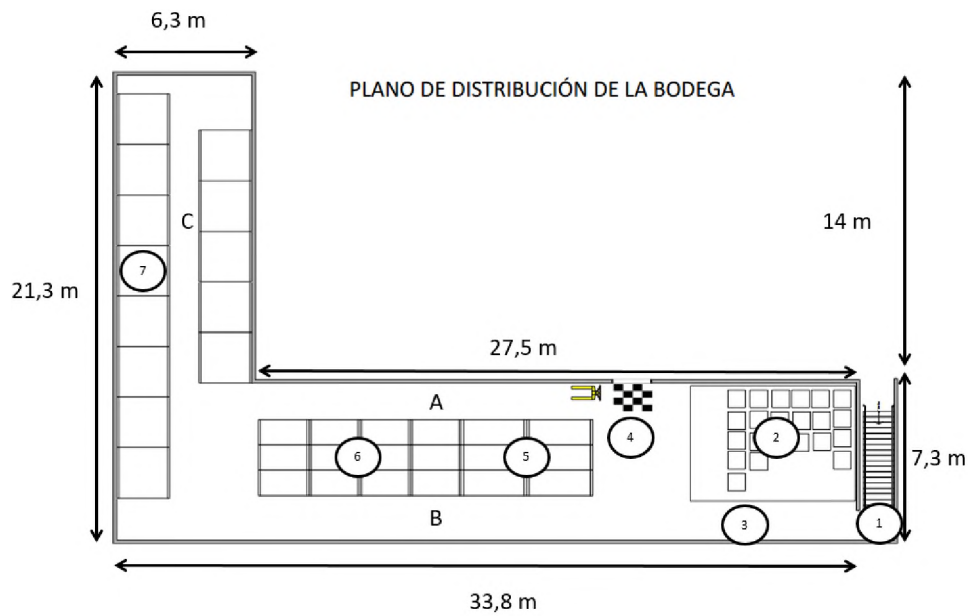


Figura 11: Plano de distribución de la bodega.

Tabla 4. Significado de los puntos en el mapa.

| Punto |  |
|-------|--|
| 1     | Zona ingreso al área de almacenamiento |
| 2     | Zona de Picking                        |
| 3     | Oficinas                               |
| 4     | Zona de Carga                          |
| 5     | Racks (3 m x 1.15 m x 2.65 m)          |
| 6     | Racks (2.3 m x 1.15 m x 2.65 m)        |
| 7     | Racks (2.3 m x 2.4 m x 2.65 m)         |

Tabla 5. Características de los tipos de rack en los puntos 5, 6 y 7 del plano.

| Punto en el plano | Ancho (m) | Largo (m) | Numero de Racks | Total Unidades de estiba por Rack |
|-------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------------------------|
| 5                 | 1,15      | 3         | 6               | 6                                 |
| 6                 | 1,15      | 2,3       | 12              | 4                                 |
| 7                 | 2,4       | 2,3       | 13              | 8                                 |

El total de unidades de estiba es de 188, por otra parte se cuenta con tres pasillos de acceso a los racks y se identifican en el plano con las letras A, B y C, con anchos de 1.70 m, 2.10 m y 1.94 m respectivamente.

**Fase 3:** El modelo que se tuvo en cuenta para determinar la adecuada distribución de planta en la zona de almacenamiento fue el propuesto por Bassan, este modelo es mencionado por Serna y Pemberthy (2010) quienes afirman que:

Para lograr lo anterior, se estudia el modelo propuesto por Bassan , el cual incluye como función objetivo la determinación del número óptimo de espacios y de estantes necesarios para el almacenamiento, buscando minimizar las áreas y espacios requeridos, así como las dimensiones óptimas del almacén en cuanto a longitud y ancho del mismo. (p. 57)

Para determinar cuál de las dos configuraciones es la más adecuada, se puede determinar por medio de la siguiente regla de decisión, la cual contempla una minimización de los costos de estas dos opciones. Dónde:

*d = Demanda anual de la bodega en unidades de almacenamiento (para este caso estibas). Se asume que un ítem de almacenamiento ocupa una unidad de espacio de almacenamiento (ítems/año).*

*Ch = Costo de manejo de materiales, de mover un ítem una unidad de longitud (\$/m).*

*Cp = Costo anual por unidad de longitud de paredes externas (\$/m).*

*Si  $d < \frac{C_p}{C_h}$  Se selecciona la configuración 1*

*Si  $d > \frac{2C_p}{C_h}$  Se selecciona la configuración 2*

*Si  $\frac{C_p}{C_h} < d < \frac{2C_p}{C_h}$  No se puede concluir*

Es de aclarar que este modelo se rige bajo unos supuestos: Los materiales son almacenados en estantes dobles con acceso en ambos lados, excepto para aquellos estantes adjuntos a las paredes del almacén, los cuales son de un solo lado; la instalación del almacén es de forma rectangular; hay amplios pasillos entre los estantes y a lo largo de las paredes, los cuales facilitan la inspección, cumplir con los requerimientos de seguridad, etc.; los materiales son puestos en el almacén a través de una puerta (o puertas) ubicada en el centro de una pared del almacén y son retirados por una pared en el lado contrario. La altura de los estantes y el número de niveles para la colocación de los estantes son independientes de la distribución de los estantes con respecto al piso.

A causa del supuesto 2 descrito anteriormente se decidió dividir la zona de almacenamiento en dos rectángulos como se puede ver en la figura 12.

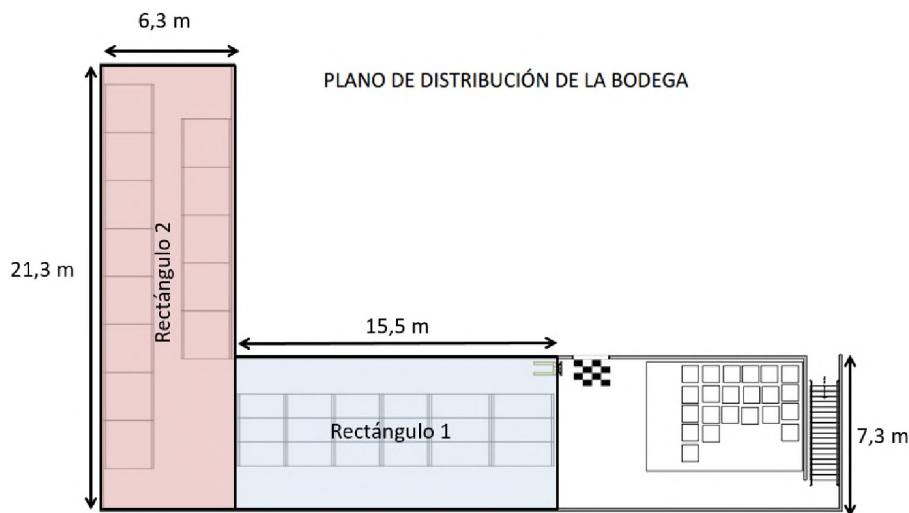


Figura 12: Manera en que se dividió la zona de almacenamiento para cumplir con el supuesto 2.

Con esta condición definida se procedió a aplicar la regla de decisión con el fin de determinar la configuración apropiada para cada uno de los rectángulos. Posteriormente se aplicaron los modelos matemáticos (**Ver Apéndice 4**) para encontrar el número óptimo de espacios y de estantes.

**Fase 4:** En esta fase se aplicó la sugerencia que hace Posada (2011) en la cual se afirma: “Obviamente se debe reorganizar el almacén según el criterio del perfil de actividad de cada producto. Este perfil demanda que los productos más solicitados deben estar lo más cerca del pasillo principal” (p. 88).

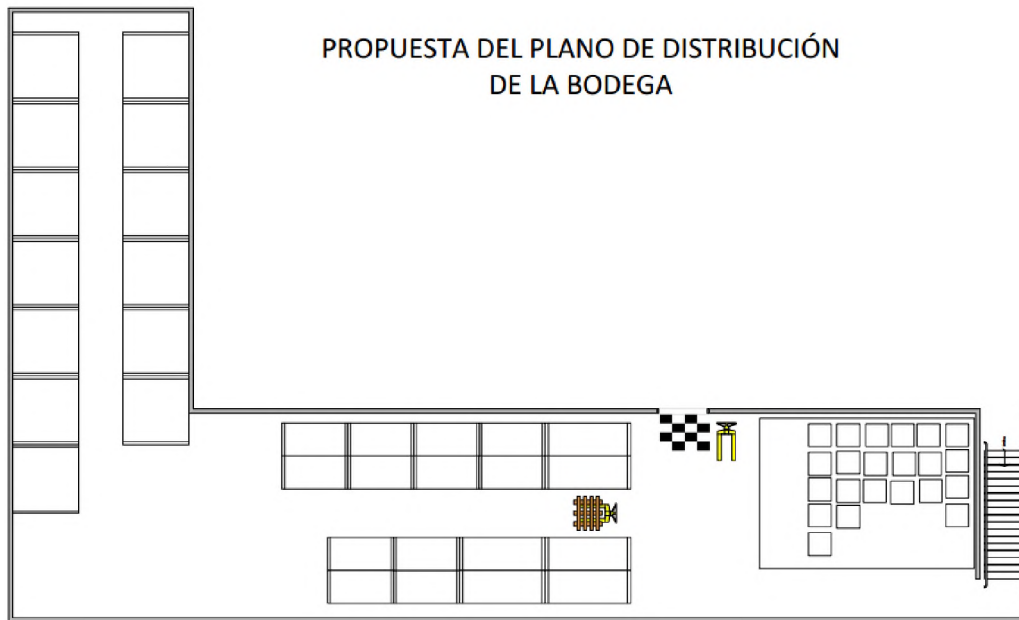
Para determinar el perfil de actividad de cada producto, se utilizó un diagrama de Pareto sobre el cual se determinaron las áreas que más material tenían almacenado actualmente en bodega, tal como se observa en la figura A5-1 (**Ver Apéndice 5**). Es de aclarar que el Pareto se realizó con base en datos suministrados por parte del cliente, estos datos corresponden a los registros de entrada de material de cada una de las marcas o áreas.

Posteriormente se asignaron los espacios a cada área teniendo en cuenta que todas debían tener el mismo espacio a excepción de aquellas áreas o marcas que manejaban una mayor cantidad de material. Esta asignación se consignó junto con la distribución determinada en un plano de distribución de planta propuesto.

## **Resultados**

### **Propuesta definitiva**

Como propuesta definitiva se estimó que la configuración más adecuada, tanto para el rectángulo 1 como para el rectángulo 2, es la distribución lineal doble la cual se presenta en la figura 13. Esta configuración cuenta con cuatro zonas de almacenamiento como se puede ver en la figura 13, 188 posiciones de estiba y 31 racks en total. Esta distribución permite optimizar el espacio disponible de almacenamiento con los recursos disponibles y los espacios destinados para el flujo adecuado de materiales y de personas. Además de esto, la configuración seleccionada permite justificar los costos anuales incurridos tanto por arriendo como por el manejo de materiales.



*Figura 13: Plano de la propuesta de distribución. Fuente: Propia de los autores*

Por otra parte y según el diagrama de Pareto realizado, se estimó que los materiales que deben estar más cerca del área de despacho o picking son los correspondientes a las áreas de Trade engagement, Commercial intelligence y L&M. Sin embargo el área de Trade implementation y la marca Marlboro son las que se encuentran ubicadas en la Zona 1 o Z1 (la zona más cercana al sector de despacho), esto se debe a que tanto Marlboro como Trade implementation son las que más actividades frecuentes tienen y por tanto las que más movimientos tanto de entrada como de salida de material ejecutan. Esta ubicación y reorganización se puede ver en las figuras 14 y 15.



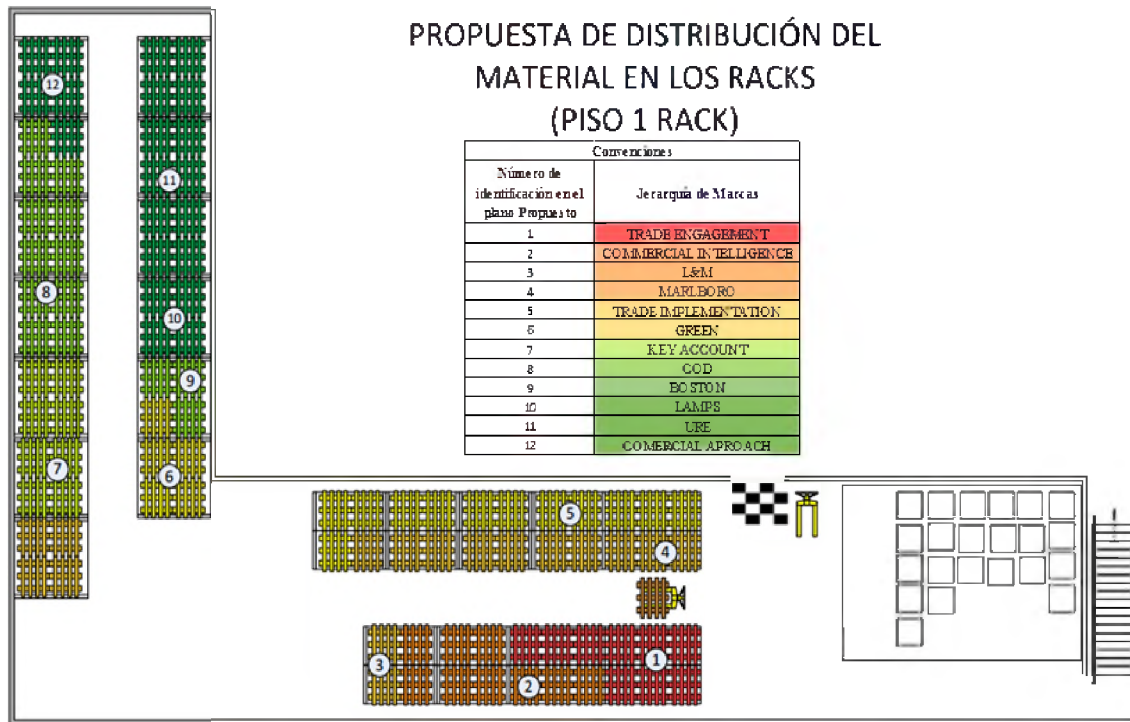


Figura 14: Asignación de las unidades de almacenamiento en el primer nivel de cada rack. Fuente: Propia de los autores.

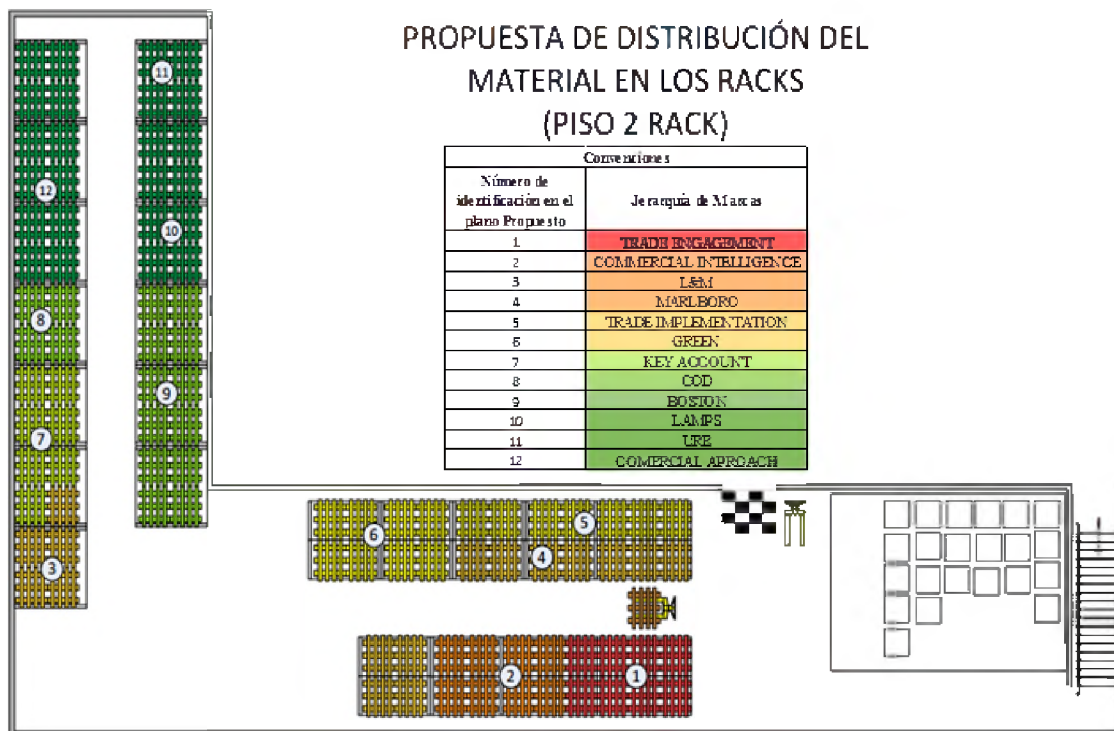


Figura 15: Asignación de las unidades de almacenamiento en el segundo nivel de cada rack. Fuente: Propia de los autores.

En la figura A5-2 (**Ver Apéndice 5**) se muestran la asignación final de unidades de almacenamiento por marca o área dependiendo de la jerarquía que estas ocupan, igualmente la asignación del storage location con el fin de aplicar una manera para definir la posición de los materiales tan pronto ingresan a la bodega:

Por último, ya asignados los espacios a cada una de las marcas y áreas, se pensó en implementar un plan de contingencia en aquellos días que se presenten sobrecompras por parte de estas. Dicho plan consiste en cobrar a cada responsable un almacenamiento por manejo de cada posición de estiba extra en una de las bodegas de Acciones y Servicios S.A. Esto permite que los responsables de las marcas y áreas evalúen sus presupuestos con base en su capacidad de almacenamiento asignada, de lo contrario pueden caer en posibles sobrecostos.

### **Restricciones de la solución**

**Definir el Storage Location:** Para tener un adecuado manejo de los espacios y del flujo de materiales, se debe definir el Storage location en el momento en que este ingresa en la bodega. El definir esta característica permite que los materiales se ubiquen dónde debe ser y no en cualquier espacio de la bodega. Igualmente es de aclarar que en el capítulo 1, se destinó un campo denominado Storage Location en la herramienta, el cual despliega una lista con las posibilidades de las zonas donde se va a ubicar el material, esta opción se encuentra en el módulo de entradas y entradas parciales.

**Dimensiones de la bodega:** El modelo propuesto aplica para las medidas tanto de largo como de ancho actuales de la bodega, sin embargo si se desea cambiar el espacio de almacenamiento se debe volver a aplicar el modelo con el fin de determinar la posible nueva distribución acorde a estas nuevas medidas y costos.

## Validación de la solución

En primera instancia se realizó una prueba que determina cuál de las dos configuraciones son las más adecuadas tanto para el rectángulo 1 como para el rectángulo 2 que componen el total del área de almacenaje (**Ver Apéndice 6**).

Se obtuvo que se necesitan de aproximadamente 13 espacios en el rectángulo 1 y aproximadamente 14 en el rectángulo 2, es decir que en cada línea de racks que compone la configuración 2, deben haber al menos 13 espacios a lo largo en el nivel inferior del rectángulo 1 en su totalidad y 14 espacios de almacenamiento a lo largo en el nivel inferior del rectángulo 2. También se necesitan de dos estantes tanto en el rectángulo 1 como en el rectángulo 2, con las características de posición de estibas descritas anteriormente.

Igualmente es de aclarar que la longitud y el ancho de la bodega definidos como óptimos, representan las medidas que debería tener la bodega para que estas justifiquen los costos que se están pagando actualmente al año con relación tanto al manejo del material como del arriendo. En el caso del rectángulo 1 se deberían tener unas medidas aproximadas de 18.6 m de ancho y 6.8 m de ancho, por parte del rectángulo 2 deberían ser de 18.48 m de largo y 7.25 m de ancho.

Por otra parte, y según el diagrama de Pareto realizado, se puede ver en el Apéndice 5 figura A5-4, que los materiales se encontraban distribuidos de una manera inadecuada al estar repartidos por las diferentes zonas de almacenamiento sin tener en cuenta que la manera más adecuada era dependiendo de la cantidad de movimientos para así ser colocados en las zonas de almacenamiento más próximas al área de despacho.

Finalmente se procedió a definir el storage location, siendo este una ayuda para determinar la posición de los materiales al interior de la bodega y posteriormente el perfil de

actividad del producto. El storage location cuenta con un letra, la Z, y hasta 4 dígitos. En la figura 16 se muestra el significado de cada uno de estos dígitos:

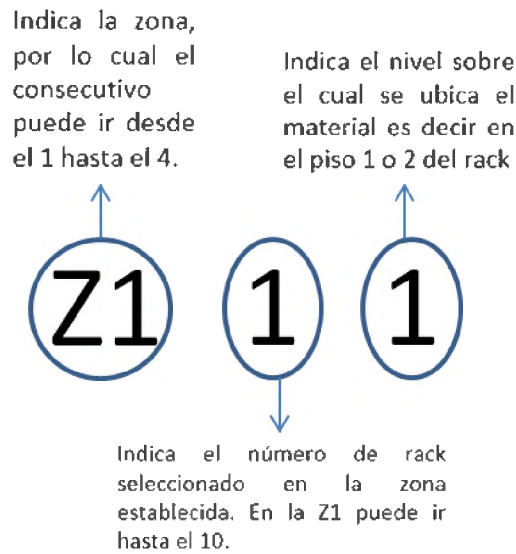


Figura 16: Significado de cada dígito que compone el Storage Location. Fuente: Propia de los autores.

De acuerdo a lo anterior en la figura A5-5. Se muestra la asignación del storage location sobre la propuesta de distribución, así como una lista general de los mismos en la figura A5-6, esto con el fin de dar una mejor comprensión de este sistema.

### **Capítulo 3: Diseño de un modelo de ruteo para el equipo de instaladores**

Se diseñó una herramienta que va a permitir asignar el orden la ruta de clientes a visitar a diario. Normalmente se visitan 21 clientes al día; estos 21 clientes son recorridos por 3 duplas, es decir cada dupla tiene como objetivo visitar 7 clientes diarios. La herramienta de ruteo determina el orden en el cual deben ser visitados los clientes teniendo en cuenta las restricciones de tiempo y distancia.

Dichas ventanas de tiempo se presentan debido a que los clientes exigen un horario específico para que se realice el proceso de instalación, mantenimiento o retiro del material PPOSM o TPOSM.

Para que el modelo de ruteo funcionara, se aplicó una meta heurística denominada el vecino más cercano con ventanas de tiempo. Este modelo de optimización escoge los 7 puntos que cada dupla debe visitar y el orden en el cual deben ser barridos de acuerdo a las restricciones de tiempo y distancia con las que se cuentan a diario.

Con el fin de desarrollar un modelo de optimización el cual resolviera el problema diario que se tenía con la asignación de las rutas, se realizó una herramienta en la cual se escogen los 21 puntos que van a ser visitados en el día siguiente, luego se procede a ejecutar la macro en la cual se aplica la heurística del vecino más cercano y además se consideran las ventanas de tiempo para asignar a los equipos de instalación sus respectivos puntos de visita teniendo en cuenta el cumplimiento de restricciones de tiempo.

#### **Metodología implementada**

Para el desarrollo de este modelo se consideró la problemática que supone tener ventanas de tiempo para realizar las vistas a los clientes, estos horarios se preestablecen por parte de los dueños de los puntos de venta por diferentes razones, ya sea porque durante ese

horario ellos están disponibles para atender el equipo de instalación o porque ellos consideran que en ese horario los clientes no se verán incomodados por la labor de instalación, mantenimiento o retiro.

Otras restricciones que se consideraron durante el desarrollo de este modelo de ruteo fueron el hecho de que la velocidad promedio con la que se movilizan los vehículos en Bogotá es de 22 Km/h según un estudio realizado por la secretaria de movilidad de Bogotá luego de implementar el nuevo esquema de pico y placa. Se cuentan con 3 vehículos Chevrolet NHR furgón con una capacidad de carga de 2.268 Kg y 123,552 m<sup>3</sup>. Adicionalmente se cuentan con tres duplas de trabajo que conforman los equipos de instalación. Para cada dupla se le asigna un conductor y un vehículo con las características descritas anteriormente.

El procedimiento actual para asignar las rutas para cada equipo resulta muy inestable ya que este depende de la habilidad del instalador líder en cuanto al conocimiento de las direcciones y sectores de gran parte de Bogotá. Por otra parte, si se llega a cometer algún error en la elaboración de la ruta, se corre el riesgo de que algún punto de venta deje de ser atendido, y en dado caso que este requiera una instalación de un dispensador de 8 canales (en cada canal caben 15 cajetillas, con un precio de venta de \$ 4.000), el cliente dejaría de percibir ventas por \$ 480.000 pesos colombianos al mes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decidió optar por la implementación de un modelo de ruteo de vehículos con base en la heurística del vecino más cercano considerando las ventanas de tiempo impuestas por los clientes. La heurística del vecino más cercano es la que mejor se acopla a las necesidades dado que esta permite asignar la ruta de acuerdo a la cercanía de los puntos. Esta asignación por cercanía permite que los equipos se desplacen

hacia los puntos más cercanos, contribuyendo a mejorar los objetivos de visita efectiva de cada uno de los equipos.

Este modelo de ruteo se diseñó a partir de las siguientes fases de diseño:

**Fase 1:** Se elaboró la formulación matemática del modelo, en esta formulación se contempló tanto la función objetivo como las restricciones del modelo.

Una de las características con las que cuenta el modelo es que las ventanas de tiempo son de tipo hard, es decir que si uno de los clientes no es visitado dentro de la ventana de tiempo estipulada, este cliente ya no será visitado dentro del modelo de ruteo y se continuara con el siguiente cliente asegurando que se cumpla con las ventanas de tiempo próximas de los clientes restantes a visitar.

Finalmente en este modelo el número de rutas que se determinan es igual a número de vehículos que se tienen para realizar el ruteo de vehículos. Teniendo así la certeza que una ruta va a ser recorrida por un solo vehículo.

Para el correcto desarrollo del modelo de ruteo del vecino más cercano con ventanas de tiempo se realizó como primera instancia la definición de los vértices, arcos y las ventanas de tiempo.

Los arcos y vértices se definen de la siguiente manera:

$V = \{0, \dots, n\}$  Conjunto de vértices donde  $A \in (i, j)$

$A \in (i, j)$  conjunto de arcos  $i \neq j$

Para representar los nodos de partida y de llegada dentro del modelo de ruteo del vecino más cercano con ventanas de tiempo, se dan a conocer así:

$$[a_0, b_0] = [a_{n+1}, b_{n+1}] = [E, L]$$

Donde E y L representan la partida más temprana del depósito o punto i y de igual manera la llegada más tardía al depósito o punto j respectivamente.

La restricción de capacidad del vehículo no se tuvo en cuenta ya que en ningún momento se supera la capacidad que tienen estos vehículos para transporte de carga (**Ver Apéndice 7**)

**Tabla 6.** Variables del modelo.

| <b>Variables</b>  |
|---|
| <i>K</i> = número de vehículos  |
| <i>i</i> = cliente actual   |
| <i>j</i> = cliente a visitar  |
| $X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{SI el vehículo } k \text{ va del nodo } i \text{ al } j \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$ |
| $d_{ij}$ = distancia del nodo i al nodo j   |
| <i>V</i> = Velocidad Promedio en Bogotá   |
| $W_{ik}$ = Tiempo acumulado de llegada al nodo i  |
| $W_{ij}$ = Tiempo de atención en el nodo j  |
| $O_{ij}$ = Tiempo de Operación  |
| $t_{ij}$ = Tiempo del nodo i al nodo j  |

### **Función Objetivo**

$$\text{Min } Z = \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A} C_{ij} t_{i,jk}$$

Con esta función Objetivo, se pretende optimizar el tiempo total del recorrido en función del costo total.



**Tabla 7.** Restricciones del modelo matemático.

|  | <b>Restricción</b>  |
|--|---|
| $\sum_{k \in j} \sum_{j \in \Delta+i} x_{ijk} = 1; \forall i \in N$  | Restricción que denota que a cada cliente se le asigna únicamente una ruta de uno de los 3 vehículos. Es decir si hay 3 vehículos hay 3 rutas.  |
| $\sum_{j \in \Delta+(0)} X_{ojk} = 1; \forall k \in K$   | Esta restricción obliga a que cada vehículo debe salir una vez del depósito.  |
| $\sum_{i \in \Delta-(n+1)} X_{l,n+1,k} = 1; \forall k \in K$   | Esta restricción obliga a que los vehículos una vez fuera del depósito deben regresar al mismo una vez.   |
| $\sum_{i \in \Delta-(j)} X_{ijk} = \sum_{i \in \Delta+(j)} X_{ijk}; \forall k \in K, j \in N$                        | Esta restricción no permite que se formen ciclos dentro del modelo, es decir que a cada cliente solo lo visite un vehículo.   |
| $X_{ijk}(W_{ij} + O_i + T_{ij} - W_{jk}) \leq 0; \forall k \in K, (i, j) \in A$                                      | Con esta restricción se asegura que un cliente j no va a ser visitado si la sumatoria del tiempo del viaje i a j ( $W_{ij}$ ), más el tiempo que se demora el servicio y la descarga de los materiales ( $O_{ij}$ ) y el tiempo total acumulado al inicio del servicio en i ( $T_{ij}$ ) es mayor a la ventana de tiempo del siguiente cliente. |
| $a_i \sum_{j \in \Delta+(i)} X_{ijk} \leq W_{ik} \leq b_i \sum_{j \in \Delta+(i)} X_{ijk}; \forall k \in K, i \in N$ | Cuando por alguna razón el cliente i no es visitado, esta restricción se encarga de que el siguiente cliente i sea visitado dentro de la ventana de tiempo correspondiente.   |
| $E_i \leq W_{ik} \leq L; \forall k \in K, i \in \{0, n + 1\}$  | Esta restricción asegura que los clientes dentro de la programación del ruteo van a ser atendidos dentro de la ventana de tiempo correspondiente.   |
| $X_{ijk} \geq 0; \forall k \in K, (i, j) \in A$  | Condición de no negatividad a las variables del modelo.   |
| $X_{ijk} \in \{0, 1\}; \forall k \in K, (i, j) \in A$  | Esta restricción indica la naturaleza binaria de las variables.   |

**Fase 2:** Se definió la matriz cuadrada de distancias entra cada par de puntos de venta de acuerdo a los disponibles por el cliente. Esta matriz es de una vital importancia para que las rutas puedan ser elaboradas por parte de la herramienta, dado que es a partir de esta donde la heurística del vecino más cercano permite definir cuales puntos están más cercanos entre sí. Igualmente esta ayuda a estimar el tiempo acumulado de la operación, ya que este acumulado tiene en cuenta tanto el tiempo de recorrido como el tiempo que se va a demorar el equipo en el punto de venta, para que posteriormente se puedan evaluar las ubicaciones de los puntos con ventanas de tiempo.

Para este fin se hizo uso de la herramienta Google Maps, en la cual se colocaba la dirección del punto de origen y luego la del punto de destino como se puede observar en la figura 17, posteriormente se anotaba las distancias en Km sobre la matriz. Este procedimiento se realizó hasta completar la matriz cuadrada con todos los puntos de venta asignados.

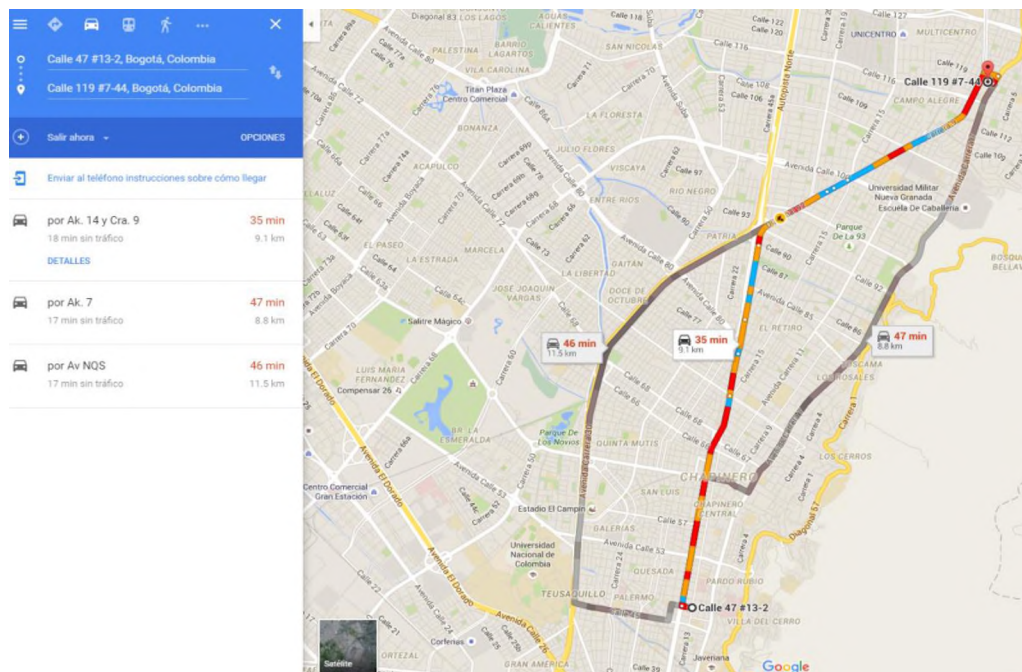


Figura 17: Uso de la herramienta de Google maps.

Esta herramienta, en primera instancia, define la ruta más cercana entre estos puntos con base en el menor tiempo de recorrido independiente de la distancia, por lo cual cada vez

que se buscaba una ruta entre cada par de puntos, se escogía la de menor distancia independientemente de que esta fuera la ruta escogida por la aplicación o no. Por ejemplo, en el modelo de la figura 17 mostrada anteriormente, se puede ver que la ruta escogida por la aplicación es la que tiene un distancia de 9.1 KM sin embargo la más corta entre este par de puntos es la de 8.8 Km y esta fue la que se consignó en la matriz elaborada.

La matriz final de distancias con los 50 puntos de venta asignados por el cliente de Acciones y Servicios S.A se puede evidenciar en la figura A8-1 (**Ver Apéndice 8**).

**Fase 3:** Se consultaron los distintos parámetros del modelo que influyen en la correcta ejecución del mismo. Uno de estos parámetros es la velocidad promedio que tiene Bogotá, el cual ayuda a la elaboración del tiempo acumulado de la operación en cada uno de los puntos, ya que con las distancias y la velocidad a la que se pueden mover los equipos de trabajo en la ciudad, se puede estimar el tiempo de recorrido o de desplazamiento entre cada par de puntos.

Dado lo anterior, se consultó en la página web de la secretaria distrital de movilidad y de acuerdo al último archivo de consolidación llamado movilidad en cifras 2014 que allí se publica, se estima que durante el 2014 el promedio de velocidad fue de 27.09 Km/ h, dato que se tomó para garantizar un escenario más real en el modelo de ruteo.

Otro parámetro que influye en la consolidación del tiempo acumulado es el tiempo de operación que gastan los equipos durante el tiempo de visita en el punto de venta, por lo cual se determinó que dependiendo de la operación se tiene un tiempo aproximado de ejecución. De acuerdo a datos y cifras brindadas por el cliente, se estiman los siguientes tiempos de operación en el punto de venta en la tabla 8.

**Tabla 8.** Duración aproximada de las operaciones en el punto de venta.

| <b>Tipo de operación en el punto de venta</b> | <b>Duración aproximada de la operación en el punto de venta por dispensador</b> |
|---|---|
| Instalación                                   | 45 Minutos  |
| Reparación                                    | 20 Minutos  |
| Retiro  | 15 Minutos  |

Estos tiempos ya incluyen el tiempo relacionado a tiempos de descargue y alistamiento de las herramientas para la ejecución de la operación.

Igualmente se estableció que la hora de inicio de las labores para cada equipo es desde las 6 AM y termina a las 5 PM. Cabe destacar que estos parámetros permiten establecer si se puede visitar la ruta asignada al equipo en el tiempo establecido o si se debe recurrir a horas extra o reasignar los puntos seleccionados.

**Fase 4:** Para esta programación se tuvieron en cuenta diferentes aspectos, el primero de ellos es que la herramienta debe ser afable con el usuario, de este modo cualquier persona pueda estar en la capacidad de comprender rápidamente las funciones de la herramienta y usarla sin problema alguno.

Por otra parte se contempló el modelo matemático en la programación de la herramienta. De este modo se puede asegurar que tanto las restricciones como la función objetivo se van a cumplir cada vez que se haga uso de la herramienta para determinar las rutas a seguir por parte de los tres equipos de instalación.

Esta programación en general se rige bajo la lógica de ejecución que se muestra a continuación en la figura 18.

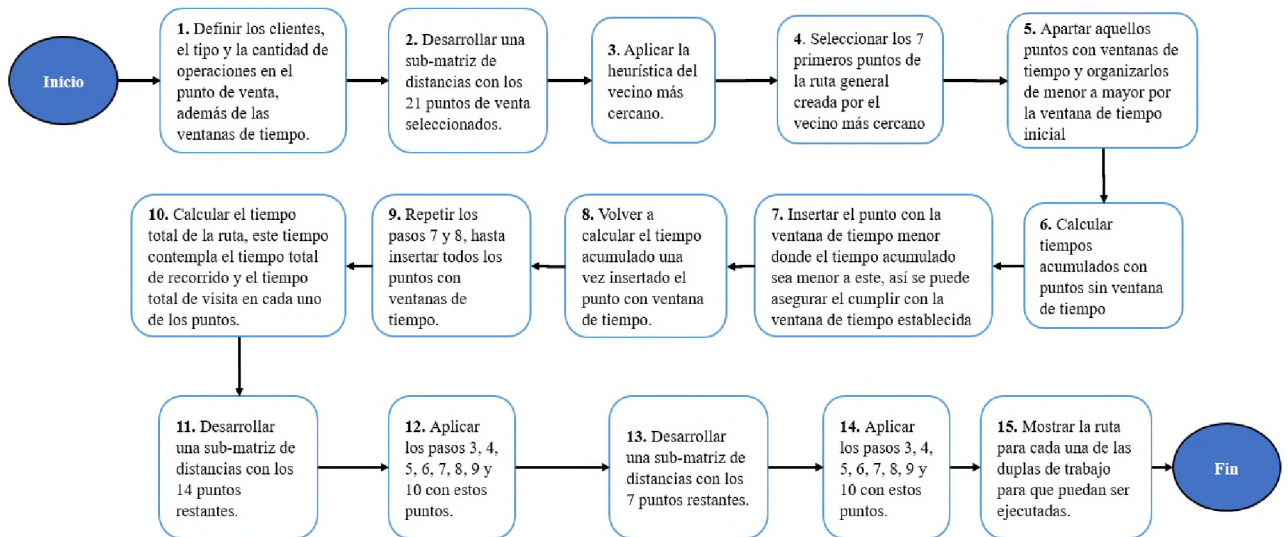


Figura 18. Pasos que sigue la programación para establecer las rutas a cada equipo de trabajo.

**Fase 5:** Se elaboró un manual de la herramienta (**Ver Apéndice 9**), y en el mismo se especifican los pasos que debe seguir el usuario para poder manejar la herramienta sin inconvenientes. Igualmente, en el manual se especifican los posibles errores que se le pueden aparecer a los usuarios y la manera en que puede sortearlos. El manual fue diseñado en Piktochart y se escogió este programa ya que así como la herramienta está orientada a ser amigable con el usuario, el manual también sigue esta característica y hace que su lectura y comprensión sea sencilla.

## Resultados

### Propuesta Definitiva:

Se le entregó a la empresa un modelo de ruteo el cual maneja una heurística del vecino más cercano con ventanas de tiempo. Dicha herramienta es una macro en Excel en donde están contemplado el modelo matemático que cumple con las características de la heurística denotada anteriormente.

En la herramienta que se desarrollo para la empresa, el usuario que la maneje debe digitar los 21 puntos que se deben visitar al siguiente día. En cada uno de los puntos debe

colocar el tipo de operación a realizar en cada uno de los clientes, adicional la ventana de tiempo si es que la tiene, o sino, el campo se debe dejar vacío. Una vez que ha llenado los datos de entrada, se procede a ejecutar el modelo de ruteo. Terminado el proceso de ejecución del modelo, se obtiene las 3 rutas, una para cada uno de los vehículos.

La ruta que les muestra la herramienta les determina el orden en el cual deben ser visitados los clientes, esto con el fin de poder cumplir con las ventanas de tiempo determinadas por el cliente. Además, el orden de las visitas esta consecuente con las distancias entre los puntos escogiendo el menor de ellos para así obtener un óptimo local y poder garantizar la visita de todos los puntos en el día.

De igual manera se realizó un manual para que el cliente tuviera una mayor claridad a la hora de utilizar la herramienta, en donde se muestra de manera escrita y gráfica el uso de la misma.

### **Restricciones:**

**Ingreso completo de la información:** Para que la herramienta funcione de manera correcta se debe tener en cuenta que se deben seleccionar los 21 puntos a visitar el día siguiente con toda la información necesaria, es decir la operación que se va a realizar en cada uno de los clientes y las ventanas de tiempo que se tienen.

**Viabilidad puntos a visitar:** Adicionalmente, se debe tener en cuenta que si la herramienta identifica que es imposible visitar estos 21 puntos en un solo día, la herramienta no va a poder ejecutarse, por lo cual se tiene que reconsiderar los puntos a visitar al día siguiente para que sean viables los clientes a visitar.

**Cantidad de puntos a visitar:** La herramienta está diseñada exclusivamente para el cálculo de los 21 puntos, si desean aumentar o disminuir estos puntos se le deben realizar ajustes al

modelo para que este funcione de manera correcta y genere un óptimo local como lo realiza en este momento.

**Unidades ventanas de tiempo:** En cuanto a las ventanas de tiempo, estas deben ser colocadas en minutos, teniendo en cuenta que el día laboral empieza desde el minuto cero, a partir de este minuto cero se deben colocar las ventas de tiempo correspondientes a cada cliente en esta unidad de tiempo (minutos).

### **Validación de la Propuesta:**

Una vez terminada la herramienta, se procedieron a realizar una serie de pruebas para probar la fiabilidad de esta y el funcionamiento de la misma.

Se realizaron pruebas con rutas que contenían ventanas de tiempo, en la cual se presentaron resultados positivos, ya que se obtuvo la ruta con un óptimo local, visitando a los clientes con ventanas de tiempo dentro del rango requerido.

También se realizaron pruebas con clientes sin ventanas de tiempo, obteniendo el óptimo local correspondiente a las 3 rutas para cada uno de los vehículos.

Adicionalmente, se realizaron pruebas con diferentes clientes, en donde se obtuvieron las 3 rutas para los 3 vehículos.

## Capítulo 4: Evaluación Financiera del Trabajo de Grado

Una vez desarrollados cada uno de los objetivos del trabajo de grado referentes al manejo de los inventarios, modelo de ruteo con base en la heurística del vecino más cercano con ventanas de tiempo y el diseño de la redistribución de planta, se procede a realizar la evaluación financiera, contemplando los beneficios que se obtienen al implementar dichas herramientas y soluciones que se le sugieren al cliente de Acciones y Servicios S.A.

Para el análisis de esta viabilidad financiera, se plantaron tres escenarios: El primero de ellos es el escenario actual, el segundo es el escenario pesimista y por último el escenario optimista luego de llevar a cabo la posible implementación de las herramientas y modelos.

La primera herramienta orientada al manejo de inventarios se realizó con la finalidad de tener una menor cantidad de material perdido, ya que en la actualidad el monto en material que no se tiene mapeado dentro de los inventarios oscila entre los \$1'500.000.000 de acuerdo a las cifras manejadas por parte de Acciones y Servicios S.A.. Lo que se pretende con la herramienta es realizar una reducción de pérdida de material llevando un riguroso control de las entradas, entradas parciales y salidas de los materiales en la bodega nacional.

En cuanto a la distribución de planta se pretende tener una mayor organización con los materiales, realizando una zonificación y clasificación por campañas, de esta manera cada uno de los agentes de negocio (campañas) va a tener un espacio limitado para almacenar el material de merchandising. Aboliendo de esta manera la sobreocupación en la bodega y además evitando pérdida de materiales, lo que se traduce en reducción de gastos en cuanto a materiales perdidos.

Con la herramienta de ruteo de vehículos, se pretende mejorar los puntos atendidos por parte de los grupos de instalación, así como mejorar los tiempos de visita de los clientes



gracias al modelo de ruteo con ventanas de tiempo. Al incrementar el número de visitas efectivas se influye en hacer más instalaciones, lo que representa aumento en las ventas del cliente.

**Fase 1:** Se determinó la información necesaria en cuanto a costos, para lo cual se tuvieron en cuenta las soluciones propuestas en cada capítulo para determinar si este era viable o no de implementar en la empresa. Entre los aspectos relevantes de información se destacan los costos de operación como mano de obra y alquiler de vehículos, ingresos percibidos por dispensador instalado, pérdidas de material, inventario valorizado y arriendo mensual por alquiler de bodega.

**Fase 2:** Se analizó el impacto de las propuestas desarrolladas en cada uno de los capítulos, para lo cual se evaluó mediante una relación beneficio costo. Además se definieron 3 escenarios: el escenario actual, un escenario optimista y un escenario pesimista con cada una de las alternativas implementada.

## **Resultados**

Para el desarrollo de los escenarios se tuvo en cuenta los costos de mano de obra en los que incurre el cliente para poder desarrollar los procesos de recepción, almacenamiento e instalación de los materiales, además se tuvo en cuenta las pérdidas de material, que puede ser por mala organización en la bodega, pérdida o robo; así como el gasto en arrendamiento de la bodega, mientras que para los ingresos se tuvo en cuenta el número de instalaciones realizadas, ya que es de esta manera en la que el cliente recibe sus ingresos durante este proceso.

## **Escenario Actual**

El escenario que presenta el cliente de Acciones y servicios S.A antes de implementar las propuestas descritas en capítulos anteriores, presenta pérdidas en inventarios de \$1'506.275.337 de acuerdo a las cifras manejadas por parte de Acciones y Servicios S.A., estas pérdidas surgen dado que durante los registros realizados en otras oportunidades por parte de la empresa, lo que se tenía en bodega no coincidía con los registros de salidas y entradas y al cruzar esta información con los precios por unidad de cada producto se ve que la cifra es de una enorme consideración. Es de aclarar que estas pérdidas no necesariamente se traducen en robos, si no que en algunos casos no se llenaban los respectivos comodatos de despacho o los materiales se encontraban en posiciones ocultas en bodega dada la inapropiada organización.

Por otra parte se tiene una cantidad de instalaciones efectivas de 329 y esto bajo el supuesto que cada instalación fue del dispensador más importante el cual es el dispensador de 8 canales, sobre el cual en cada canal caben 15 cajetillas, con un precio de venta de \$ 4.000, se estiman unos ingresos de \$ 157.920.000. Adicionalmente se cuentan con una mano de obra de \$ 16.481.516 que corresponden a 6 instaladores que devengan un salario mensual de \$1'926.330, un instalador líder con un salario mensual de \$2'977.206 y por último un auxiliar de bodega con un salario mensual de \$1'926.330.

Los costos de vehículos hacen referencia al alquiler diario de 3 camiones tipo NHR, con un costo de \$190.000. Entre los gastos encontramos gastos por arrendamiento de la bodega los cuales corresponden a \$ 85.000.000, este valor incluye servicios públicos y servicios de seguridad privada. En la figura 19 se pueden ver la consolidación tanto de costos y gastos como de ingresos, igualmente el cálculo actual de la relación beneficio costo.

|   |                     |
|---|---------------------|
| <b>Costos</b>                           | \$ 1.619.156.853,00 |
| <b>Mano de Obra</b>                     | \$ 16.481.516,00    |
| <b>Vehículos</b>                        | \$ 11.400.000,00    |
| <b>Perdidas en Inventarios</b>          | \$ 1'506.275.337,00 |
| <b>Gastos</b>                           | \$ 85.000.000,00    |
| <b>Arrendamiento</b>                    | \$ 85.000.000,00    |
| <b>Ingreso</b>                          | \$ 157.920.000,10   |
| <b>Ingreso por Instalación Efectiva</b> | \$ 157.920.000,00   |
| <b>B/C</b>                              | 0,10                |

Figura 19. Evaluación financiera Escenario Actual.

Se obtuvo una relación B/C de 0,10 lo que significa que no es viable la manera en la que se están llevando estos procesos, puesto que no se está teniendo un control adecuado de los inventarios.

### Escenario Pesimista

El escenario pesimista está bajo el supuesto de que cada una de las herramientas realizadas en los capítulos anteriores, no son implementadas de manera adecuada, es decir que se ingresan los datos directamente a las hojas de consolidado de entradas y salidas, se llenan algunos de los campos, la herramienta de ruteo no se tiene en cuenta para la conformación de las rutas haciendo que algunos clientes se dejen de visitar y adicionalmente se colocan los materiales que ingresan a bodega de una manera aleatoria en cada uno de los estantes de almacenamiento.

Este supuesto permitió definir en primera instancia que las pérdidas en inventario solo se van a reducir en un 5% consolidándose un valor de \$ 1'430.961.570,15; adicionalmente los ingresos percibidos por instalación efectiva van a ser de \$ 191.520.000 dado que las instalaciones van a reducirse en este mismo porcentaje por lo cual pasan de 420 a 399 visitas cada una con un ingreso de \$480.000 para el cliente de Acciones y Servicios S.A. En la figura 20 se pueden apreciar las consolidación de este escenario.

|   |                     |
|---|---------------------|
| <b>Costos</b>                           | \$ 1'543.843.086,15 |
| <b>Mano de Obra</b>                     | \$ 16.481.516,00    |
| <b>Vehículos</b>                        | \$ 11.400.000,00    |
| <b>Perdidas en Inventarios</b>          | \$ 1'430.961.570,15 |
| <b>Gastos</b>                           | \$ 85.000.000,00    |
| <b>Arrendamiento</b>                    | \$ 85.000.000,00    |
| <b>Ingreso</b>                          | \$ 191.520.000,12   |
| <b>Ingreso por Instalación Efectiva</b> | \$ 191.520.000,00   |

|            |      |
|------------|------|
| <b>B/C</b> | 0,12 |
|------------|------|

*Figura 20. Evaluación financiera Escenario Pesimista.*

Se obtuvo una relación B/C de 0,12 lo que significa que no es viable el implementar de manera irregular las herramientas, dado que la empresa no está haciendo un uso adecuado de las mismas, lo que ocasiona reducciones mínimas y nada significativas sobre las pérdidas de inventario principalmente.

### **Escenario Optimista**

Para el escenario optimista al igual que en los escenarios presentados anteriormente, se cuentan con una mano de obra de \$ 16.481.516 que corresponden a 6 instaladores que devengan un salario mensual de \$1'926.330, un instalador líder con un salario mensual de \$2'977.206 y por último un auxiliar de bodega con un salario mensual de \$1'926.330.

Por otra parte se tiene una cantidad de instalaciones efectivas de 420, un aumento del 27,66% en relación con el escenario actual, esto bajo el supuesto que cada instalación fue del dispensador más importante el cual es el dispensador de 8 canales, sobre el cual en cada canal caben 15 cajetillas, con un precio de venta de \$ 4.000, se estiman unos ingresos de \$ 201.600.000.

Los costos de vehículos hacen referencia al alquiler diario de 3 camiones tipo NHR, con un costo de \$190.000. Entre los gastos encontramos gastos por arrendamiento de la bodega los cuales corresponden a \$ 85.000.000, este valor incluye servicios públicos y

servicios de seguridad privada. En la figura 21 se pueden ver la consolidación tanto de costos y gastos como de ingresos, igualmente el cálculo actual de la relación beneficio costo.

Además se consideró que la disminución de las pérdidas sería de un 95%, ya que se tuvo como supuesto que la herramienta del control de inventarios se usaría correctamente, y que se respetaría la zonificación propuesta para este proyecto, lo que supondría que no habría pérdida de material por mala ubicación de los productos, sino que ese 5% que no se logra reducir es por daños o causas diferentes a pérdidas del producto dentro de la bodega.

|   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Costos</b>                           | \$ 188.195.282,85 |
| <b>Mano de Obra</b>                     | \$ 16.481.516,00  |
| <b>Vehículos</b>                        | \$ 11.400.000,00  |
| <b>Perdidas en Inventarios</b>          | \$ 75.313.766,85  |
| <b>Gastos</b>                           | \$ 85.000.000,00  |
| <b>Arrendamiento</b>                    | \$ 85.000.000,00  |
| <b>Ingreso</b>                          | \$ 201.600.001,07 |
| <b>Ingreso por Instalación Efectiva</b> | \$ 201.600.000,00 |
| <b>B/C</b>                              | 1,07              |

Figura 21. Evaluación financiera Escenario Optimista.

Se obtuvo una relación B/C de 1,07 lo que significa que es viable, esto se debe a que en este escenario existe compromiso de las personas encargadas de los procesos de hacer uso correcto de la herramienta de control de inventarios y del nuevo sistema de storage location. Para ello es importante realizar capacitación y concientización en el auxiliar de bodega acerca de los beneficios que tiene el correcto uso de la herramienta bajo las condiciones y restricciones descritas en el capítulo 1, entre ellas completar los formatos cada vez que se realice un movimiento en la bodega (Entrada, Entrada Parcial o Salida); es por esta razón que se consideró que las pérdidas disminuirían en 95%. Además, los ingresos aumentarían con el nuevo sistema de ruteo, puesto que se asegura un cumplimiento de 420 instalaciones en el mes, aumentando en 27,66% comparadas con las 329 instalaciones efectivas que se realizan actualmente.

## Conclusiones

Para el correcto desarrollo de los objetivos, hubo que realizar un plan de trabajo para cada uno de ellos en donde se investigó con gran rigurosidad para poder compartir los hallazgos entre compañeros de equipo y así tomar las decisiones más adecuadas en cuanto al desarrollo de cada uno de los objetivos que se plantearon desde el proyecto de grado.

Se logró diseñar un modelo de control del flujo de entrada y salida de materiales con el fin de asegurar la correcta gestión en los procesos de abastecimiento y almacenamiento en bodega nacional y así reducir las pérdidas de material en un 95% en el futuro.

Por otro lado, se pudo diseñar un sistema de redistribución de planta para administrar adecuadamente el espacio que se tiene asignado en bodega nacional para el almacenamiento tanto de materiales PPOSM, TPOSM, como de productos que no pertenecen a la línea de negocio del cliente.

Además, se realizó el diseño de un modelo de ruteo para los equipos de instalación que permita establecer los puntos de venta a visitar con o sin ventanas de tiempo y así mejorar los objetivos de visita diarias asignados a 420 instalaciones efectivas, aumentando así las instalaciones efectivas en 27,66%, lo que se traduce en un aumento de los ingresos de \$43.680.000

Finalmente en la evaluación, se halló que en el modelo de ruteo propuesto la instalación de dispensadores aumentaría en un 27,66%, lo que permitiría que las ventas en este proceso pasaran de ser \$ 157.920.000 a \$ 201.600.000. Además se evaluaron dos posibles escenarios, el escenario optimista con B/C de 1,07 que tiene en cuenta que las pérdidas de material se reducen en un 95% ya que se consideró que si se hace un uso adecuado de las herramientas propuestas no habría pérdidas de material en la bodega.

## **Recomendaciones**

En cuanto a los inventarios que maneja la empresa, se recomienda con esta nueva herramienta que se le está brindando, y apoyándose en el manual en el cual se le ha ofrecido a Acciones y Servicios S.A, llevar una correcta implementación y un riguroso seguimiento de la misma. Lo anterior con el fin de tener una base de datos correctamente diligenciada con datos verídicos, para que en un futuro se puedan tener datos históricos confiables y así poder realizar estudios estadístico y de pronósticos más rigurosos, en donde se logren identificar con mayor claridad las marcas que tienen una mayor presencia dentro de la bodega. Por otro lado, se pretende que Acciones y Servicios S.A. evalúe la posibilidad de implementar esta herramienta a nivel nacional para mantener un control adecuado de las entradas parciales, entradas completas y salidas del material, con el fin de evitar pérdidas de las diferentes referencias que varían constantemente dentro de la bodega.

Para el objetivo que se refiere al diseño de la distribución de planta de la bodega, se encontró un modelo muy interesante en donde se denotó una mejor distribución de los racks con los que cuenta la empresa actualmente. Adicional a esto, se podría evaluar la posibilidad de colocar más racks, ya que se evidencia que con la nueva distribución propuesta queda espacio sobrante para colocar un mayor número de estantes industriales de los que tienen actualmente; es decir, a mayor número de estantes mayor número de estibas, esto con el fin de tener por un lado una mayor capacidad de almacenaje, mayor espacio disponible para cada una de las marcas, mayor aprovechamiento del espacio de almacenaje sobre el total de espacio y finalmente tener una considerable reducción de costos en cuanto a la posición de estiba debido a un mayor aprovechamiento de los metros cuadrados con los que cuenta la bodega actualmente.

Por otro lado para los meses que el cliente tiene una mayor demanda en cuanto al almacenaje de material de las diferentes marcas, Acciones y Servicios S.A. podría evaluar la

posibilidad de tener posiciones de estiba adicionales para que en la bodega del cliente no se genere una sobreocupación y no se vea en riesgo la seguridad de los trabajadores que laboran a diario en la Bodega de Acciones y Servicios S.A.

Cabe destacar que al realizar la herramienta referente al modelo de ruteo, una de las restricciones que no se tuvo en cuenta fue la capacidad de los vehículos, ya que en ninguno de los escenarios que se pueden presentar a diario ni siquiera se ocupa el 50 % del espacio total con el que cuenta los camiones los cuales se alquilan para desarrollar esta labor a diario. Es por esto que el cliente podría evaluar la posibilidad de usar vehículos de menor capacidad, esto con el fin de tener una reducción de costos en cuanto al alquiler de los mismos, ya que a menor capacidad menor es el costo del arrendamiento de los vehículos.

En cuanto a la viabilidad financiera realizada, hay dos escenarios el pesimista y el optimista, en donde el cliente de Acciones y Servicios S.A. puede visualizar cuales podrían ser los beneficios o consecuencias financieras de implementar las herramientas y soluciones que se diseñaron para cada uno de los objetivos propuestos.

De igual manera, para la continuación con este trabajo de grado, se podría evaluar la posibilidad de implementar estas herramientas que se le están entregando al cliente de Acciones y Servicios S.A. a nivel nacional, además de realizar un plan de capacitación de las herramientas para generar un correcto uso de las mismas y así tener una adecuada sinergia a nivel nacional en cuanto al manejo y control de las herramientas entregadas. Por otro lado, se podría evaluar la posibilidad de generar otros modelos de optimización para el ruteo y así poder evaluar cuál es el mejor de ellos y cuál puede tener un mejor óptimo local que sea más beneficioso.

Cabe resaltar que como enseñanza del trabajo de grado hallamos que los modelos que se usaron para desarrollar cada uno de los objetivos no son modelos ideales, por lo cual se



realizó un estudio minucioso de cada uno de ellos para poder realizar la adaptación adecuada de los modelos y así poder dar soluciones factibles en cuanto a las problemáticas que se trabajaron.

## Referencias bibliográficas

- Frazelle, E. (2002). Transportation and Distribution Management. In E. Frazelle, *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management* (1st Ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Frazelle, E. (2002). Warehouse Operations. In E. Frazelle, *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management* (1st Ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Garralda, J. (1999). La cadena de valor. Madrid, ES.: IE Business Publishing. Recuperado de <http://openmultimedia.ie.edu/OpenProducts/cdv/cdv/Cadena%20de%20valor.pdf>
- Gu, J., Goetschalckx, M., y McGinnis, L. (2005). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 210, 539 - 549
- Koç, Ç., Bektaş, T., Jabali, O., y Laporte, G. (2015). A hybrid evolutionary algorithm for heterogeneous fleet vehicle routing problems with time windows. *Computers & Operations Research*, 64, 11 - 27.
- Lozada, A., y Cadena, R. (2012). Solución al problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo (VRPT) (Tesis de Pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Orrego Cardozo Juan Pablo. (2013). Solución al problema de ruteo de vehículos con capacidad limitada “cvrp” a través de la heurística de barrido y la implementación del algoritmo genético de chu-beasley. Universidad tecnológica de Pereira, facultad de ingeniería industrial, 1 - 69.
- Posada, J. A. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS). *Journal Of Economics, Finance & Administrative Science*, 16(30), 83-96
- Serna, M., Zapata, J., y Pemberthy, J. (2010). Reestructuración del layout de la zona de picking en una bodega industrial. *Revista De Ingeniería*, (32), 54-61.

Vidal C., Londoño J., Contreras O., (2004). Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y N Puntos de Venta. Ingeniería y Competitividad, VOLUMEN 6, 35 - 52.

Westrum, R, (2014). The study of information flow: A personal journey. Safety Science, 67, 58 – 63

## Apéndices

### Apéndice 1

También se destacan algunas características importantes en lo referente al transporte  
“As we address each individual topic in transportation, our persistent goal will be the optimal selection, deployment, and utilization of transportation resources: transportation optimization. The highest level transportation optimization equation can be expressed as follows:

**Minimize:** Total Transportation Costs (TTC)

**Subject to:** Customer Service Policy (CSP) Requirements “

Según los autores se debe tener en cuenta que “At the same time, the optimal transportation solution must not exceed the following:

- Lane capacities (cube, weight, travel speed, or frequency restrictions between origins and destinations)
- Vehicle capacities (cube, weight, or operating hour restrictions per vehicle)
- Container capacities (cube, weight, balance, or dimensional restrictions per container)
- Workforce capacities (restrictions on consecutive operating hours or lifting)
- Workload imbalances (restrictions on workload imbalances amongst transportation professionals)”(Frazelle, 2002,cap 9)

## Apéndice 2

**CVRP (Capacitated VRP):** Es el VRP más general y consiste en uno o varios vehículos con capacidad limitada y constante encargados de distribuir los productos según la demanda de los clientes. Este problema de optimización del tipo NP-Hard, combina las características de un Bin Packing Problem (BPP), con el objetivo de asignar las cargas a los vehículos capacitados, y un problema del agente viajero (TSP) que apunta a encontrar la mejor ruta para cada vehículo. (Jansen, K. (1993)) (Shaw, P. (1998)) (Prins, C. (2004)) (Toth, P., Tramontani, A. (2008)).

**MDVRP (Multiple Depot VRP):** También llamado VRP con múltiples depósitos, es un caso de ruteo de vehículos en el que existen varios depósitos (cada uno con una flota de vehículos independiente) que deben servir a todos los clientes. (Renaud, J. et al. (1996))(Wu, T-H. et al. (2002)) (Crevier, B. et al. (2007)) (Ho, W. et al. (2008)).

**PVRP (Periodic VRP):** Contempla en su planteamiento un horizonte de operación de M días, periodo durante el cual cada cliente debe ser visitado una vez. (Drummond, L. et al. (2001)) (Francis, P. et al. (2006)) (Alonso, F. et al. (2007)) (Hemmelmayr, V. et al. (2009)).

**SDVRP (Split Delivery VRP):** También llamado VRP de entrega dividida, donde se permite que un cliente pueda ser atendido por varios vehículos si el costo total se reduce, lo cual es importante si el tamaño de los pedidos excede la capacidad de un vehículo. (Belenguer, J. et al. (2000)) (Hertz, A. et al. (2006)) (Chen, S. et al. (2007)) (Jin, M. et al. (2007)).

**SVRP (Stochastic VRP):** Se trata de un VRP en que uno o varios componentes son aleatorios; clientes, demandas y tiempos estocásticos son las principales inclusiones en este

tipo de problemas. (Dror, M. et al. (1986)) (Bertsimas, D. et al. (1991)) (Gendreau, M. et al. (1996)) (Laporte, G. et al. (2002)).

**VRPPD (VRP Pickup and Delivery):** También llamado VRP con entrega y recogida, es aquel en el que cabe la posibilidad de que los clientes pueden devolver determinados bienes, por tanto, se debe tener presente que estos quepan en el vehículo. Esta restricción hace más difícil el problema de planificación y puede causar una mala utilización de las capacidades de los vehículos, un aumento de las distancias recorridas o a un mayor número de vehículos. (Dethloff, Jan (2001)) (Montané, A. et al. (2006)) (Bianchessi, N. et al. (2007)) (Kachitvichyanukul, V. et al. (2009)).

**VRPB (VRP with Backhauls):** Se trata del mismo VRPPD, pero incluye la restricción de culminar todas las entregas antes de iniciar las diversas recogidas. Este concepto, parte del hecho de que los vehículos inicialmente están cargados en su totalidad, luego re-asignar cargas a los camiones en los almacenes puede llegar a ser imposible, desde la perspectiva económica o física. (Toth y Vigo (1997)) (Mingozzi, A. et al. (1999)) (Osman, I. et al. (2002)) (Brandão, José (2006)). 14

**MFVRP (Mixed Fleet VRP):** Es un VRP en el que se suponen vehículos con distintas capacidades o capacidad heterogénea, por lo que es necesario considerar estas capacidades en la ruta que seguirá cada recurso, ya que un camión más grande podrá realizar una ruta más larga o que tenga mayor concentración de demanda. (Gendreau, M. et al. (1999)) (Tarantilis, C. et al. (2004)) (Choi, E. et al. (2007)) (Golden, B. et al. (2007)).

**VRPTW (VRP with Time Windows):** Es aquel en el que se incluye una restricción adicional en la que se asocia a cada cliente una ventana de tiempo, es decir, cada cliente sólo

está dispuesto a recibir el bien o servicio durante un intervalo de tiempo predeterminado.

(Taillard, E. et al. (1997)) (Bent, R. et al. (2004)) (Kallehauge, B. et al. (2005)) (Xiao, J. et al.

(2012))”(Orrego Cardozo, 2013).

# MANUAL PARA EL USO DE LA HERRAMIENTA DE MANEJO DE INVENTARIOS

## OBJETIVO

LOGRAR MEDIANTE UN MANUAL EL USO ADECUADO DE LA HERRAMIENTA PARA EL MANEJO DE INVENTARIOS, CON EL FIN DE GENERAR CONTROL Y SEGUIMIENTO SOBRE LOS MATERIALES QUE INGRESAN Y SALEN DE LA BODEGA.



**¿QUÉ ES?**

ES UNA HERRAMIENTA QUE VA A PERMITIR TENER UN MEJOR MANEJO Y CONTROL DE LOS MATERIALES QUE INGRESAN Y SALEN DE LA EMPRESA

**¿Y... CÓMO FUNCIONA?**





# 1

INGRESA AL INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA



# 2

SELECCIONA ALGUNO DE LOS 3 FORMATOS DE ACUERDO AL TIPO DE MOVIMIENTO QUE VAS A INGRESAR



## REGISTRAR ENTRADA



CUANDO VEAS ESTE SIMBOLO, SIGNIFICA QUE LOS CAMPOS A LLENAR SON OBLIGATORIOS

FORMATO DE ENTRADA DE PRODUCTOS

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Código                      |            |
| Tipo Movimiento             | Entrada    |
| Fecha Entrada               | 08/02/2016 |
| Regional Llegada *          |            |
| Storage location *          |            |
| Nombre Proveedor Int /Ext * |            |
| Remisión Proveedor *        |            |
| Orden de Compra *           |            |
| Categoría *                 |            |
| Consecutivo                 |            |
| Flombre del Producto *      |            |
| Cantidad Entrada *          |            |
| Valor Unitario *            |            |
| Link Foto Producto *        |            |
| Actividad *                 |            |
| Recibido Por *              |            |
| Canal o Marca Responsable * |            |
| Remisión interna Entrada *  |            |
| Observaciones *             |            |

VOLVER AL INICIO

REGISTRAR ENTRADA

LOS CAMPOS CODIGO Y CONSECUTIVO SE LLENAN AUTOMATICAMENTE DE ACUERDO A LA CATEGORIA DEL PRODUCTO QUE INGRESA

PRESIONA PARA REGISTRAR EL INGRESO DEL MATERIAL



## REGISTRAR ENTRADA PARCIAL



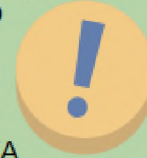
CUANDO VEAS ESTE SIMBOLO, SIGNIFICA QUE LOS CAMPOS A LLENAR SON OBLIGATORIOS

FORMATO DE ENTRADA PARCIAL DE PRODUCTOS

| Tipo Movimiento           | Entrada Parcial |
|---------------------------|-----------------|
| Fecha Entrada             | 09/02/2016      |
| Código                    |                 |
| Regional Llegada          |                 |
| Storage location          |                 |
| Nombre Proveedor Int /Ext |                 |
| Remisión Proveedor        |                 |
| Orden de Compra           |                 |
| Nombre del Producto       |                 |
| Cantidad Entrada Parcial  |                 |
| Valor Unitario            |                 |
| Link Foto Producto        |                 |
| Actividad                 |                 |
| Recibido Por              |                 |
| Canal o Marca Responsable |                 |
| Remisión Interna Entrada  |                 |
| Observaciones             |                 |

**VOLVER AL INICIO** **REGISTRAR ENTRADA PARCIAL**

INGRESA EL CÓDIGO DEL PRODUCTO PREVIAMENTE INGRESADO Y AGREGA LA CANTIDAD QUE INGRESA EN ESTA OCASION Y SU VALOR UNITARIO



PRESIONA PARA REGISTRAR EL INGRESO PARCIAL DEL MATERIAL



## REGISTRAR SALIDA



CUANDO VEAS ESTE SIMBOLO, SIGNIFICA QUE LOS CAMPOS A LLENAR SON OBLIGATORIOS

FORMATO DE SALIDA DE PRODUCTOS

| Tipo Movimiento           | Salida     |
|---------------------------|------------|
| Fecha Salida              | 09/02/2016 |
| Regional Origen           |            |
| Regional Destino          |            |
| Guia                      |            |
| Código                    |            |
| Orden de Compra           |            |
| Nombre del Producto       |            |
| Cantidad Salida           |            |
| Valor Unitario            |            |
| Actividad                 |            |
| Enviado a                 |            |
| Canal o Marca Responsable |            |
| Remision Interna Salida   |            |
| Autorizado por            |            |
| Observaciones             |            |

**VOLVER AL INICIO** **REGISTRAR SALIDA**

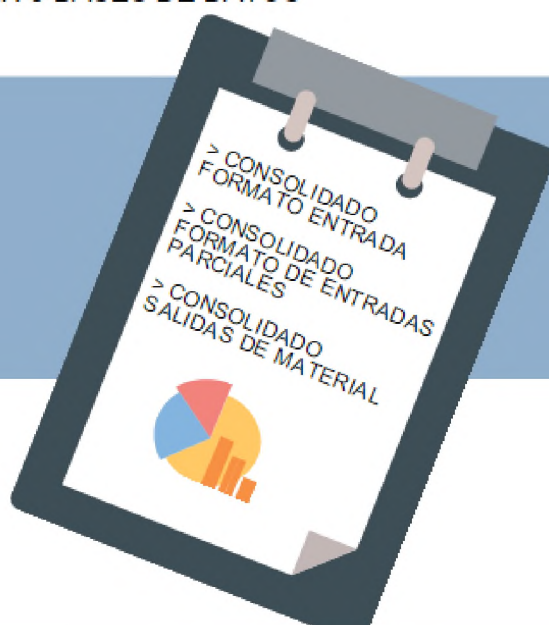
INGRESA EL CÓDIGO DEL PRODUCTO QUE VA A SALIR DE LA BODEGA, Y LA REGIONAL A LA CUAL VA A SER ENVIADO. CON EL FIN DE TENER UN SEGUIMIENTO DE LO QUE SALE DE LA BODEGA.



PRESIONA PARA REGISTRAR LA SALIDA DE MATERIAL

# 3

LA INFORMACIÓN QUE INGRESES EN CADA UNO DE LOS FORMATOS, SE CONSOLIDARÁ EN 3 BASES DE DATOS



# 4

ADICIONALMENTE, PODRÁS CONSULTAR UNA TABLA DINÁMICA CON LA SIGUIENTE INFORMACION



MARCA



CANTIDAD EN BODEGA



CODIGO DEL PRODUCTO



INVENTARIO VALORIZADO



CANTIDAD QUE INGRESÓ



CANTIDAD PARCIAL QUE INGRESÓ



CANTIDAD QUE SALIÓ



# ¿QUIEN TIENE ACCESO A LA HERRAMIENTA?



LA PERSONA AUTORIZADA PARA USAR ESTA HERRAMIENTA ES EL AUXILIAR DE BODEGA, ESTO CON EL FIN DE ASEGURAR QUE NADIE MÁS MANIPULE LA HERRAMIENTA Y HAGA MAL USO DE ESTA.



## Apéndice 4

$W =$  Ancho de una estantería de doble - faz (m)

$L =$  Longitud de cada espacio de almacenamiento (por ejemplo el ancho de una estiba) (m)

$m =$  Número de espacios de almacenamiento a lo largo de una estantería o rack.

$n =$  Número de estanterías de doble - faz; dos estanterías sencillas equivalen a una doble.

$K =$  Capacidad total de la bodega en espacios de almacenamiento.

$a =$  Ancho de un corredor (m), asumiendo que todos tienen el mismo ancho.

$u =$  Longitud (largo) de la bodega (m).

$v =$  Amplitud (Ancho) de la bodega (m).

$h =$  Número de niveles de almacenaje en dirección vertical.

$d =$  Demanda anual de la bodega en unidades de almacenamiento (para este caso estibas). Se asume que un ítem de almacenamiento ocupa una unidad de espacio de almacenamiento (ítems/año).

$Ch =$  Costo de manejo de materiales, de mover un ítem una unidad de longitud (\$/m).

$Cs =$  Costo anual por unidad de área de la bodega (\$/m<sup>2</sup>).

$Cp =$  Costo anual por unidad de longitud de paredes externas (\$/m).

**Tabla A4-1.** Modelos matemáticos para las distribuciones lineales simple y doble

| Concepto                  | Distribución lineal simple  | Distribución lineal doble  |
|---------------------------|---|--|
| Número óptimo de espacios | $m_1^* = \frac{1}{L} \sqrt{\left(\frac{dC_h + 2aC_s + 2C_p}{2(dC_h + C_p)}\right) \left(\frac{k(w+a)L}{2h}\right)}$   | $m_2^* = \frac{1}{L} \sqrt{\left(\frac{2dC_h + 3aC_s + 2C_p}{dC_h + 2C_p}\right) \left(\frac{k(w+a)L}{2h}\right)}$     |
| Número óptimo de estantes | $n_1^* = \frac{1}{w+a} \sqrt{\left(\frac{2(dC_h + C_p)}{dC_h + 2aC_s + 2C_p}\right) \left(\frac{k(w+a)L}{2h}\right)}$ | $n_2^* = \frac{1}{w+a} \sqrt{\left(\frac{(dC_h + 2C_p)}{2dC_h + 3aC_s + 2C_p}\right) \left(\frac{k(w+a)L}{2h}\right)}$ |
| Longitud óptima           | $u_1^* = n_1^*(w+a)$  | $u_2^* = 3a + (m_2^*L)$  |
| Ancho Óptimo              | $v_1^* = 2a + m_1^*L$   | $v_2^* = n_2^*(w+a)$   |

Estas ecuaciones permiten determinar la mejor distribución de planta con base en los costos y medidas tanto de las unidades de almacenamiento como de corredores o pasillos. Igualmente es de aclarar que la longitud y el ancho de la bodega definidos como óptimos, representan las medidas que debería tener la bodega para que estas justifiquen los costos que

se están pagando actualmente al año con relación tanto al manejo del material como del arriendo.



## Apéndice 5

| Jerarquía de Marcas     | Cantidad de Recursos por Marca | % Acumulado |
|-------------------------|--------------------------------|-------------|
| TRADE ENGAGEMENT        | 85939                          | 39,64%      |
| COMMERCIAL INTELLIGENCE | 37753                          | 57,05%      |
| L&M                     | 29998                          | 70,89%      |
| MARLBORO                | 24443                          | 82,16%      |
| TRADE IMPLEMENTATION    | 14798                          | 88,99%      |
| GREEN                   | 10960                          | 94,05%      |
| KEY ACCOUNT             | 5479                           | 96,57%      |
| COD                     | 3722                           | 98,29%      |
| BOSTON                  | 2745                           | 99,56%      |
| LAMPS                   | 551                            | 99,81%      |
| URE                     | 405                            | 99,996%     |
| COMERCIAL APROACH       | 4                              | 100%        |
| <b>Total</b>            | <b>216797</b>                  |             |

Figura A5-1. Diagrama de Pareto para determinar las marcas y áreas con mayor cantidad de material. Fuente: Propia de los autores.

| Convenciones                                   |                         |                   |  |
|--|-------------------------|-------------------|--|
| Número de identificación en el plano Propuesto | Jerarquía de Marcas     | Estibas Asignadas | Storage location                                     |
| 1  | TRADE ENGAGEMENT        | 17                | Z211, Z221, Z251, Z212, Z222, Z252, Z262             |
| 2  | COMMERCIAL INTELLIGENCE | 17                | Z231, Z241, Z261, Z271, Z281, Z222, Z232, Z262, Z272 |
| 3  | L&M                     | 15                | Z241, Z281, Z311, Z242, Z282, Z312, Z322             |
| 4  | MARLBORO                | 17                | Z161, Z171, Z181, Z191, Z1101, Z162, Z172, Z182      |
| 5  | TRADE IMPLEMENTATION    | 17                | Z111, Z121, Z131, Z141, Z151, Z112, Z122, Z132       |
| 6  | GREEN                   | 15                | Z151, Z1101, Z411, Z421, Z142, Z152, Z192, Z1102     |
| 7  | KEY ACCOUNT             | 15                | Z321, Z331, Z322, Z332                               |
| 8  | COD                     | 15                | Z341, Z351, Z361, Z342                               |
| 9  | BOSTON                  | 15                | Z421, Z412, Z422, Z432                               |
| 10   | LAMPS                   | 15                | Z431, Z441, Z442, Z452                               |
| 11   | URE                     | 15                | Z372, Z451, Z461, Z452, Z462                         |
| 12   | COMERCIAL APROACH       | 15                | Z361, Z371, Z352, Z362, Z372                         |

Figura A5-2. Lista de asignación de estibas por marca y de Storage location. Fuente: Propia de los autores

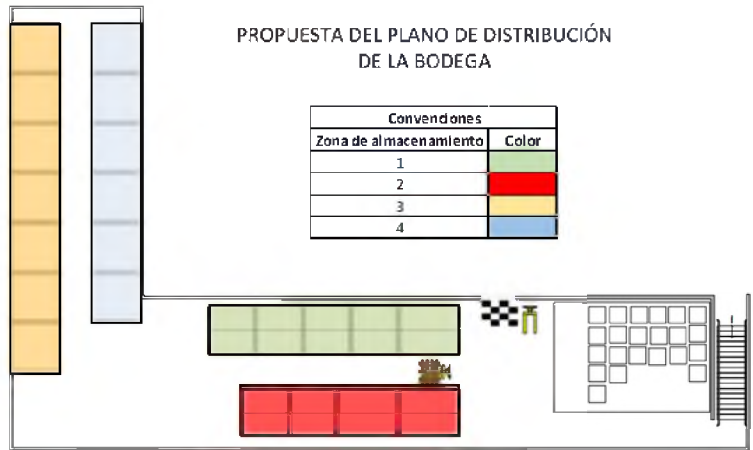


Figura A5-3. Identificación de las zonas de almacenamiento. Fuente: Propia de los autores.

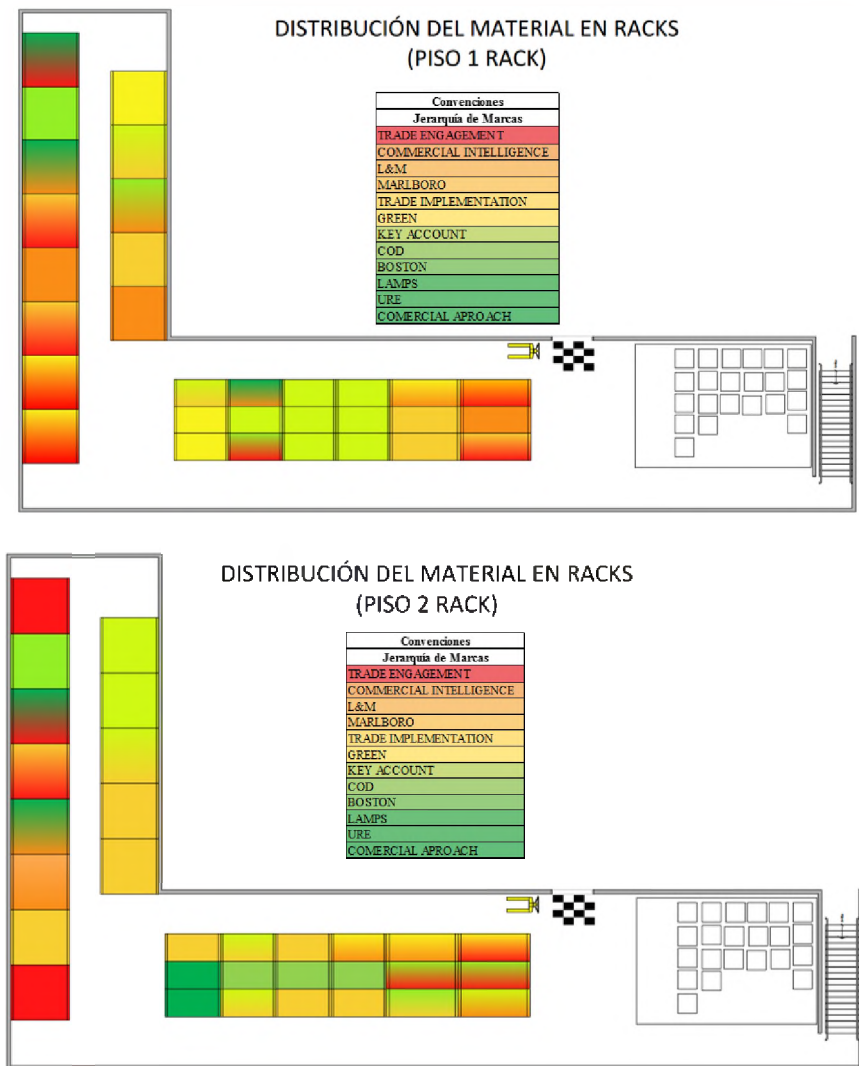


Figura A5-4. Distribución actual de los materiales por área o marca en pisos 1 y 2 de los racks. Fuente: Propia de los autores.



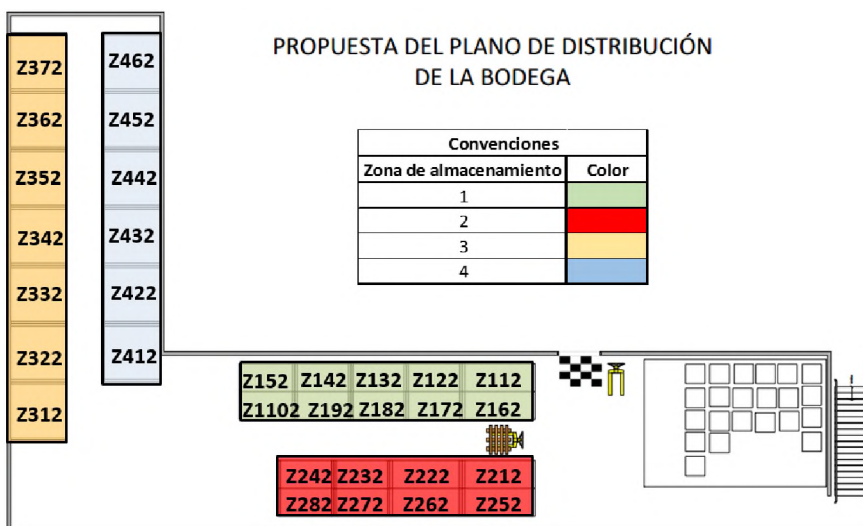
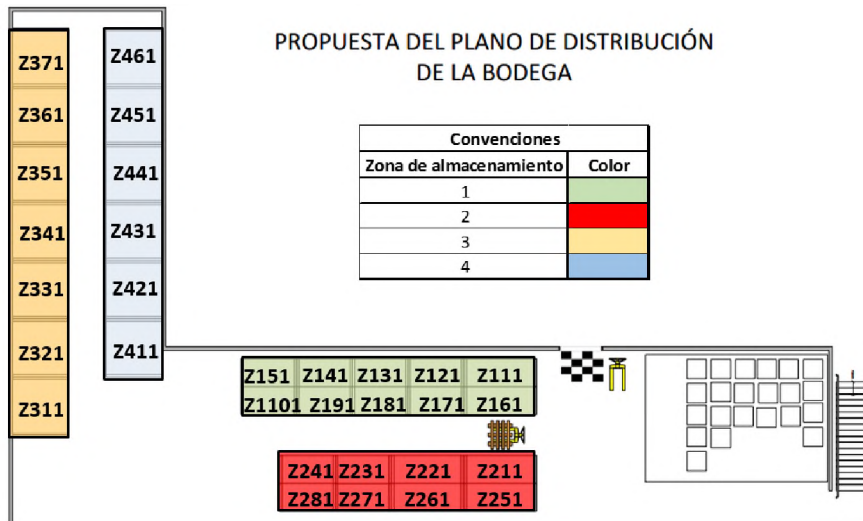


Figura A5-5. Asignación del Storage Location en la propuesta de distribución para los niveles 1 y 2 de los estantes, respectivamente.

Fuente: Propia de los autores.

| Storage location |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|
| Zona 1           | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 |
| Z111             | Z211   | Z311   | Z411   |
| Z121             | Z221   | Z321   | Z421   |
| Z131             | Z231   | Z331   | Z431   |
| Z141             | Z241   | Z341   | Z441   |
| Z151             | Z251   | Z351   | Z451   |
| Z161             | Z261   | Z361   | Z461   |
| Z171             | Z271   | Z371   | Z412   |
| Z181             | Z281   | Z312   | Z422   |
| Z191             | Z212   | Z322   | Z432   |
| Z1101            | Z222   | Z332   | Z442   |
| Z112             | Z232   | Z342   | Z452   |
| Z122             | Z242   | Z352   | Z462   |
| Z132             | Z252   | Z362   |        |
| Z142             | Z262   | Z372   |        |
| Z152             | Z272   |        |        |
| Z162             | Z282   |        |        |
| Z172             |        |        |        |
| Z182             |        |        |        |
| Z192             |        |        |        |
| Z1102            |        |        |        |

Figura A5-6. Lista de los Storage location por zona de almacenamiento. Fuente: Propia de los autores.

## Apéndice 6

| Rectángulo 1                     |                  | Rectángulo 2                     |                  |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| Costo Total bodega               | \$ 85.000.000,00 | Costo Total bodega               | \$ 85.000.000,00 |
| Perímetro                        | 220              | Perímetro                        | 220              |
| D (palets/año)                   | 2145             | D (palets/año)                   | 2655             |
| Perímetro Bodega                 | 69,6             | Perímetro Bodega                 | 55,6             |
| Costo por Perímetro Bodega       | \$ 26.890.909,09 | Costo por Perímetro Bodega       | \$ 21.481.818,18 |
| Costo por metro año (\$/m) Cp    | \$ 4.636.363,64  | Costo por metro año (\$/m) Cp    | \$ 4.636.363,64  |
| Número de estibas                | 84               | Número de estibas                | 104              |
| Proporción total estibas         | 45%              | Proporción total estibas         | 55%              |
| Costo de manejo palets Ch (\$/m) | \$ 27.677,16     | Costo de manejo palets Ch (\$/m) | \$ 34.646,22     |
| Cp/Ch                            | 167,52           | Cp/Ch                            | 133,820          |
| 2Cp/Ch                           | 335,03           | 2Cp/Ch                           | 267,640          |

*Figura A6-1. Resultado de la prueba para determinar la configuración adecuada. Fuente: Propia de los autores.*

Dado que  $d$  es mayor que dos veces el cociente entre  $C_p$  y  $C_h$  en ambos casos, se pudo determinar que la configuración adecuada es la dos, es decir la denominada configuración lineal doble. Además de esto se aplicaron los modelos matemáticos respectivos a esta configuración con el fin de determinar los espacios de almacenamiento y de tránsito. En la figura A6-2 se observan los cálculos realizados.

| Rectángulo 1                        |                  | Rectángulo 2                        |                  |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|
| Costo Total bodega                  | \$ 85.000.000,00 | Costo Total bodega                  | \$ 85.000.000,00 |
| Perímetro                           | 220              | Perímetro                           | 220              |
| D (palets/año)                      | 2145             | D (palets/año)                      | 2655             |
| Perímetro Bodega                    | 69,6             | Perímetro Bodega                    | 55,6             |
| Costo por Perímetro Bodega          | \$ 26.890.909,09 | Costo por Perímetro Bodega          | \$ 21.481.818,18 |
| Costo por metro año (\$/m) Cp       | \$ 4.636.363,64  | Costo por metro año (\$/m) Cp       | \$ 4.636.363,64  |
| Número de estibas                   | 84               | Número de estibas                   | 104              |
| Proporción total estibas            | 45%              | Proporción total estibas            | 55%              |
| Costo de manejo palets Ch (\$/m)    | \$ 27.677,16     | Costo de manejo palets Ch (\$/m)    | \$ 34.646,22     |
| Cp/Ch                               | 167,52           | Cp/Ch                               | 133,820          |
| 2Cp/Ch                              | 335,03           | 2Cp/Ch                              | 267,640          |
| Área total Bodega (m <sup>2</sup> ) | 2400             | Área total Bodega (m <sup>2</sup> ) | 2400             |
| Cs (\$/m <sup>2</sup> )             | \$ 425.000,00    | Cs (\$/m <sup>2</sup> )             | \$ 425.000,00    |
| W(m)                                | 2,3              | W(m)                                | 2,4              |
| L(m)                                | 1                | L(m)                                | 1                |
| m                                   | 14               | m                                   | 32               |
| h                                   | 2                | h                                   | 2                |
| n                                   | 9                | n                                   | 13               |
| k                                   | 84               | k                                   | 104              |
| a                                   | 1,9              | a                                   | 1,5              |
| u                                   | 15,5             | u largo                             | 21,5             |
| v                                   | 7,3              | v Ancho                             | 6,3              |

*Figura A6-2. Cálculos realizados para determinar la configuración final. Fuente: Propia de los autores.*

**Tabla A6-1.** Resultados del modelo matemático. Fuente: Propia de los autores

| Concepto                  | Distribución lineal doble  | Resultados Rectángulo 1 | Resultados Rectángulo 2 |
|---------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
| Número óptimo de espacios | $m_2^* = \frac{1}{L} \sqrt{\left(\frac{2dC_h + 3aC_s + 2C_p}{dC_h + 2C_p}\right) \left(\frac{k(w+a)L}{2h}\right)}$   | 12.945954               | 13.981333               |
| Número óptimo de estantes | $n_2^* = \frac{1}{w+a} \sqrt{\left(\frac{dC_h + 2C_p}{2dC_h + 3aC_s + 2C_p}\right) \left(\frac{k(w+a)L}{2h}\right)}$ | 1.622128                | 1.859622                |
| Longitud óptima (m)       | $u_2^* = 3a + (m_2^*L)$  | 18.645954               | 18.481333               |
| Ancho óptimo (m)          | $v_2^* = n_2^*(w+a)$   | 6.812939                | 7.252527                |

## Apéndice 7

La restricción de capacidad de carga para este modelo no se tiene en cuenta debido a que en ninguna circunstancia se supera la capacidad de los camiones ni en peso ni en volumen. La capacidad del camión tanto en peso como en volumen es muy superior a lo que hay que transportar a diario, en donde se incluyen las herramientas que se necesitan y los dispensadores diarios que hay que instalar como máximo en un día.

La capacidad máxima del camión en Kg son 1825 Kg y en metros cúbicos es de 123, 552 metros cúbicos. Al desglosar el peso máximo que se llevaría y el volumen máximo que se podría ocupar en un día de trabajo es el siguiente:



Figura A7-1. Dispensador Aéreo innova 8 canales. Fuente: Propia



Figura A7-2. Dispensador Mostrador Negro con LED. Fuente: Propia

### DIPENSADOR BANDEJA FRONTAL LED



Figura A7-3. Dispensador Bandeja Frontal LED. Fuente: Propia

### VEHICULO DE CARGA ASIGNADO A LOS EQUIPOS



Figura A7-4. Vehículo de Carga Asignado a los Equipos. Fuente: Propia.

Una vez obtenidos los datos de peso y volumen del material PPOSM con los cuales se trabajan e instalan VS la capacidad de peso y volumen del camión (Figura A7-4), se evidencia que en ninguna de las circunstancias esta es superada.

Como máximo los trabajadores están en la capacidad de instalar, reparar o retirar 10 dispensadores aéreos (Figura A7-1), 5 dispensadores mostradores negros con LED (Figura A7-2) y 5 dispensadores de bandeja frontal con LED (Figura A7-3), con lo cual, se puede concluir que el peso máximo al llevar todo este material PPOSM es de 185 Kilogramos y el Volumen es de 1,8873 metros cúbicos. Es por esto que se evidencia que ni el peso ni el

volumen son superados en ninguna circunstancia, es por este análisis que la restricción de capacidad de los vehículos no es tenida en cuenta.

## Apéndice 8

|     | CD   | C1   | C2   | C3   | C4   | C5   | C6   | C7   | C8   | C9   | C10  | C11  | C12  | C13  | C14  | C15  | C16  | C17  | C18  | C19  | C20  | C21  | C22  | C23  | C24  | C25  | C26  | C27  | C28  | C29  | C30  | C31  | C32  | C33  | C34  | C35  | C36  | C37  | C38  | C39  | C40  | C41  | C42  | C43  | C44  | C45  | C46  | C47  | C48  | C49  | C50  |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C1  | 21,6 | 0    | 8,9  | 10,6 | 10,7 | 10,7 | 12,4 | 17,2 | 19,3 | 27,3 | 26,2 | 24,4 | 27   | 22,7 | 34,2 | 26,4 | 20,4 | 20,7 | 16,6 | 27,1 | 25   | 22   | 28,8 | 12,5 | 20,9 | 15   | 27,4 | 27,4 | 21,6 | 24,2 | 15,8 | 24,2 | 18   | 18,1 | 26,7 | 26,6 | 18,8 | 20,1 | 12,8 | 10,6 | 8,2  | 20,9 | 12,5 | 5,9  | 17,4 | 19,4 | 7,4  | 22,5 | 14,4 | 7,4  | 7,4  |
| C2  | 13,5 | 8,9  | 0    | 2,3  | 2,4  | 2,4  | 4,4  | 8,3  | 10,8 | 17,7 | 17,4 | 13,1 | 18   | 11,9 | 25,8 | 18   | 11,3 | 14,6 | 8,3  | 18,7 | 16,6 | 12,8 | 20,4 | 23,3 | 13   | 6,7  | 19,7 | 19   | 15,6 | 8,3  | 8    | 18,2 | 8,3  | 11,5 | 18,9 | 18,9 | 11,7 | 12,9 | 5,7  | 2,5  | 3,2  | 14,4 | 11,5 | 8,1  | 9,1  | 10,3 | 2,5  | 14,2 | 6,9  | 1,8  | 1,7  |
| C3  | 12,1 | 10,6 | 2,3  | 0    | 0,4  | 0,4  | 3,2  | 7,7  | 9,3  | 17,4 | 16,3 | 14,5 | 18,7 | 11,6 | 24,3 | 16,5 | 11   | 13,1 | 7,1  | 17,2 | 14,9 | 11,3 | 18,3 | 21,8 | 13   | 5,5  | 18,2 | 17,5 | 14,1 | 9,7  | 6,5  | 17,1 | 6,9  | 10,2 | 18,5 | 19,1 | 10,5 | 11,4 | 5,7  | 2,2  | 4,6  | 13,6 | 11,4 | 9,2  | 7,9  | 8,8  | 3,9  | 11,8 | 5,5  | 3,2  | 3,3  |
| C4  | 12,2 | 10,7 | 2,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 3,5  | 8    | 9,4  | 15,2 | 16,6 | 14,7 | 18,1 | 11,9 | 24,5 | 16,7 | 11,2 | 13,4 | 7,4  | 17,5 | 15,1 | 11,6 | 18,9 | 22,1 | 11,8 | 5,8  | 18,5 | 17,8 | 14,4 | 9,5  | 6,8  | 17   | 7,1  | 10,4 | 18,8 | 19,3 | 10,7 | 11,7 | 6,3  | 2,5  | 4,4  | 13,8 | 12,4 | 9,3  | 8,2  | 9,1  | 3,8  | 12,9 | 5,7  | 3    | 3,1  |
| C5  | 6,9  | 10,7 | 2,4  | 0,4  | 0,4  | 0,5  | 8    | 9,6  | 15,2 | 16,6 | 14,7 | 18,1 | 11,9 | 24,5 | 16,7 | 11,2 | 13,4 | 7,4  | 17,5 | 15,1 | 11,6 | 18,9 | 22,1 | 11,8 | 5,8  | 18,5 | 17,8 | 14,4 | 9,5  | 6,8  | 17   | 7,1  | 10,4 | 18,8 | 19,3 | 10,7 | 11,7 | 6,3  | 2,5  | 4,4  | 13,8 | 12,4 | 9,3  | 8,2  | 9,1  | 3,8  | 12,9 | 5,7  | 3    | 3,1  |      |
| C6  | 13,9 | 12,4 | 4,4  | 3,2  | 3,5  | 3,5  | 0    | 4,2  | 6,9  | 12,1 | 12,6 | 9,5  | 13,4 | 7,7  | 21,1 | 14   | 7    | 12,4 | 4    | 14,7 | 12,6 | 10,4 | 15,8 | 20,6 | 10,6 | 2,4  | 17   | 16,3 | 13,4 | 11,4 | 6,7  | 15,9 | 5,8  | 9,7  | 17,3 | 18,3 | 9,6  | 10,6 | 7,5  | 5,5  | 7,1  | 13   | 13,6 | 11,5 | 4,8  | 6,3  | 6,8  | 9,4  | 3,4  | 6,1  | 5,7  |
| C7  | 9,3  | 17,2 | 8,3  | 7,7  | 8    | 8    | 4,2  | 0    | 3,8  | 8,8  | 9    | 6,1  | 9,8  | 5    | 17,5 | 10,4 | 4,3  | 8,8  | 1,1  | 11,1 | 9    | 7,5  | 12,5 | 17   | 7,2  | 2,4  | 13,5 | 12,7 | 9,7  | 13,3 | 7,3  | 12,3 | 6,5  | 10,5 | 13,7 | 14,7 | 10,4 | 10,7 | 8,2  | 8,4  | 9,9  | 13,2 | 14,3 | 13,4 | 2    | 4,2  | 9,6  | 6    | 4,2  | 8,9  | 8,5  |
| C8  | 5    | 19,3 | 10,8 | 9,3  | 9,4  | 9,6  | 6,9  | 3,8  | 0    | 10,8 | 9,8  | 7,9  | 11,3 | 6,8  | 17,8 | 9,9  | 6,9  | 5,1  | 3,8  | 10,4 | 6,7  | 3,2  | 12   | 13,8 | 3,5  | 5    | 10,2 | 9,5  | 6    | 12,5 | 5,2  | 8,6  | 5,6  | 9,3  | 10,5 | 10,6 | 7,7  | 8    | 8,3  | 10,1 | 13,4 | 12   | 14,4 | 15,5 | 3,5  | 1    | 12,6 | 7,8  | 6,6  | 11,9 | 12   |
| C9  | 9,4  | 27,3 | 17,7 | 17,4 | 15,2 | 15,2 | 12,1 | 8,8  | 10,8 | 0    | 0,73 | 3,05 | 1,29 | 4,11 | 6,12 | 1,62 | 1,24 | 8,92 | 7,27 | 3,23 | 6,11 | 7,24 | 3,75 | 9,91 | 8    | 9,4  | 7,83 | 7,84 | 9,54 | 17,2 | 11,4 | 8,06 | 11,8 | 13,9 | 9,36 | 11,7 | 12,8 | 13,3 | 13,9 | 14,7 | 16   | 15,7 | 18,4 | 19,9 | 9,8  | 11,3 | 19,5 | 5,8  | 13,1 | 17,1 | 16,8 |
| C10 | 8,3  | 26,2 | 17,4 | 16,3 | 16,6 | 16,6 | 12,6 | 9    | 9,8  | 0,73 | 0    | 3,03 | 2,03 | 3,96 | 6,61 | 1,23 | 4,97 | 8,28 | 6,89 | 2,7  | 5,35 | 6,69 | 3,57 | 9,43 | 7,34 | 8,96 | 7,16 | 6,71 | 8,82 | 16,7 | 10,8 | 7,33 | 11,3 | 13,3 | 8,86 | 11   | 12,2 | 12,6 | 13,4 | 14,3 | 15,6 | 15   | 17,8 | 19,4 | 8,8  | 10,8 | 18,4 | 6,2  | 12,2 | 18,9 | 17   |
| C11 | 8,7  | 24   | 13,1 | 14,5 | 14,7 | 14,7 | 9,5  | 6,1  | 7,9  | 3,05 | 3,03 | 0    | 3,51 | 1,16 | 8,89 | 4,23 | 2,4  | 8,38 | 4,68 | 5,51 | 6,5  | 6,17 | 6,59 | 12   | 7,17 | 6,86 | 9,21 | 8,67 | 8,92 | 15,1 | 9,47 | 8,64 | 9,77 | 12,5 | 10,2 | 11,9 | 11,6 | 12,2 | 11,8 | 12,1 | 13,4 | 14,6 | 16,8 | 17,5 | 5,5  | 8,6  | 17   | 1,9  | 11   | 14,9 | 14,8 |
| C12 | 10,7 | 27   | 18   | 18,7 | 18,1 | 18,1 | 13,4 | 9,8  | 11,3 | 1,29 | 2,03 | 3,51 | 0    | 4,66 | 5,38 | 2,68 | 5,87 | 10,3 | 8,07 | 4,26 | 7,39 | 8,44 | 4,35 | 10,8 | 9,24 | 10,2 | 8,98 | 8,57 | 10,8 | 18,2 | 12,5 | 9,32 | 12,5 | 15,1 | 10,6 | 13   | 14   | 14,5 | 14,9 | 15,6 | 16,8 | 16,9 | 19,5 | 20,8 | 11,5 | 13,5 | 21,1 | 5,7  | 13,5 | 17,5 | 17,4 |
| C13 | 7,5  | 22,7 | 11,9 | 11,6 | 11,9 | 11,9 | 7,7  | 5    | 6,8  | 4,11 | 3,96 | 1,16 | 4,66 | 0    | 10   | 5,1  | 1,25 | 7,87 | 3,55 | 6,19 | 6,44 | 5,56 | 7,47 | 12,5 | 6,62 | 5,73 | 9,44 | 8,87 | 8,38 | 14   | 8,47 | 8,57 | 8,72 | 11,7 | 10,2 | 11,6 | 10,8 | 11,4 | 10,7 | 11   | 12,2 | 13,8 | 15,8 | 16,4 | 4,3  | 7,4  | 15,1 | 0,8  | 9,1  | 12,9 | 12,9 |
| C14 | 15,7 | 34,2 | 25,8 | 24,3 | 24,5 | 24,5 | 21,1 | 17,5 | 17,8 | 6,12 | 6,61 | 8,89 | 5,38 | 10   | 0    | 6,16 | 11,2 | 14,2 | 13,4 | 6,79 | 10,9 | 12,9 | 5,33 | 10,9 | 13,5 | 15,5 | 10,9 | 10,8 | 23,3 | 17,4 | 12,2 | 17,9 | 19,7 | 13   | 16   | 18,4 | 18,8 | 20   | 20,8 | 22,1 | 21   | 24,1 | 26   | 16,8 | 18,8 | 26,4 | 14,7 | 21,5 | 27,4 | 26,8 |      |
| C15 | 8,5  | 26,4 | 18   | 16,5 | 16,7 | 16,7 | 14   | 10,4 | 9,9  | 1,62 | 1,23 | 4,23 | 2,68 | 5,1  | 6,16 | 0    | 6,01 | 8,26 | 7,77 | 1,59 | 5,03 | 6,82 | 2,38 | 8,28 | 7,41 | 9,75 | 6,3  | 5,9  | 8,78 | 17,1 | 11,3 | 6,81 | 11,9 | 13,5 | 2,36 | 10,5 | 12,3 | 12,7 | 13,9 | 15   | 16,4 | 15   | 18   | 20   | 9,1  | 11,2 | 18,7 | 8,4  | 13   | 20   | 19,8 |
| C16 | 7,7  | 20,4 | 11,3 | 11   | 11,2 | 11,2 | 7    | 4,3  | 6,9  | 1,24 | 4,97 | 2,4  | 5,87 | 1,25 | 11,2 | 6,01 | 0    | 7,76 | 2,33 | 6,95 | 6,41 | 4,93 | 8,34 | 12,9 | 6,01 | 4,51 | 9,6  | 9,03 | 7,75 | 12,8 | 7,33 | 8,45 | 7,55 | 10,6 | 10,1 | 11,2 | 9,82 | 10,5 | 9,55 | 9,74 | 11   | 12,9 | 14,7 | 15,2 | 3,3  | 8,5  | 12,2 | 2,1  | 8,6  | 12,3 | 12,2 |
| C17 | 5,4  | 20,7 | 14,6 | 13,1 | 13,4 | 13,4 | 12,4 | 8,8  | 5,1  | 8,92 | 8,28 | 8,38 | 10,3 | 7,87 | 14,2 | 8,26 | 7,76 | 0    | 6,28 | 7,53 | 3,45 | 2,33 | 9,26 | 9,46 | 1,25 | 6,33 | 5,69 | 5,25 | 0,57 | 19,1 | 11,4 | 3,34 | 5,73 | 5,5  | 4,59 | 4,03 | 4,26 | 4,51 | 7,24 | 9,75 | 11   | 6,75 | 10   | 13,2 | 8,5  | 7    | 15,6 | 10,6 | 10,3 | 14   | 13,8 |
| C18 | 7,1  | 16,6 | 8,3  | 7,1  | 7,4  | 7,4  | 4    | 1,1  | 3,8  | 7,27 | 6,89 | 4,68 | 8,07 | 3,55 | 13,4 | 7,77 | 2,33 | 6,28 | 0    | 8,33 | 6,62 | 4,02 | 9,96 | 13,6 | 5,09 | 2,19 | 9,98 | 4,4  | 6,67 | 10,5 | 5,14 | 3,34 | 5,13 | 11   | 10   | 10,3 | 7,98 | 8,71 | 7,26 | 7,47 | 8,75 | 11   | 12,5 | 12,9 | 2    | 4,7  | 10,5 | 4,8  | 9,3  | 9,2  |      |
| C19 | 7,6  | 27,1 | 18,7 | 17,2 | 17,5 | 17,5 | 14,7 | 11,1 | 10,4 | 3,23 | 2,7  | 5,51 | 4,26 | 6,19 | 6,79 | 1,59 | 6,95 | 7,53 | 8,33 | 0    | 6,14 | 6,56 | 7,18 | 6,71 | 6,93 | 10,1 | 4,78 | 4,43 | 8,07 | 17,1 | 11,3 | 5,59 | 11,8 | 13   | 6,58 | 9,34 | 11,8 | 12   | 13,8 | 15,3 | 16,6 | 14,2 | 17,5 | 19,9 | 9,4  | 11,5 | 19,1 | 9,2  | 13,8 | 20,7 | 20,5 |
| C20 | 2,9  | 25   | 16,6 | 14,9 | 15,1 | 15,1 | 12,6 | 9    | 6,7  | 6,11 | 5,35 | 6,5  | 7,39 | 6,44 | 10,9 | 5,03 | 6,41 | 3,45 | 6,62 | 4,14 | 0    | 3,16 | 5,8  | 7,1  | 3,1  | 7,72 | 3,35 | 2,78 | 3,96 | 13,3 | 7,77 | 3,77 | 8,44 | 8,9  | 3,77 | 5,63 | 7,71 | 7,95 | 10,3 | 12,2 | 13,6 | 10,1 | 13,5 | 16,4 | 8,5  | 6,7  | 18,4 | 8,9  | 11,3 | 18,4 | 17,8 |
| C21 | 3,1  | 22   | 12,8 | 11,3 | 11,6 | 11,6 | 10,4 | 7,5  | 3,2  | 7,24 | 6,69 | 6,17 | 8,44 | 5,56 | 12,9 | 6,82 | 4,93 | 2,33 | 4,02 | 6,56 | 3,16 | 0    | 8,35 | 10,2 | 1,07 | 4,69 | 6,36 | 5,81 | 2,82 | 10,5 | 4,74 | 4,38 | 5,35 | 6,7  | 6    | 6,23 | 5,6  | 6,1  | 7,27 | 9,1  | 10,4 | 8,52 | 11,2 | 13,4 | 6,1  | 3,5  | 13,9 | 8,6  | 8,9  | 14,2 | 14   |
| C22 | 9,6  | 28,8 | 20,4 | 18,3 | 18,9 | 18,9 | 15,8 | 12,5 | 12   | 3,75 | 3,57 | 6,59 | 4,35 | 7,47 | 5,33 | 2,38 | 8,34 | 9,26 | 9,96 | 1,78 | 5,8  | 8,35 | 0    | 6,59 | 8,71 | 11,8 | 5,72 | 5,53 | 9,78 | 18,8 | 13   | 7,02 | 13,6 | 14,7 | 7,74 | 10,7 | 13,5 | 13,8 | 15,6 | 17   | 18,4 | 15,9 | 19,3 | 21,7 | 11,9 | 14   | 21,5 | 9,8  | 14,9 | 21,8 | 21,9 |
| C23 | 10   | 12,5 | 23,3 | 21,8 | 22,1 | 22,1 | 20,6 | 17   | 13,8 | 9,91 | 9,43 | 12   | 10,8 | 12,5 | 10,9 | 12,8 | 12,9 | 9,46 | 13,6 | 6,71 | 7,1  | 10,2 | 6,59 | 0    | 9,8  | 14,8 | 3,86 | 4,38 | 9,7  | 19,5 | 14,5 | 6,15 | 15,2 | 14,4 | 5,21 | 18,7 | 13,2 | 13,1 | 16,7 | 19,1 | 20,4 | 14,5 | 18,6 | 22,6 | 16,7 | 15,7 | 26,3 | 16   | 20,2 | 26,6 | 24,7 |
| C24 | 3,9  | 20,9 | 13   | 13   | 11,8 | 11,8 | 10,6 | 7,2  | 3,5  | 8    | 7,34 | 7,17 | 9,24 | 6,62 | 13,5 | 7,41 | 6,01 | 9,29 | 6,93 | 3,1  | 10,7 | 8,71 | 9,8  | 0    | 5,38 | 5,96 | 5,45 | 1,74 | 10,2 | 4,71 | 3,77 | 15,9 | 10,5 | 5,28 | 5,21 | 4,88 | 5,28 | 7,14 | 9,31 | 10,6 | 7,66 | 10,6 | 13,3 | 6,6  | 4    | 16,4 | 8,7  | 9,1  | 21,5 | 14,3 |      |
| C25 | 8,5  | 15   | 6,7  | 5,5  | 5,8  | 5,8  | 2,4  | 2,4  | 5    | 9,4  | 8,96 | 6,86 | 10,2 | 5,73 | 15,5 | 9,75 | 4,51 | 6,33 | 2,19 | 10,1 | 7,72 | 4,69 | 11,8 | 14,8 | 5,38 | 0    | 10   | 10,5 | 6,55 | 8,34 | 3,43 | 9,05 | 3,38 | 7,18 | 10,6 | 10,2 | 6,76 | 7,55 | 5,21 | 5,32 | 6,64 | 9,72 | 10,6 | 10,7 | 4,2  | 6,7  | 8,1  | 6,8  | 2,3  | 7,7  | 7,6  |
| C26 | 6,4  | 27,4 | 19,7 | 18,2 | 18,5 | 18,5 | 17   | 13,5 | 10,2 | 7,83 | 7,16 | 9,21 | 8,98 | 9,44 | 10,9 | 6,3  | 9,6  | 5,69 | 9,98 | 4,78 | 3,35 | 6,36 | 5,72 | 3,86 | 5,96 | 10   | 0    | 0,58 | 5,96 | 15,8 | 10,6 | 2,37 | 11,3 | 10,9 | 2,14 | 5,36 | 9,63 | 9,6  | 12,9 | 15,3 | 16,6 | 11,3 | 15,2 | 18,9 | 13,3 | 11,4 | 22,6 | 15,5 | 16   | 20,7 | 20,6 |
| C27 | 5,7  | 27,4 | 19   | 17,5 | 17,8 | 17,8 | 16,3 | 12,7 | 9,5  | 7,84 | 6,71 | 8,67 | 8,57 | 8,87 | 10,8 | 5,9  | 9,03 | 5,25 | 9,4  | 4,43 | 2,78 | 5,81 | 5,53 | 4,38 | 5,45 | 10,5 | 0,58 | 0    | 5,96 | 15,4 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |



# MANUAL PARA EL RUTEO DE VEHICULOS



## OBJETIVO



ASIGNAR LAS RUTAS PARA LOS EQUIPOS DE INSTALACIÓN, DE MANERA QUE ESTAS VISITEN LOS CLIENTES MAS CERCANOS DE ACUERDO A LOS PUNTOS QUE SE VAN A VISITAR EN UN DÍA DADO.





# ¿QUÉ ES?

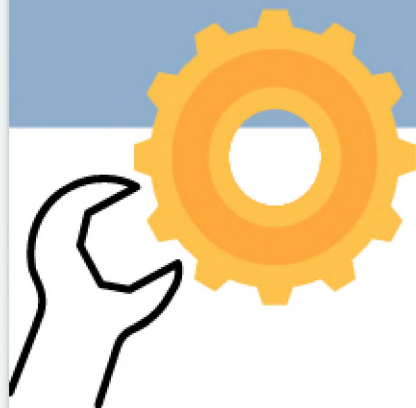
→ ES UNA HERRAMIENTA QUE VA A PERMITIR ASIGNAR LOS CLIENTES A VISITAR, TENIENDO EN CUENTA SUS HORARIOS DE ATENCIÓN Y SU CERCANIA



# Y... CÓMO FUNCIONA?

1

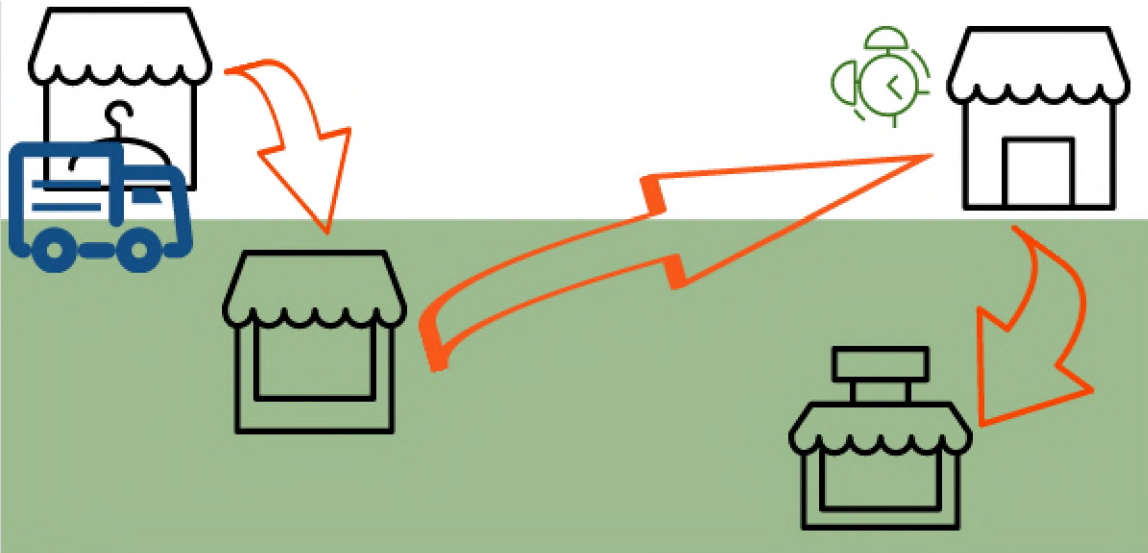
INGRESA AL INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA



# 2

INGRESA LOS 21 CLIENTE QUE VAS A VISITAR!  
CON SU RESPECTIVA OPERACION Y SI TIENE UN  
HORARIO ESPECIAL

| Ingreso los clientes a visitar |        |                | Ventana de tiempo |       | Tiempos de operacion |        |               |              |
|--------------------------------|--------|----------------|-------------------|-------|----------------------|--------|---------------|--------------|
| Cliente                        | Código | Observación    | Inicio            | Final | Instalaciones        | Refrío | Mantenimiento | Tiempo total |
| A                              | C3     | Observación 1  | 130               | 160   | 1                    |        |               | 40           |
| B                              | C6     | Observación 2  |                   |       |                      | 2      |               | 20           |
| C                              | C7     | Observación 3  |                   |       |                      | 1      |               | 10           |
| D                              | C8     | Observación 4  | 200               | 400   |                      |        |               | 0            |
| E                              | C9     | Observación 5  |                   |       | 1                    |        |               | 40           |
| F                              | C10    | Observación 6  |                   |       | 2                    |        |               | 80           |
| G                              | C11    | Observación 7  |                   |       |                      |        | 1             | 20           |
| H                              | C12    | Observación 8  |                   |       |                      | 3      |               | 30           |
| I                              | C13    | Observación 9  |                   |       |                      | 2      |               | 20           |
| J                              | C14    | Observación 10 |                   |       |                      | 1      |               | 10           |
| K                              | C15    | Observación 11 |                   |       | 1                    |        |               | 40           |
| L                              | C16    | Observación 12 | 300               | 370   | 2                    |        |               | 80           |
| M                              | C17    | Observación 13 |                   |       |                      | 3      |               | 30           |
| N                              | C18    | Observación 14 |                   |       |                      | 1      |               | 20           |
| O                              | C19    | Observación 15 |                   |       | 1                    |        |               | 40           |
| P                              | C20    | Observación 16 |                   |       | 1                    |        |               | 40           |
| Q                              | C21    | Observación 17 |                   |       |                      | 1      |               | 10           |
| R                              | C22    | Observación 18 |                   |       |                      |        | 1             | 20           |
| S                              | C23    | Observación 19 |                   |       |                      | 2      |               | 20           |
| T                              | C24    | Observación 20 |                   |       | 1                    |        |               | 40           |
| U                              | C25    | Observación 21 | 520               | 600   | 2                    |        |               | 80           |



# 3

EJECUTA LA MACRO PARA ASIGNAR LA RUTA MAS  
CORTA TENIENDO EN CUENTA LAS VENTANAS DE  
TIEMPO



**4** ENTREGA AL EQUIPO DE INSTALACIÓN SU RUTA ASIGNADA! PARA QUE SEPAN CUAL VA A SER SU ITINERARIO AL DÍA SIGUIENTE Y PODER CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS.

