

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**PLAN DE MEJORA DEL ALMACÉN Y PLANIFICACIÓN DE
LAS RUTAS DE TRANSPORTE DE UNA DISTRIBUIDORA DE
PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO**

Tesis para optar el Título de **Ingeniera Industrial**, que presentan las
bachilleres:

Gloria Katherine Milla Obregón

Marlene Oreday Silva Felices

ASESOR: Wilmer Atoche Díaz

Lima, mayo del 2013

RESUMEN

La gestión de almacenes y distribución física de productos terminados son dos aspectos ampliamente estudiados en la logística. Sin embargo, muchas empresas medianas en el Perú, específicamente en el sector de comercialización de productos de consumo masivo, adolecen de eficiencia y buenas prácticas en los procesos que involucran ambos aspectos.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal brindar un plan de mejora integral para la gestión de los procesos logísticos de una distribuidora de productos de consumo masivo abarcando para ello problemas desde la entrada de productos hasta su distribución a los clientes. Para lograrlo, se realizó un estudio de la situación actual de los procesos de recepción, almacenaje, *picking* y despacho, diseño de rutas y entrega de productos identificando los principales problemas. A partir de ello y mediante la aplicación de buenas prácticas y algoritmos matemáticos para la modelación y optimización de procesos se propone el plan de mejora integral.

En la gestión de almacenes se propone la paletización y redistribución de las principales líneas de productos en el almacén aplicando para ello el método húngaro. Ello permitirá la reducción de un 9.1% en los recorridos realizados mensualmente y una disminución de tiempos en el despacho de productos.

En la gestión de la distribución física de productos se propone, para las cuatro zonas en estudio, dos rutas de transporte teniendo en cuenta el estudio de clústeres o agrupación de puntos de reparto. Para ello se aplica el algoritmo de Clarke & Wright o método del ahorro lo que permite una reducción del 25.68% de la distancia total recorrida por ambas rutas.

Finalmente, en el proceso de reparto de productos ambas rutas son modeladas para simular la asignación de dos o tres transportistas encontrando que solo para la segunda ruta la inversión en un transportista adicional permite la disminución del tiempo promedio de distribución en un 2.80% y la reducción del 7.73% de los costos totales.

El tiempo estimado para la puesta en práctica del plan de mejora es de 4 meses y el costo estimado es de 87,193.63 Nuevos Soles.

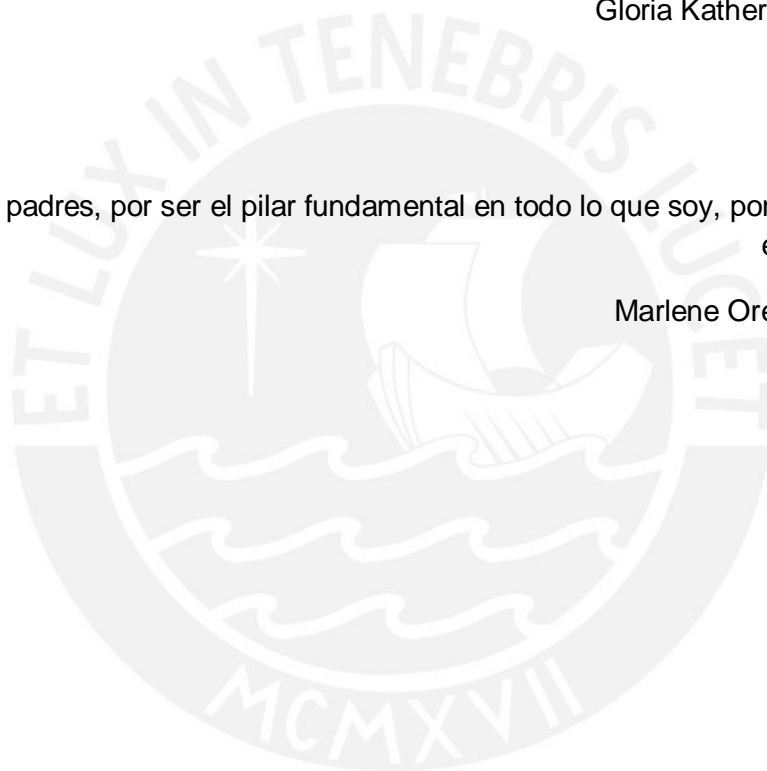
DEDICATORIA

A mis padres y hermana, por ser mi ejemplo y apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

Gloria Katherine Milla Obregón

A mis padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su amor y apoyo en todo momento.

Marlene Oreday Silva Felices



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por bendecirnos y guiar siempre nuestros pasos.

A nuestros padres, por su amor, aliento y apoyo incondicional en cada meta que nos hemos propuesto.

A los profesores de la PUCP y especialmente a los de Ingeniería Industrial pues su conocimiento y pasión por la carrera nos motiva a seguir aprendiendo.

A nuestro asesor, el Ingeniero Wilmer Atoche Díaz por su tiempo, dedicación y experiencia que ayudaron al desarrollo de este trabajo de tesis.

Al Ingeniero Jorge Caro Paccini, por su valioso aporte en la mejora de este trabajo de tesis.

A nuestros amigos de la PUCP, con quienes hemos compartido memorables momentos durante nuestra estadía en esta casa de estudios.

Al personal de la Distribuidora Vega quienes nos facilitaron información para el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1. Logística y cadena de suministro.....	2
1.2. Gestión de almacenes	3
1.3. Gestión de la distribución física	9
CAPITULO 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DISTRIBUIDORA..	17
2.1. Descripción general	17
2.2. Análisis del entorno	18
2.2.1. Análisis del micro entorno	18
2.2.1.1. Análisis de las cinco fuerzas de Porter	18
2.2.1.2. Proveedores.....	20
2.2.1.3. Clientes.....	20
2.3. Distribución física del almacén	23
2.3.1. Factor edificio	23
2.3.2. Factor material.....	23
2.3.3. Factor hombre	24
2.3.4. Factor movimiento	25
2.3.5. Factor espera	26
2.4. Proceso de recepción de productos.....	28
2.5. Procesos de picking y despacho de productos	29
2.6. Diseño actual de rutas de transporte	31
2.7. Proceso de entrega de productos.....	33
CAPITULO 3. DEFINICIÓN DEL PLAN DE MEJORA.....	36
3.1. Propuesta de mejora en la distribución del almacén.....	36
3.1.1. Asignación línea de productos – zona del anaquel	36

3.1.1.1.	Determinación de la rotación de las líneas de productos	37
3.1.1.2.	Aplicación del método húngaro para la asignación línea de productos – zona del anaquel	39
3.1.2.	Requerimientos técnicos para la implementación de la mejora	43
3.1.3.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora	44
3.2.	Propuesta de mejora en la recepción de productos	45
3.2.1.	Paletización de la carga recibida según especificaciones de la distribuidora	45
3.2.1.1.	Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora	45
3.2.1.2.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora	46
3.2.2.	Contabilización de los productos recibidos utilizando lectura de código de barras y el método de recepción ciega.....	47
3.2.2.1.	Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora	47
3.2.2.2.	Requerimientos técnicos para la implementación de la mejora	48
3.2.2.3.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora	50
3.3.	Propuesta de mejora en el <i>picking</i> y despacho de productos	51
3.3.1.	Estrategias de <i>picking</i> a utilizar	51
3.3.1.1.	Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora	51
3.3.1.2.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora	52
3.3.2.	Procedimiento para la carga de los vehículos de transporte.....	52
3.3.2.1.	Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora	53
3.3.2.2.	Beneficios a obtener por la implementación de la mejora	54
3.4.	Propuesta de mejora para el diseño de rutas de transporte	55
3.4.2	Mejoras a implantar y beneficios obtenidos	58
3.5	Propuesta de mejora para el proceso de entrega	59
3.5.1	Determinación de la cantidad de recursos óptima para las rutas de transporte	59
3.5.1.1	Recolección de datos	60
3.5.1.2	Análisis de los datos.....	61
3.5.1.3	Pruebas de bondad de ajuste	61

3.5.1.4	Modelo.....	61
3.5.1.4.1	Bloques:.....	62
3.5.1.4.2	Elementos:.....	66
3.5.1.5	Análisis de Resultados: Demanda no atendida	67
3.5.1.6	Análisis de Resultados: Tiempo de distribución	68
3.5.1.7	Estadísticas del tiempo de sistema por clúster	69
3.5.1.8	Evaluación económica.....	70
3.5.2	Mejoras a implantar y beneficios obtenidos	74
CAPITULO 4. INVERSIÓN Y CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE MEJORA.....		75
4.1.	Resumen de mejoras a implantar	75
4.1.1.	Propuesta de mejora en la distribución del almacén	75
4.1.2.	Propuesta de mejora en la recepción de productos	75
4.1.3.	Propuesta de mejora en el picking y despacho de productos	76
4.1.4.	Propuesta de mejora en el diseño de rutas de transporte	76
4.1.5.	Propuesta de mejora en el proceso de entrega	76
4.2.	Inversión para el plan de mejora.....	78
4.3.	Cronograma de inversión	79
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		80
5.1.	Conclusiones.....	80
5.2.	Recomendaciones	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Procesos logísticos	3
Figura 1.2 Actividades comunes en el almacén	4
Figura 1.3 Estantería de almacenamiento selectivo	7
Figura 1.4 Estantería de almacenamiento acumulativo – vista de planta.....	7
Figura 1.5 Estantería de almacenamiento acumulativa – vista lateral	7
Figura 1.6 Estantería de almacenamiento dinámica por gravedad	8
Figura 1.7 Ordenamiento de unidades de carga inverso al reparto	10
Figura 1.8 Ordenamiento de unidades de carga en bloque	11
Figura 1.9 Variación del punto de equilibrio por reducción de costos de transporte	12
Figura 1.10 Ejemplo de nodos y arcos en una red	14
Figura 1.11 Distancia ahorrada mediante la combinación de destinos	15
Figura 2.1 Diagrama de las cinco fuerzas de Porter	18
Figura 2.2 Compras: Participación de los proveedores	20
Figura 2.3 Proporción de clientes por tipo de negocio	21
Figura 2.4 Ventas: Participación de clientes	22
Figura 2.5 Promedio de pedido de venta en soles por tipo de cliente.....	22
Figura 2.6 Diagrama P-Q por líneas de productos	24
Figura 2.7 <i>Layout</i> de la distribución interna del almacén	27
Figura 3.1 <i>Layout</i> propuesto para la distribución física del almacén.....	41
Figura 3.2 Propuesta del <i>layout</i> del almacén con asignación de líneas	42
Figura 3.3 <i>Pallet</i> estándar utilizado en el almacén	44
Figura 3.4 Proceso de contabilización mediante lectura de código de barras	48
Figura 3.5 Plataforma tecnológica – Código de barras	50
Figura 3.6 Mapa de diseño de las rutas óptimas	57
Figura 3.7 Sistemas de colas (M/G/s/N) generados en cada parada.....	60
Figura 3.8 Inicio de la ruta de distribución	62
Figura 3.9 Representación de <i>clúster</i> “n”	63

Figura 3.10 Representación de pedidos en espera de ser trasladados al siguiente clúster..... 64

Figura 3.11 Representación de pedidos atendidos en el clúster “n” 65

Figura 3.12 Representación del fin de la ruta..... 66

Figura 3.13 Elementos del modelo de rutas de distribución..... 67

Figura 4.1 Diagrama de Gantt para las propuestas de mejora 79



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Comparación de los medios de transporte	13
Tabla 2.1 Trabajadores y asignación de tareas por turno de trabajo	25
Tabla 2.2 Situación actual de costos logísticos en el almacén	28
Tabla 2.3. Tipos de fuerza de ventas por proveedor	32
Tabla 2.4. Días de visitas de la fuerza de ventas	33
Tabla 2.5. Frecuencia de clústeres en las zonas de estudio	34
Tabla 3.1 Rotación de las principales líneas de productos	39
Tabla 3.2 Matriz 7 x 7 para la asignación de líneas a zonas de almacenamiento ..	40
Tabla 3.3 Matriz inicial para la aplicación del Método Húngaro	41
Tabla 3.4 Matriz final para la aplicación del Método Húngaro	42
Tabla 3.5 Costo logístico para la asignación actual línea - anaquel	43
Tabla 3.6 Costo logístico para la asignación propuesta línea - anaquel	43
Tabla 3.7 Alternativas para anaqueles acumulativos.....	44
Tabla 3.8 Determinación de cantidad de ítems por pallet	46
Tabla 3.9 Propuesta de distribución de trabajadores por horario de trabajo	54
Tabla 3.10 Distribución porcentual del tiempo de reparto y tiempo de transporte ..	57
Tabla 3.11 Comparación de recorrido actual y propuesto.....	58
Tabla 3.12. Tamaño de muestras para simulación de tiempos de transporte y reparto.....	61
Tabla 3.13 Distribución para tiempo de transporte, reparto y demanda.....	61
Tabla 3.14 Datos relevados para la prueba de hipótesis de medias (Demanda no atendida)	68
Tabla 3.15 Datos relevados para la prueba de hipótesis de medias (Tiempo de distribución)	69
Tabla 3.16 Tiempo de sistema por tipo de <i>clúster</i> para la ruta 1	70
Tabla 3.17 Tiempo de sistema por tipo de <i>clúster</i> para la ruta 2	70
Tabla 3.18 Costos Totales en un mes para la ruta 1	71
Tabla 3.19 Costos Totales en un mes para la ruta 2	72
Tabla 4.1 Detalle de inversión para las propuestas de mejora	78

INTRODUCCIÓN

La coyuntura actual en la que se desenvuelven las empresas está marcada por la competencia global y la desaceleración de la economía mundial. En este contexto, las empresas deben constituir cadenas de suministro competitivas y eficientes que permitan entregar a los clientes productos de calidad acordes a sus necesidades y en el momento preciso. En el Perú, se observa un crecimiento económico favorable en algunos sectores como el de consumo masivo. Es por ello que se considera que todo esfuerzo realizado para mejorar el desempeño de los componentes de las cadenas de suministro de dicho sector repercutirá positivamente en el desempeño de las empresas y con ello en su crecimiento y rentabilidad.

El presente trabajo es un plan de mejora enfocado a una distribuidora de consumo masivo que tiene como objetivo principal, brindar una propuesta integral de mejora para su gestión que abarca los problemas que existen desde el ingreso de los productos hasta su entrega a los clientes. Todo ello tiene como finalidad optimizar los procesos, reducir y/o eliminar costos y actividades que limitan el eficiente desempeño de la distribuidora y el de las cadenas de suministro de las cuales forma parte.

El desarrollo del trabajo empieza con los dos primeros capítulos en los cuales se sientan las bases necesarias para el posterior planteamiento de las propuestas de mejora a implementar.

En el primer capítulo se explica el marco teórico en el cual se sustentan las herramientas a utilizar.

En el segundo capítulo se detalla el diagnóstico de la situación actual de la distribuidora, determinando los principales problemas encontrados en el almacén así como en el proceso de distribución de los productos.

En el tercer capítulo, a partir de este diagnóstico, se presentan las propuestas de solución para estos problemas resaltando los beneficios que obtendrá la distribuidora.

En el cuarto capítulo, finalmente, se plantea el presupuesto para llevar a cabo las mejoras y el cronograma.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Logística y cadena de suministro

La definición de logística desde el punto de vista militar está relacionada con procurar, mantener y transportar material, personal e instalaciones. Sin embargo, los objetivos y las actividades empresariales difieren mucho de esta visión. Es por ello que se tiene otra definición más acorde, establecida por el Consejo de Dirección Logística, la cual plantea lo siguiente: “La logística es la parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes” (Ballou, 2004).

Esta definición nos brinda la idea de que los flujos del producto tienen que ser gestionados desde que son materias primas hasta que finalmente son descartados después de su consumo. Asimismo, esta definición abarca no solo productos, sino también servicios. Sin embargo, esta definición de la logística implica que sólo es un proceso dentro de la cadena de suministro, más no toda la cadena, entonces, ¿qué significa la administración de la cadena de suministro?

La administración de la cadena de suministro enfatiza las interacciones que se llevan a cabo entre empresas legalmente independientes dentro del canal de flujo del producto, así como aquellas interacciones que se dan entre las funciones de marketing, logística y producción dentro de una empresa. Al respecto, Mentzer y otros autores proponen una definición más amplia y general: “La administración de la cadena de suministro se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministro con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministro como un todo.” (Ballou, 2004).

Para lograr que el flujo de materiales, información y dinero entre los proveedores y consumidores sea de manera continua, se necesitan los procesos logísticos mostrados en la Figura 1.1.

Este trabajo está principalmente enfocado en los procesos de almacenamiento y transporte. Sin embargo, se debe mencionar que ninguno de estos procesos está aislado de los demás.

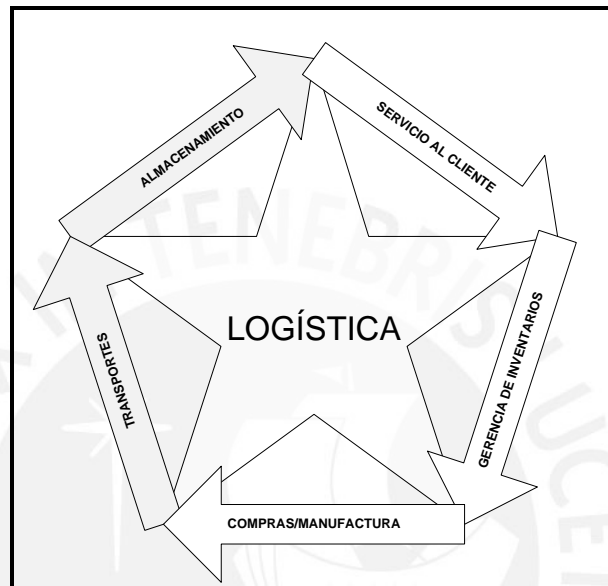


Figura 1.1 Procesos logísticos
Fuente: Frazelle (2007)

A continuación, se desarrollan dos sub capítulos teóricos sobre los procesos antes mencionados.

1.2. Gestión de almacenes

“La función esencial de un almacén es el despachar los productos de manera eficaz en cualquier forma hacia el paso siguiente de la cadena de suministro sin dañar o alterar la forma básica del producto. Es más, si el almacén no procesa los pedidos con rapidez, eficacia y exactitud, afectará los esfuerzos de optimización de la cadena de suministro de una compañía. El almacén es el espacio físico destinado o lugar destinado al depósito de las materias primas, el producto semi terminado o el producto terminado a la espera de ser transferido al siguiente eslabón de la cadena de suministro.” (Bozer, Tompkins & White, 2006)

El almacenamiento de un producto es una actividad estrictamente necesaria y a pesar que no le agrega valor a éste, permite mantenerlo en buen estado. El valor de un almacén reside en tener el producto correcto, en el lugar correcto y en el tiempo correcto. Debido a esto, un almacén provee la utilidad tiempo – lugar que necesita una empresa para prosperar.

Existen actividades que resultan comunes para todo almacén, las cuales se presentan en la Figura 1.2.

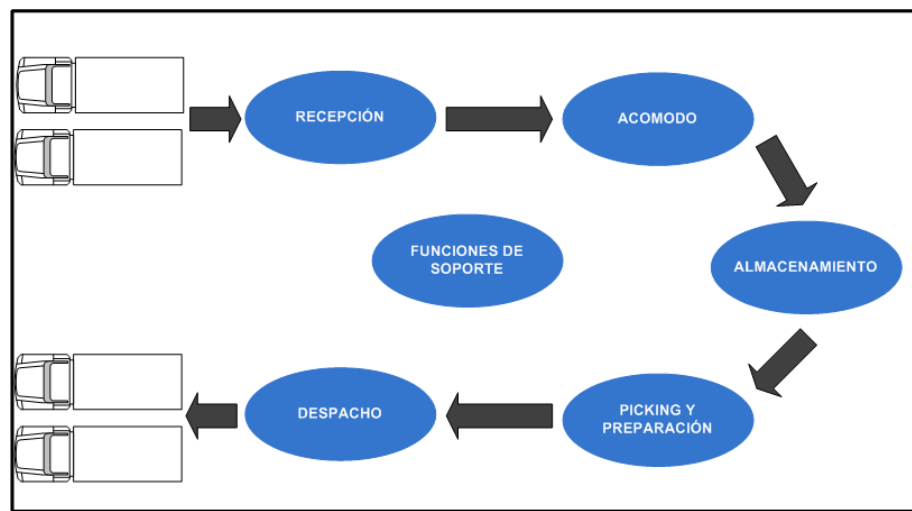


Figura 1.2 Actividades comunes en el almacén
Fuente: Frazelle (2007)

1.2.1. Recepción

Esta etapa consiste en recibir de manera ordenada todos los materiales que ingresan al almacén, de verificar la cantidad y calidad de todo lo ingresado y distribuirlo.

1.2.2. Acomodo

Esta etapa incluye dos partes. La primera se refiere al armado de productos formados por la combinación de otros productos, en ese caso forman “kits” los cuales deben de ser elaborados antes de ponerlo en el anaquel; la segunda se refiere a colocar la mercadería en el anaquel. Ambas actividades involucran el manejo de materiales, la verificación del sitio y las actividades de ubicación del producto.

1.2.3. Almacenamiento

Esta actividad se refiere a guardar físicamente la mercadería a la espera de su demanda. El método a emplear en el almacenamiento depende del tamaño, de la cantidad en inventario y de las características de manejo del producto o empaque.

1.2.3.1. Estrategias de asignación producto - anaquel

Establecer una estrategia para la ubicación de los productos en el almacén es importante para optimizar variables como distancia recorrida y tiempo de *picking*. Por ello, se propone utilizar un algoritmo de asignación como el método húngaro el cual permita determinar la ubicación óptima. A continuación se presentan los pasos a seguir para la aplicación del mencionado método, según Investigación de Operaciones: aplicaciones y algoritmos del autor Wayne Winston (2005):

Paso 1: Encontrar el elemento mínimo en cada renglón de la matriz de costos $m \times m$. Construya una nueva matriz restando de cada costo, el costo mínimo en su renglón. Para esta nueva matriz, determine el costo mínimo en cada columna. Construya una nueva matriz (llamada la matriz de costos reducida) restando de cada costo el costo mínimo en su columna.

Paso 2: Trace el número mínimo de líneas (horizontales, verticales o ambas) que son necesarias para cubrir todos los ceros en la matriz reducida. Si se requieren m líneas, entonces está disponible una solución óptima entre los ceros cubiertos en la matriz. Si son necesarias menos de m líneas, entonces proceda al paso 3.

Paso 3: Determine el elemento no cero más pequeño (llámelo K) en la matriz de costos reducida que no cubren las líneas trazadas en el paso 2. Ahora reste k de cada elemento no cubierto de la matriz de costos reducida y agregue k a cada elemento cubierto por dos líneas. Vuelva al paso 2.

Algunas observaciones:

1. Para resolver un problema de asignación en el que el objetivo es maximizar la función objetivo, multiplique la matriz de utilidades por -1 y resuelva el problema como uno de minimización.
2. Si el número de renglones o columnas en la matriz de costos no es igual, entonces el problema de asignación está desequilibrado. El método húngaro podría producir una solución incorrecta si no está equilibrado el problema.

Así, cualquier problema de asignación debe estar equilibrado (por la suma de uno o más puntos ficticios) antes de resolverlo por el método húngaro.

3. En un problema grande, es posible que se dificulte hallar el número mínimo de líneas necesario. Se puede demostrar que si se requieren j líneas, entonces sólo se puede asignar j “tareas” a los costos cero en la matriz actual. Esto explica por qué termina el algoritmo cuando se necesitan líneas.

1.2.3.2. Tipos de almacenamiento

De acuerdo al autor (Frazelle, 2007), existen diversos tipos de almacenamiento que serán descritos brevemente a continuación:

- *Racking*: se aprovecha de manera eficiente el espacio vertical pero el *picking* de los productos requiere un mayor esfuerzo y puede resultar más costoso en el caso que se necesiten sistemas automáticos (vehículos y equipos) de elevación.
- Por zonas: los productos son agrupados, recogidos, almacenados y despachados juntos de acuerdo a características comunes que ellos comparten.
- Aleatorio: es una forma de agrupar de acuerdo al tamaño de los lotes así como del espacio disponible para almacenar. Se dice de este tipo de almacenamiento dificulta el *picking* rápido de los productos, principalmente si se trata de grandes cantidades.
- Por estacionalidad: los productos que tienen mayor rotación, de acuerdo al periodo, están ubicados en lugares que facilite el *picking*.

En el caso de la distribuidora en estudio, es necesario profundizar en el tipo de almacenamiento por *racking*, es decir, empleando anaqueles y/o estantes para el mejor aprovechamiento del espacio. Existen diversos tipos de estanterías de almacenamiento las cuales serán descritos a continuación:

- Selectivos: actualmente, son los más usados por su fácil acceso lo cual da a su vez agilidad de movimiento a los productos. Proporciona un acceso directo y unitario a cada paleta, como lo muestra la Figura 1.3. Es por ello, que requieren un gran número de pasillos espaciosos para ofrecer la máxima accesibilidad.

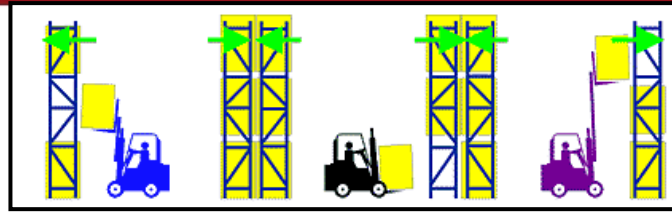


Figura 1.3 Estantería de almacenamiento selectivo

Fuente: <http://translate.googleusercontent.com/>

- Acumulativos: este tipo de estantería permite el almacenaje por acumulación de *pallets*. Se puede almacenar varios *pallets* en profundidad por cada estantería apoyándose en rieles laterales y empujados mediante el montacargas, como lo muestran las Figuras 1.4 y 1.5. Permite un almacenamiento de alta densidad reduciendo el número de pasillos requeridos aprovechando al máximo el espacio disponible. Se suele utilizar estos *racks* principalmente en almacenes donde hay muchos artículos del mismo tipo.

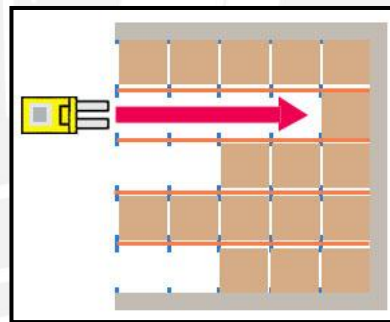


Figura 1.4 Estantería de almacenamiento acumulativo – vista de planta

Fuente: http://translate.googleusercontent.com



Figura 1.5 Estantería de almacenamiento acumulativa – vista lateral

Fuente: http://translate.googleusercontent.com

- Dinámicos: Este tipo de estanterías aprovecha la gravedad, debido a que es muy similar a los *racks* acumulativos pero la diferencia radica en que los rieles de apoyo de los *pallets* presentan una pequeña inclinación y están dotados de rodillos de forma que permite el desplazamiento a través de la estantería por acción de la gravedad, como se observa en la Figura 1.6.

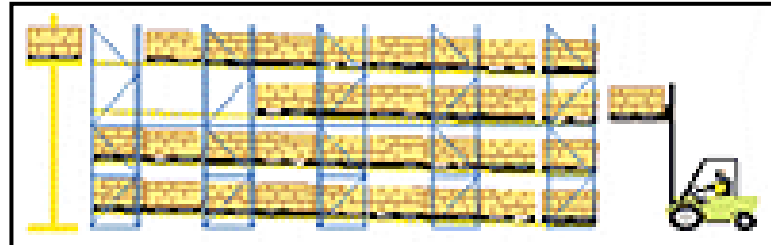


Figura 1.6 Estantería de almacenamiento dinámica por gravedad
Fuente: <http://www.mexroll.com.mx/nuevo/images/dinamicos1.gif>

1.2.4. *Picking* y preparación

Consiste en remover los artículos del almacenamiento con el fin de satisfacer una demanda específica. Aquí también es donde se verifica que los pedidos estén completos, se empacan los productos en un recipiente apropiado, se preparan los documentos de despacho y se acumula los pedidos previo al despacho.

1.2.4.1. Estrategias de *picking*

Existen diferentes tipos de *picking*¹ que se pueden llevar a cabo dentro de un almacén, de las cuales, el *Material Handling* las define como:

- Discreto (convencional): el operario recoge los productos uno por uno y los añade a un solo pedido a la vez.
- Por zonas: el área donde se preparan los pedidos se agrupa en zonas y en cada una de estas un operario se ocupa de varias líneas.
- En *batch*: cada operario trabaja varios pedidos por vez, para ello recoge producto por producto.

¹ El término *picking* se refiere al proceso de recolección de productos de los anaqueles a una zona distinta como el despacho.

- En *cluster*² (*picking*): cada trabajador recoge todos los artículos para un grupo de pedidos.
- Por oleadas: es similar al *picking* discreto, pero la diferencia radica en que en las oleadas puede hacer distintos grupos de pedidos en un periodo de tiempo determinado.
- Zona *batch*: el operario está asignado a una zona y prepara una parte de una o más líneas.
- Zona por oleadas: cada operario recoge todos los productos que se le asignen en una determinada zona, la totalidad de los pedidos incluidos en su área, uno por uno, y en un momento programado por cada turno.
- Zona *batch* por oleadas: el trabajador es asignado a una zona y prepara todas las líneas que han sido asignadas a su área, varias líneas por vez de acuerdo a la programación establecida por turno.

1.2.5. Despacho

Esta es la última etapa que involucra la segunda parte del siguiente análisis. De manera general, incluye la carga de los productos en los camiones, y una última verificación de la cantidad de pedidos y validación producto – camión.

1.3. Gestión de la distribución física

La distribución física se entiende como el “conjunto de actividades que se ocupan del flujo de productos terminados (y el flujo de información a él asociado) desde el final del proceso de fabricación hasta que dichos productos se encuentran en manos de los clientes” (Gutiérrez, 1998). Este enfoque tiene como referencia al productor del bien; sin embargo, la definición puede adaptarse a otros elementos de la cadena de suministro. De esta manera, el *Council of Supply Chain Management Professionals*³ sostiene que la distribución física “se refiere al movimiento de materiales desde el fabricante o distribuidor hasta el cliente”.

² El término *cluster* en el proceso de *picking* se refiere a la metodología de *picking* que recolecta productos en contenedores de pedidos múltiples al mismo tiempo.

³ COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS
2010 *Glossary of Terms*. Illinois: Council of Supply Chain Management Professionals. Consulta: Octubre 2011
<<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>

El principal objetivo de este macro proceso es conseguir que los productos se encuentren en el lugar y el momento preciso, en las cantidades solicitadas y con un costo mínimo. Comprende la gestión de los procesos desde la carga de productos en las unidades de transporte hasta la descarga de los mismos en el punto de venta o el cliente; es decir, comprende los procesos de carga, transporte y entrega de productos.

1.3.1. Proceso de carga

El proceso de carga de productos consiste en la asignación de unidades de manipuleo (*pallets*, cajas, etc.) y el ordenamiento de éstas dentro de la unidad de transporte con el objetivo de facilitar las tareas de entrega al final del proceso de distribución. Respecto al ordenamiento de unidades de manipuleo se tienen los siguientes métodos citados en el libro Manual de logística integrada (Pau, Jordi, Navascués, 2001).

1.3.1.1. Ordenamiento inverso al reparto

El ordenamiento inverso al reparto es utilizado cuando los pedidos son preparados uno a uno en el almacén central y se sabe la secuencia de reparto de cada uno de ellos. De esta manera, los pedidos repartidos primero serán cargados al final y viceversa. La lógica se presenta en la Figura 1.7.

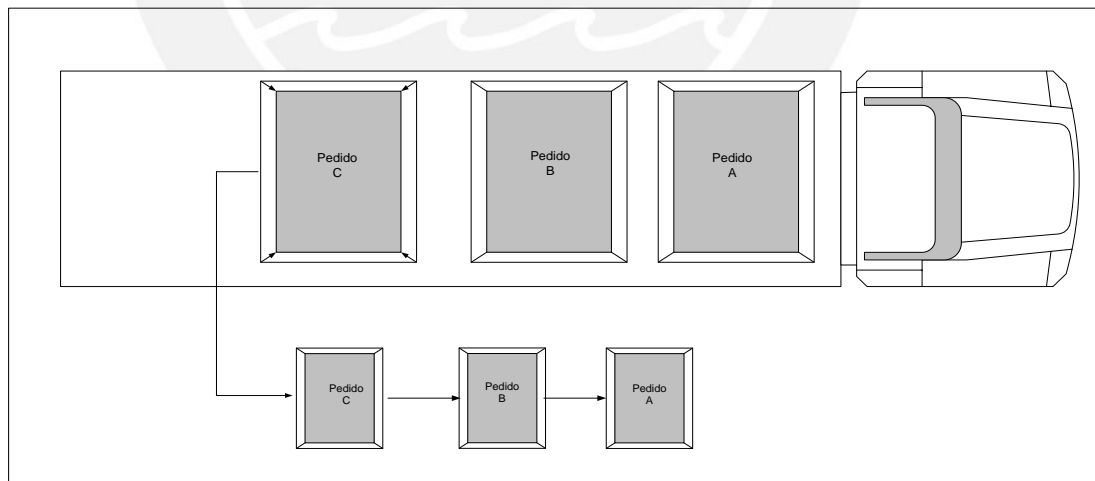


Figura 1.7 Ordenamiento de unidades de carga inverso al reparto
Fuente: Pau i Cos y De Navascués (2001)

1.3.1.2. Ordenamiento en bloque

El ordenamiento en bloque es utilizado cuando los pedidos no han sido preparados con anterioridad; es decir, la estrategia para la distribución es armar los pedidos en

el punto de venta o reparto. Según esta estrategia, las unidades de carga son ordenadas por zonas dependiendo del producto, como se muestra en la Figura 1.8.

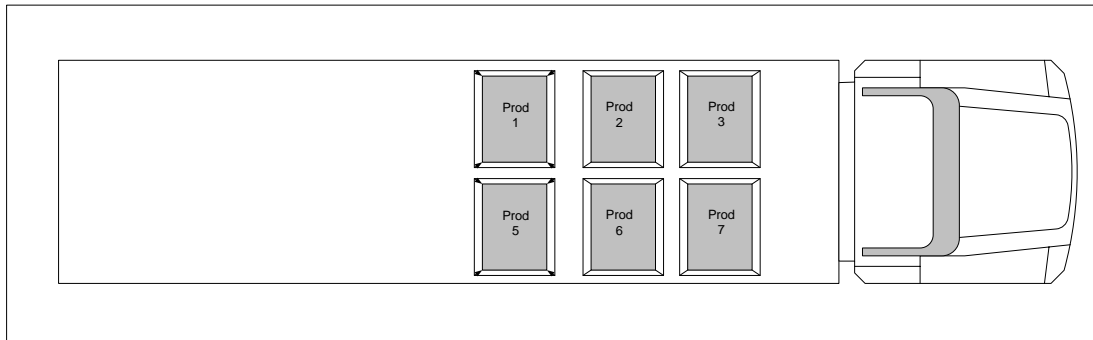


Figura 1.8 Ordenamiento de unidades de carga en bloque
Fuente: Pau i Cos y De Navascués (2001)

1.3.2. Proceso de transporte

El proceso de transporte o la gestión de dicho proceso comprende el análisis y elección del mejor medio para trasladar los materiales del punto de origen al de destino; la elección del sistema de transporte a utilizar (propio o subcontratado) y el diseño de la mejor ruta para conseguir el objetivo principal del proceso de distribución: facilitar los productos en el lugar y momento adecuados al menor costo.

Lograr eficiencia en la distribución física de los productos es muy importante para todas las empresas pues genera ahorros y por ende contribuye a maximizar las utilidades. Según Ballou (2004) los costos logísticos promedio de las empresas (en EE.UU) son aproximadamente 11% del volumen total de ventas; de este porcentaje, los costos de transporte representan del 30% al 60%; es decir, los costos de transporte representan un 7% del volumen total de ventas. Otros autores como Gil Gutiérrez (1998) señalan que el porcentaje de participación de los costos de transporte en países desarrollados es el 10% del valor de las ventas.

Por todo lo anterior, se puede concluir que una reducción en los costos de transporte representa una oportunidad para aumentar las ganancias de una empresa. Como lo explica Gil Gutiérrez (1998), la reducción de los costos de distribución ayuda a reducir el punto de equilibrio de los productos por lo que se necesita vender una cantidad menor de los mismos para empezar a obtener ganancias. Se puede apreciar en la Figura 1.9 que la recta llamada Costos Totales

2, que representa una reducción en costos fijos y variables respecto a la recta Costos Totales 1, posibilita que el nuevo punto de equilibrio para la empresa (n2) sea menor.

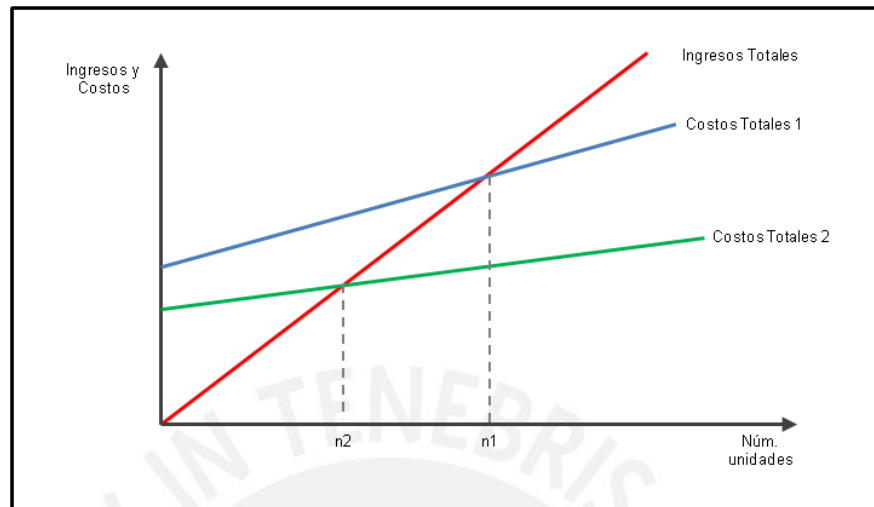


Figura 1.9 Variación del punto de equilibrio por reducción de costos de transporte
Fuente: Gutiérrez (1998)

En el caso de los países en vías de desarrollo los porcentajes indicados anteriormente podrían ser mayores debido a que se presentan más restricciones y problemas. Por ejemplo, en países como el Perú los altos costos de los combustibles, la limitada infraestructura vial y las altas tarifas cobradas en los puertos, carreteras, etc. generan que los porcentajes de participación sean más elevados, lo que termina restándole competitividad a las empresas.

1.3.2.1. Medios de transporte para la distribución física

Existen diversos medios de transporte que deberán ser escogidos de acuerdo a criterios como: tipo de material a transportar, distancia a recorrer, tiempo de transporte, costo de transporte, etc. La Tabla 1.1 presenta los diferentes medios de transporte así como sus principales características.

Tabla 1.1. Comparación de los medios de transporte

Característica/ Medio	Marítimo	Ferrovionario	Terrestre	Aéreo
Tipo de carga	Materias primas Productos terminados Productos semi terminados	Materias primas Productos manufacturados de poco valor	Productos terminados Productos semi terminados	Productos frágiles, delicados, de corta vida Productos de alto valor
Tiempo de transporte	El mayor tiempo Menor velocidad	Tiempo medio Velocidad media	Tiempo medio Velocidad media	El menor tiempo Mayor velocidad
Costo de transporte	Costo bajo	Costo medio	Costo medio	Costo alto

Fuente: Ballou (2004)

Para el caso de la distribuidora en estudio, el medio de transporte utilizado es el terrestre. Esto se debe principalmente a que la distancia recorrida para la llegada a los clientes es pequeña (distribución local) y el tipo de producto a transportar es terminado. Se considera, por todo ello, que el medio escogido es el correcto dada las características de la carga y las necesidades de tiempo y restricciones de costo que se tienen.

1.3.2.2. Diseño y programación de las rutas de transportes

Como se mencionó, los costos de transporte tienen una participación relevante en los costos logísticos totales; por ello, es importante poder reducirlo sin afectar la calidad del servicio brindado. Ante ello, surge un problema importante: el diseño de rutas de transporte óptimas.

Existen diversos algoritmos para el diseño y programación de rutas de transporte los que deberán ser evaluados para determinar cuál es el más adecuado para la realidad de cada empresa. A continuación se muestran algunos de los métodos a emplear para la determinación de rutas óptimas o cuasi óptimas.

1.3.2.2.1. Algoritmo de Dijkstra

El objetivo del método es encontrar la ruta más corta para cada destino. Para ello se utilizan dos conceptos fundamentales como nodos y arcos, según Investigación

de Operaciones: aplicaciones y algoritmos del autor Winston (2005).

- Nodos: Vértices o puntos extremos de una red.
- Arco: Consiste en un par ordenado de puntos extremos y representa una posible dirección de movimiento que podría ocurrir entre puntos extremos.

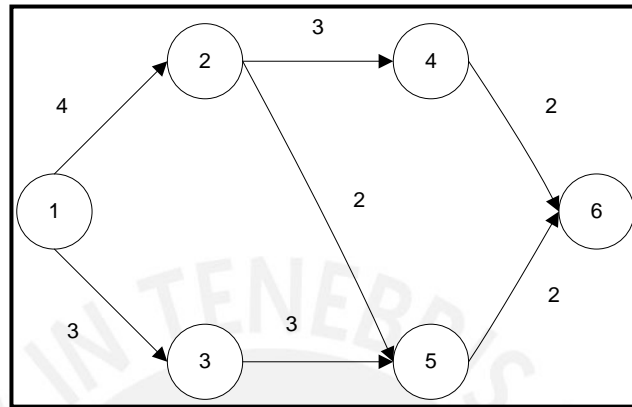


Figura 1.10 Ejemplo de nodos y arcos en una red

De manera práctica, los nodos representan los puntos de conexión entre los arcos y dichos arcos representan los costos, distancias o tiempos que se deberían tomar si se quiere ir de un nodo a otro.

El algoritmo que se presenta a continuación supone que todos los nodos de una red se encuentran sin resolver, es decir, todavía no se encuentran dentro de alguna ruta propuesta; la única excepción es el nodo de origen, el cual sirve de referencia para el trazado de la ruta.

Paso 1: Se inicia con la fuente (origen) como un nodo activo y todos los demás nodos inactivos.

Paso 2: Del nodo o nodos activos se trazan las rutas más cortas a los nodos adyacentes al inicial.

Paso 3: El nodo escogido se convierte en un nodo activo y se vuelve al paso 2.

1.3.2.2.2. Método de ahorro o de Clarke & Wright

El objetivo del método del ahorro es minimizar el número de vehículos a utilizar para cubrir las paradas planificadas así como minimizar la distancia total recorrida por cada uno de ellos. El algoritmo empieza utilizando un vehículo de transporte el

cual realiza la ruta de ida a un punto de destino y de retorno al punto de origen, esto se realiza para cada uno de las paradas planificadas. Con este primer paso se logra visualizar la distancia máxima de viaje que se podría realizar.

Luego de ello, se intentan combinar dos destinos para que el uso de un vehículo pueda eliminarse y la distancia de viaje se reduzca. Para evaluar esta potencial ruta se calcula la distancia ahorrada antes y después de la combinación, como se muestra en la Figura 1.11.

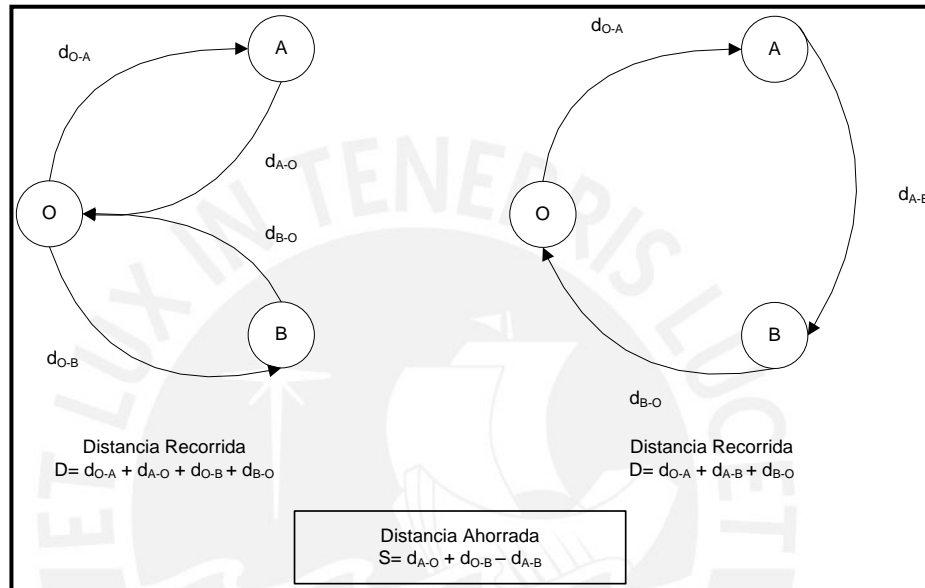


Figura 1.11 Distancia ahorrada mediante la combinación de destinos
Fuente: Ballou (2004)

Para la inclusión de un destino nuevo en una ruta se identifica el ahorro potencial más grande. Además el algoritmo permite añadir nuevas restricciones como: carga máxima por camión, horas de inicio y fin de reparto, horas de descanso o refrigerio de los conductores lo que permite modelar una situación más real.

1.3.3. Proceso de entrega

La entrega es la última etapa del proceso de distribución física de productos. La eficiencia y optimización de este proceso son muy importantes pues impactan directamente en los tiempos de distribución totales.

Para realizar rápida y correctamente una entrega de productos se necesita:

- Disponer de una zona destinada a la descarga y recepción de productos. A menudo se utilizan muelles o playas de carga/descarga.
- Disponer del personal y equipos necesarios (transpaletas, montacargas, etc.) para llevar a cabo la descarga.
- Disponer de la documentación necesaria (guías de remisión, facturas y/o boletas) para la verificación de productos y aceptación del pedido.

Así mismo, se deben establecer responsabilidades entre proveedor y cliente por medio de acuerdos. A continuación se detallan algunas responsabilidades establecidas en el Manual de Logística Integral de los autores Jordi Pau Cos y Ricardo de Navascués:

Responsabilidad del transportista:

- Hasta el muelle de descarga
- Hasta la zona de recepción del cliente
- Hasta el almacén del cliente
- Hasta la ubicación final de los productos

Responsabilidad del receptor o cliente:

- Disponer de los medios (hombre/máquina) para las operaciones de descarga
- Recepcionar las mercancías

CAPITULO 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA DISTRIBUIDORA

2.1. Descripción general

La empresa en la que se desarrolla el presente trabajo es una distribuidora de capitales peruanos que fue creada hace ocho años y se encuentra ubicada en el Cercado de Lima. El giro de negocio de la empresa es la comercialización de productos de consumo masivo (productos de limpieza, papeles, alimentos, confitería entre otros) y la distribución de los mismos, teniendo como zonas de cobertura, el Callao y Lima Centro.

El éxito que tienen en su rubro ha sido posible a partir de las eficientes relaciones que mantienen con todos los componentes de su cadena de suministro, desde sus proveedores hasta sus clientes. En el caso de proveedores, tienen una amplia gama de selectas empresas del sector (consumo masivo) líderes en el mercado. Asimismo, son distribuidores exclusivos de grandes empresas como Procter & Gamble S.R.L., empresa con la cual no solo existe una relación de proveedor cliente sino que brinda capacitaciones a la fuerza de ventas y está siempre pendiente de las mejoras a implantar en la empresa. También es distribuidor exclusivo de Protisa S.A., Pepsico S.R.L. además de distribuir productos de otros proveedores como Química Suiza, Johnson & Johnson, Clorox, entre otros.

La empresa tiene como misión “ser líderes en el canal mayoristas y minoristas con un servicio eficiente y personalizado a todos sus clientes y proveedores”⁴, y como visión el “ser reconocidos como líderes en comercialización de productos de consumo masivo en toda la capital de Lima; trabajar siempre con productos reconocidos que lideren el mercado y de mucha demanda comercial así como abastecer satisfactoriamente a todos sus clientes.”⁵

4 “Historia de Corporación Vega”. Artículo en la web sobre la misión, visión e historia de la empresa. Lima. Consulta: 27 de setiembre de 2009. <<http://www.corporacionvega.com.pe/nosotros2.html>>

5 “Historia de Corporación Vega”. Artículo en la web sobre la misión, visión e historia de la empresa. Lima. Consulta: 27 de setiembre de 2009. <<http://www.corporacionvega.com.pe/nosotros2.html>>

2.2. Análisis del entorno

2.2.1. Análisis del micro entorno

2.2.1.1. Análisis de las cinco fuerzas de Porter

La distribuidora en estudio desarrolla sus actividades dentro del sector comercio, específicamente en el rubro de consumo masivo. Para entender mejor el nivel de rivalidad existente en su entorno se utilizará la Figura 2.1 que muestra el análisis de las cinco fuerzas propuesto por Michael Porter en el año 1979.

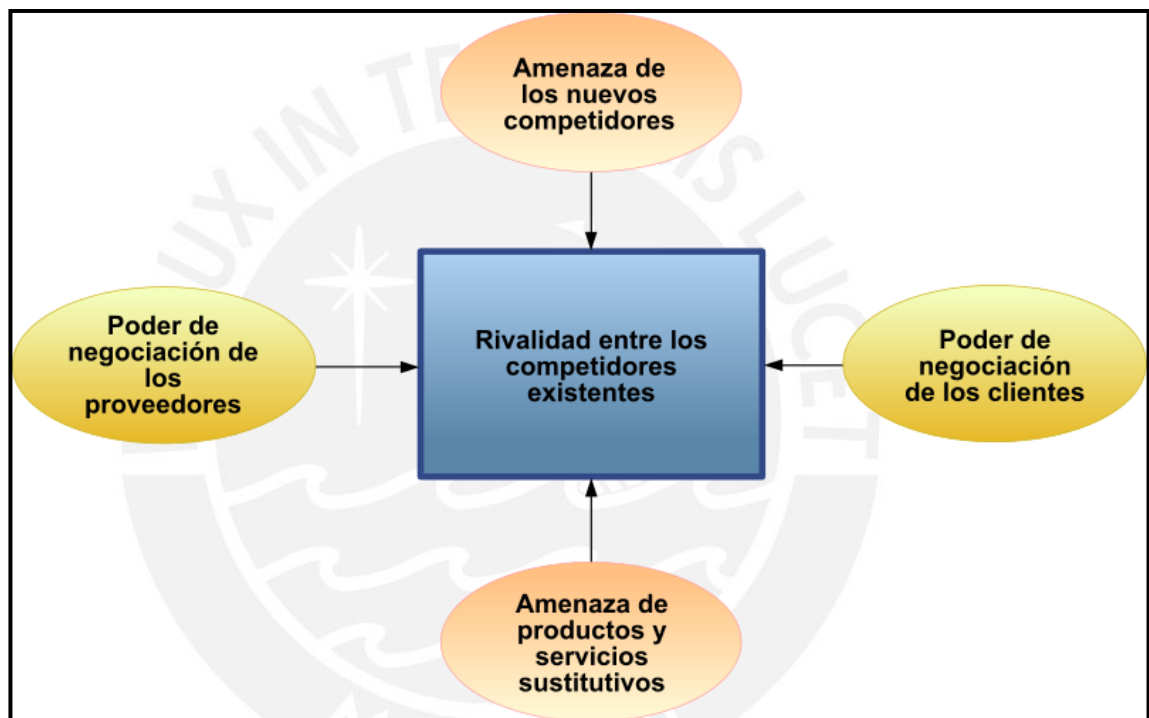


Figura 2.1 Diagrama de las cinco fuerzas de Porter
Fuente: Sinergia Creativa (2008)

- Poder de negociación de los proveedores

Como se mencionó anteriormente, la distribuidora tiene acuerdos de exclusividad de reparto con algunos de sus proveedores más importantes; del mismo modo, muchas distribuidoras dentro del sector presentan este mismo tipo de acuerdos. Por lo anterior, se concluye que los proveedores tienen un alto poder de negociación respecto a temas como el precio de compra, la cantidad a comprar e incluso la cuota mensual de la fuerza de ventas.

- Poder de negociación de los clientes

En cuanto a los clientes, se considera que ellos tienen un poder variable, dependiendo del tipo de cliente. En el caso de los clientes mayoristas, se considera que tienen un mayor poder de negociación en aspectos como el precio de venta; esto se debe principalmente al alto nivel de compra mensual. Por otro lado, clientes pequeños como bodegas o farmacias, a pesar de que no tienen un nivel de compra grande, representan un volumen significativo para la venta de la distribuidora; es por ello que tienen poder en cuanto a la cantidad de pedido. Estos clientes normalmente compran en cantidades pequeñas, sin embargo, esto es permitido por la distribuidora pues representan el mayor porcentaje de la venta.

- Amenaza de nuevos competidores

Se considera que la amenaza de entrada de nuevos competidores es media para el sector en específico pues no existen grandes barreras de entrada. Por ejemplo, no existen barreras tecnológicas o aspectos legales que impidan el ingreso de nuevas empresas. Sin embargo, un aspecto que sí podría representar un impedimento para la entrada de competidores sería el nivel de inversión en inventario, infraestructura y equipos que se necesita para poner en marcha este tipo de negocio.

- Amenaza de productos o servicios sustitutos

El tipo de productos que comercializa la distribuidora en estudio es del sector consumo masivo; por ello, existen muchos productos en el mercado que son similares y con precios igualmente competitivos. Esto genera un nivel de sustitución bastante alto por parte de los clientes intermedios y finales. Por todo ello, se considera que la amenaza de productos sustitutos es bastante alta en este sector.

- Rivalidad existente entre los competidores

Todas las fuerzas anteriormente descritas influyen en el nivel de rivalidad que existe dentro de los competidores del sector. Para el caso específico del sector comercio de productos de consumo masivo se considera que el nivel de rivalidad entre los competidores es ligeramente alto ya que si bien los convenios de exclusividad de reparto aseguran la venta de la empresa, el gran nivel de sustitución de los productos y el poder de cambio que tienen los clientes aumentan la rivalidad.

2.2.1.2. Proveedores

A continuación se presenta la Figura 2.2 en donde se observa la participación e importancia de los principales proveedores de la distribuidora con respecto a las compras realizadas en el periodo julio-diciembre del año 2011.

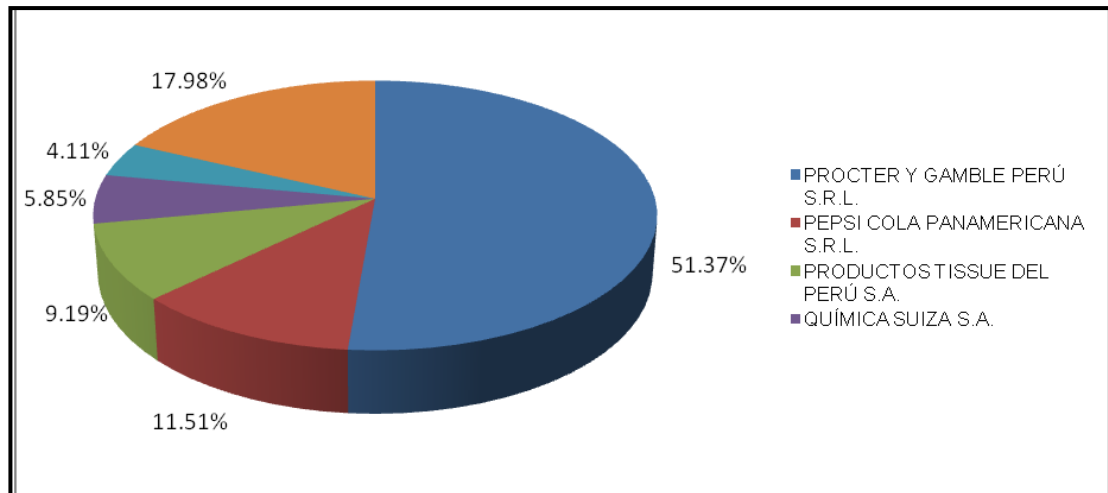


Figura 2.2 Compras: Participación de los proveedores
Fuente: Distribuidora

Se puede observar que el 80% de las compras realizadas en el periodo julio-diciembre del 2011 fueron a cinco proveedores. Cabe mencionar que con los tres primeros se tienen convenios de exclusividad de reparto en las zonas de Lima Centro y Callao.

2.2.1.3. Clientes

En la distribuidora en estudio, existe una clara diferenciación entre cada uno de sus clientes. Estos se encuentran clasificados de acuerdo al giro de cada uno de sus negocios. Los clientes, de acuerdo a esta clasificación, que actualmente presenta la distribuidora son:

- Ambulante / Kiosko
- Autoservicios
- Bodegas
- Boticas / Farmacias
- Ferreterías
- Galerías

- Librerías – Bazares
- Licorerías
- Mayoristas
- Panaderías / Pastelerías
- Personal
- Puesto de Mercados
- Restaurantes
- Otros

De los clientes antes mencionados, las bodegas (49%) y los puestos de mercado (37%) representan la gran mayoría de su cartera de clientes tal y como se muestra en la Figura 2.3.

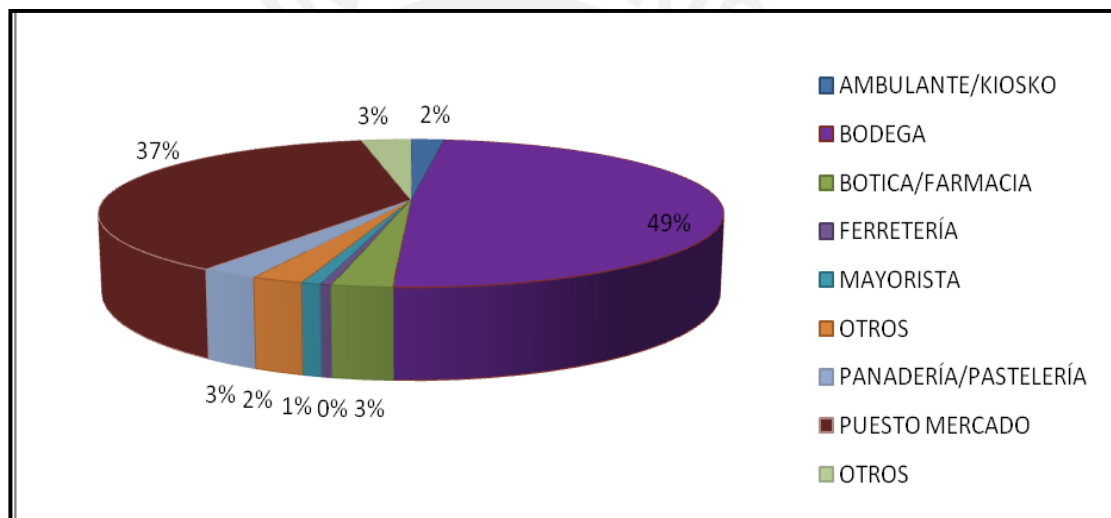


Figura 2.3 Proporción de clientes por tipo de negocio
Fuente: Distribuidora

Se debe resaltar la importancia de las bodegas para la empresa. A la vez que representan el mayor número de clientes de la distribuidora también tienen una importante participación en las ventas, abarcando el 42% del importe de ventas totales. Otro cliente importante para la empresa son los mayoristas los cuales, a pesar de que representen solo el 1% del total de clientes, con respecto al importe de ventas representan un importante 37% como se observa en la Figura 2.4:

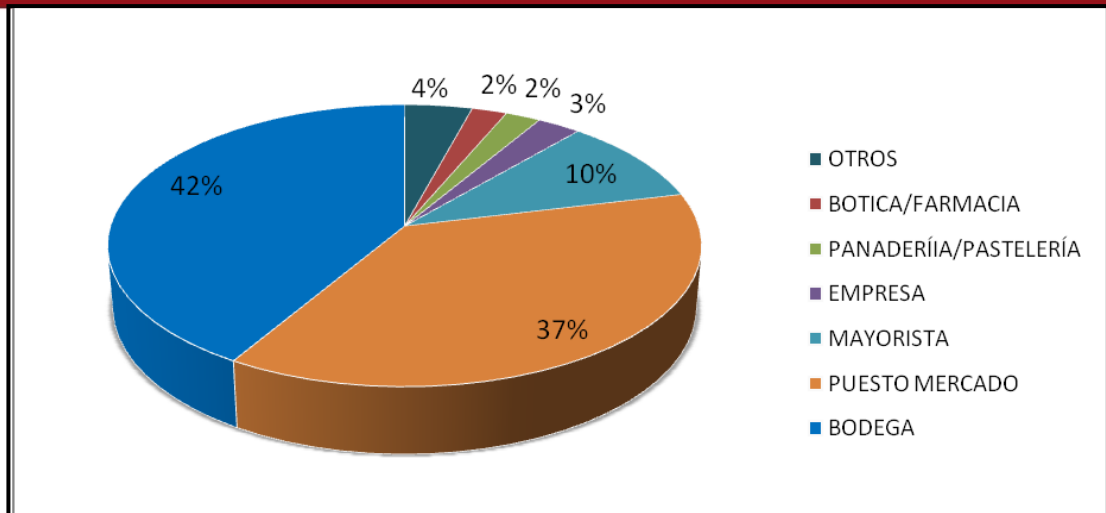


Figura 2.4 Ventas: Participación de clientes
Fuente: Distribuidora

A continuación se presenta la Figura 2.5, la cual permitirá conocer el valor promedio de un pedido de venta según el giro del negocio. Como se puede observar, el cliente mayorista, en promedio, adquiere un mayor valor en productos en comparación con los otros tipos de clientes. Estas estadísticas ayudan a la distribuidora a determinar la manera en que enfoca sus estrategias de ventas conforme al tipo de cliente.

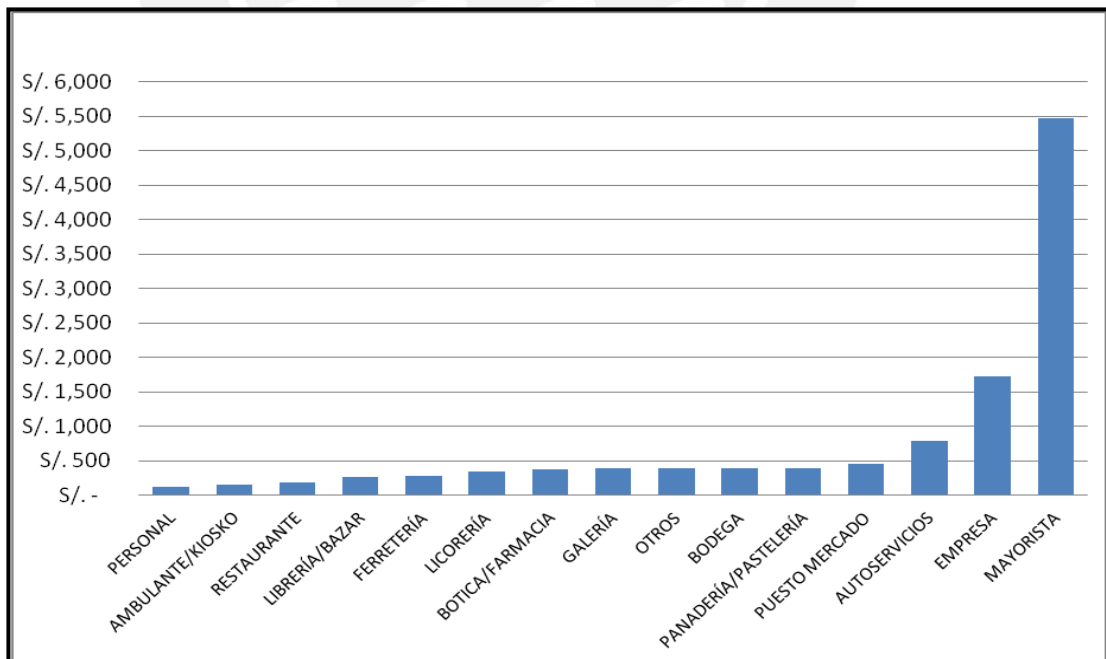


Figura 2.5 Promedio de pedido de venta en soles por tipo de cliente
Fuente: Distribuidora

2.3. Distribución física del almacén

El área donde se concentra la mayor parte de las actividades de la distribuidora es el almacén, el cual tiene 1,116 m² de área. En dicho lugar, se realiza la recepción de los productos, el almacenamiento propiamente dicho y finalmente el despacho hacia las unidades de transporte.

Para tener una perspectiva más exacta de la situación actual de la distribución del almacén es necesario abordar varios aspectos relevantes. Para ello, se utilizarán los factores citados por Richard Muther (1977) en su metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución de Planta.

2.3.1. Factor edificio

El edificio que alberga el almacén tiene ocho años de antigüedad, al igual que la distribuidora; por lo que se puede decir que es relativamente nuevo. De igual manera, las instalaciones eléctricas, puertas enrollables, anaqueles, entre otros equipos tienen la misma antigüedad.

El nivel de ventilación dentro del almacén es el adecuado, esto se debe principalmente a la altura del techo y a algunas puertas de despacho que se encuentran abiertas permanentemente. Este aspecto es positivo ya que un nivel de ventilación y temperatura adecuadas permiten una mejor conservación de los productos. En cuanto al nivel de iluminación durante el día y la noche, se considera que son adecuados ya que permite una buena visibilidad de los productos y sus características. Lo mismo ocurre en las zonas de recepción y embarque, las cuales cuentan con iluminación adecuada para la contabilización de los productos y su acomodo en las unidades de transporte.

2.3.2. Factor material

Los materiales que se encuentran dentro de la distribuidora son en su totalidad productos terminados, los cuales están almacenados a la espera de la demanda de los clientes. Se observa una gran variedad de productos debido a que el rubro de la empresa es la distribución de productos de consumo masivo. Por ello, para poder tener una visión general de lo que comercializan se muestra en la Figura 2.6 un diagrama P-Q por líneas de productos (líneas – cantidad de compra promedio mensual).

Cabe aclarar que solo se muestran los productos que representan el 80% de las compras de la distribuidora por considerarlos los más representativos (ver Anexo 1)

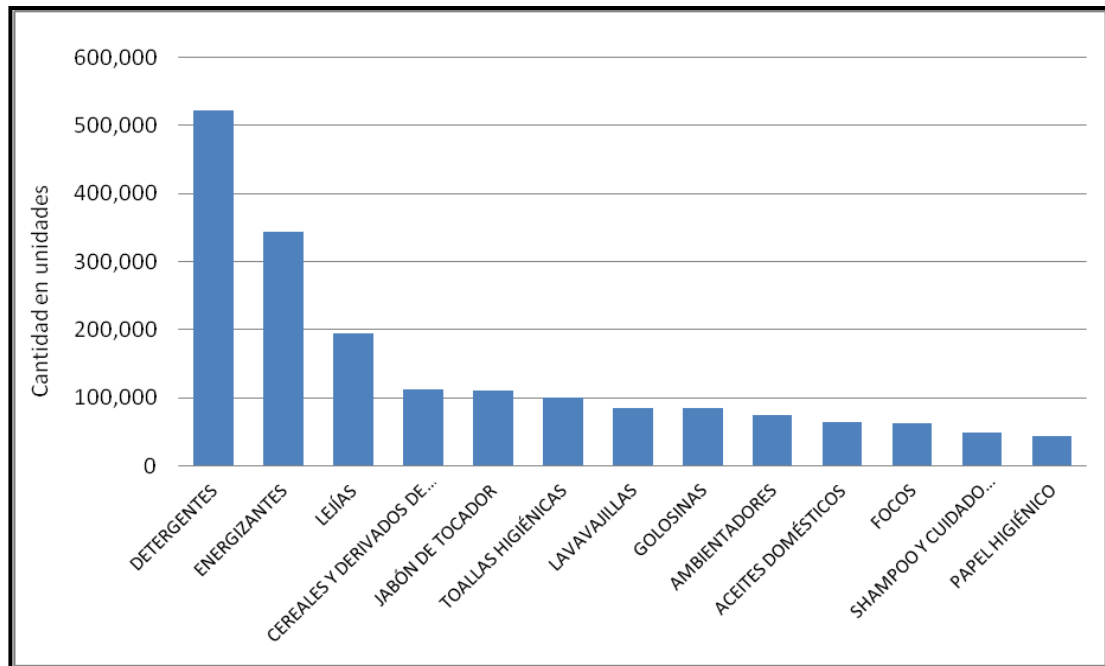


Figura 2.6 Diagrama P-Q por líneas de productos
Fuente: Distribuidora

Se puede observar en la Figura 2.6 que la predominancia en el almacén la tienen la línea de detergentes y la de bebidas energizantes. Esto va directamente relacionado con el *layout* de la distribución interna en el almacén en donde se observa una mayor área asignada a los proveedores Procter & Gamble y Pepsico.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la gran variedad de líneas de productos presentes en el almacén; así por ejemplo, se tienen detergentes, bebidas, fideos, papel higiénico, etc.

2.3.3. Factor hombre

Dentro del área del almacén actualmente trabajan 64 personas (trabajo operativo), repartidas en tres turnos de trabajo diario. Cada uno de dichos turnos tiene asignados tareas específicas a desarrollar durante la jornada. La cantidad de trabajadores por turno, los horarios y las tareas asignadas se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Trabajadores y asignación de tareas por turno de trabajo

Turno	Horario	Cantidad de trabajadores	Actividades asignadas
1	7:00 am - 2:00 pm	10	Terminar la carga de las unidades de transporte con pedidos
			Recepción y verificación de pedidos de proveedores
			Revisión de inventarios a anaqueles asignados
2	2:00 pm - 10:00 pm	38	Revisión de inventarios a anaqueles asignados
			<i>Picking</i> de productos según consolidado de ventas
3	10:00 pm - 7:00 am	16	<i>Picking</i> de productos adicionales al primer consolidado de ventas
			Carga de unidades de transporte según consolidado de pedidos

Fuente: Distribuidora

Para realizar las tareas de *picking* y revisión de inventarios diarios los trabajadores son asignados a cierto número de anaqueles o líneas de productos. En el caso del trabajo de *picking* la asignación línea de productos – operarios es permanente; en cambio, el trabajo de revisión de inventarios la asignación es rotativa por motivos de seguridad y auditoría rotativa.

En cuanto a la seguridad de los trabajadores durante el desarrollo de sus actividades, se observan varias deficiencias puesto que los operarios encargados de subir hacia los anaqueles más altos no lo hacen con los implementos de seguridad, tales como, arnés o cuerdas de seguridad sino subiendo por escaleras o trepando anaqueles. Ello constituye un gran peligro para su trabajo y podría generar algún accidente si este aspecto no es tratado adecuadamente.

2.3.4. Factor movimiento

El aspecto de movimiento dentro del almacén es quizá uno de los más críticos para el trabajo de acomodo físico de los productos y *picking* para el despacho de los mismos. Por ello es muy importante contar con los equipos de manejo de materiales que faciliten las tareas de transporte interno en el almacén y con espacio físico (pasillos y pasadizos) que permitan que estas tareas sean realizadas con fluidez. Actualmente la distribuidora cuenta con cinco transpaletas manuales las cuales tienen una capacidad de carga de 2,000 kg. Dichos equipos, a diferencia de los montacargas, son manejados manualmente; es decir, son empujados por los operarios del lugar de origen al de destino. Cuentan con un montacargas el cual es

utilizado especialmente en el rack acumulativo, y también tienen quince carretas, las cuales les permiten trasladar cargas de menor peso y volumen. Otro equipo de apoyo utilizado para los procesos de movimiento de material son las escaleras móviles. Estos equipos permiten que los operarios puedan bajar los productos desde los anaqueles más altos del almacén hasta los pallets en donde finalmente serán llevados a la zona de despacho.

Otro aspecto importante es que muchas veces tanto en el acomodo como en el *picking* de productos, los operarios no emplean ningún equipo para su traslado sino que hacen pilas de productos y los trasladan manualmente. Esto podría causar algunos daños en los productos imposibilitándolos, incluso, para la venta.

En cuanto al espacio necesario para el movimiento fluido de los materiales, se observa que con frecuencia no es suficiente. A pesar de que los pasillos y pasadizos se encuentran definidos correctamente dentro del almacén, muchas veces la falta de espacio en los anaqueles hace que los productos sean puestos sobre pallets en medio de las zonas de movimiento. Ello ocasiona que tareas como el *picking* y el traslado hacia la zona de embarque sea difícil o que se tenga que mover poco a poco los productos que se encuentran en el camino para llevarlos hacia su destino final. Todo ello finalmente origina retrasos en las tareas dentro del almacén.

2.3.5. Factor espera

Como ya se mencionó, el área de almacenamiento de productos tiene 1,116 m² y cuenta con cinco puertas de recepción y descarga de mercadería, de las cuales en la actualidad por motivos de seguridad solo se usan tres. En el interior se puede observar un total de 16 anaqueles en donde se almacenan los productos, además de contar con ocho pasillos y un pasadizo principal.

La distribución interna observada sigue criterios principalmente de asignación por proveedor. Es decir, la asignación producto – anaquel depende principalmente del proveedor del producto. No se ha realizado un estudio de tiempos y movimientos que justifique dicha disposición, la que se basa únicamente en el conocimiento empírico adquirido durante años de trabajo. A continuación, se presenta el *layout* en donde se puede observar de manera general cuál es la actual distribución de los productos según la asignación realizada por proveedor.

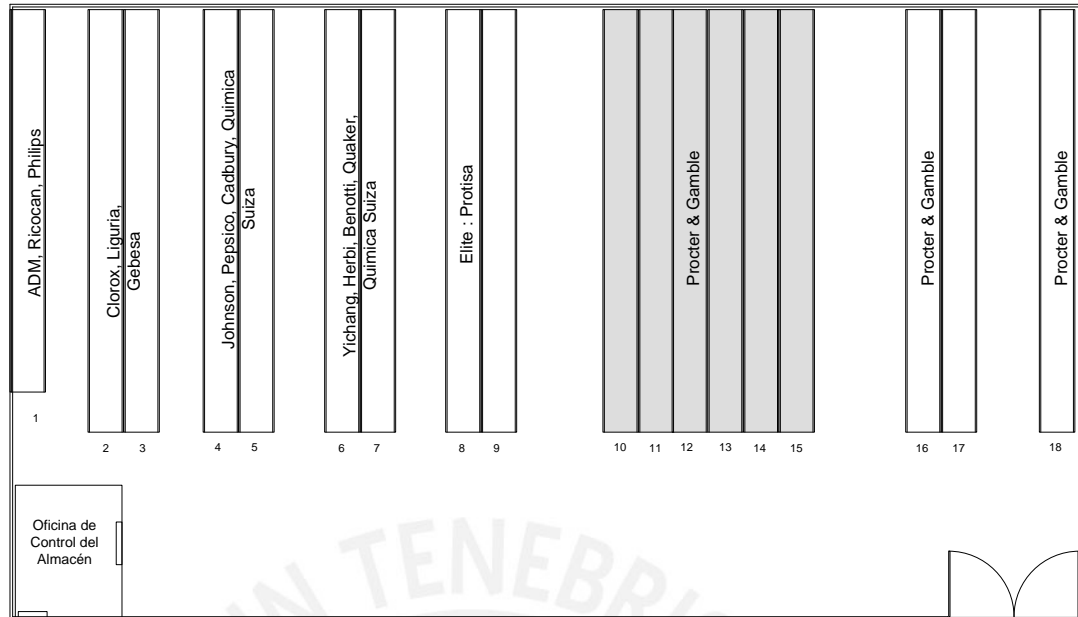


Figura 2.7 *Layout* de la distribución interna del almacén
Fuente: Distribuidora

Se puede observar en la Figura 2.7 que el proveedor de mayor predominancia, por el número de anaqueles que ocupa, es Procter & Gamble. Se observa en el *layout* un anaquel de color gris el cual representa el único anaquel acumulativo implementado recientemente por la distribuidora; en este espacio se almacenan los productos de mayor rotación de P&G como son los de la línea de detergentes. El detalle de las dimensiones, anaqueles y zonas del almacén puede observarse en el Anexo 2.

La disposición interna por líneas de producto origina un incremento en los costos logísticos, llámese distancia recorrida y tiempo invertido en el traslado de los materiales e implican un costo monetario para la empresa. Para reflejar la realidad actual en términos de costos logísticos (distancia recorrida) se presenta la Tabla 2.2 en donde se observa la distancia promedio recorrida por cada línea de productos durante un mes.

Para el cálculo de la distancia se obtuvo como punto de inicio el centro de gravedad de los anaqueles ocupados por una línea de producto y como punto final la puerta de despacho del almacén; de este modo se obtuvo una distancia aproximada.

Tabla 2.2 Situación actual de costos logísticos en el almacén

Líneas de productos	Distancia (m)	Volumen promedio (<i>pallet</i> /mes)	Costo logístico (m/mes)
Energizantes	31.77	806	25,606.62
Papel toalla	22.56	783	17,664.48
Papel higiénico	22.56	585	13,197.60
Servilletas	22.56	43	970.08
Lejías	36.99	88	3,255.12
Bebidas	18.97	418	7,929.46
Detergentes	16.61	471	7,823.31
TOTAL			76,446.67

Fuente: Distribuidora

Por otro lado, bajo la premisa de tener la carga paletizada; se calculó la cantidad de paletas mensuales que se vende de cada línea. Con ambos ratios, se obtuvo una aproximación matemática de la distancia promedio mensual recorrida para trasladar dichos productos tanto para el acomodo como para el *picking*.

El objetivo del estudio es también mejorar el costo logístico o la distancia recorrida con la propuesta de una nueva distribución de las líneas de productos en el almacén.

2.4. Proceso de recepción de productos

El proceso de acomodo físico se inicia con la llegada de los vehículos (del proveedor) a la sede de la distribuidora, que tiene un horario de recepción hasta la 1p.m. Para ello, existe una comunicación previa por parte del proveedor vía telefónica para obtener una cita de entrega del producto y donde se proporciona información sobre la carga. Es importante realizar la comunicación previa, ya que en esta se brinda una idea a la distribuidora de cómo realizar la asignación de estos productos en el almacén mediante la identificación de los mismos.

Los vehículos llegan y se estacionan en el patio de maniobras de acuerdo a la puerta por la cual se recibe el producto, o en su defecto, en el espacio físico que se encuentre libre. Junto con la mercadería, vienen operarios de la empresa proveedora y son ellos quienes finalmente descargan los productos en la zona de

carga/descarga. La descarga de los productos se realiza en cargas unitarias, tal y como se acomodarán dentro del almacén.

Todo el material descargado, se organiza para su conteo e inspección final. Este proceso es realizado por los operarios de la distribuidora y por los operarios del proveedor, quienes comienzan a verificar que la cantidad descargada coincida con la cantidad solicitada, que el producto se encuentre en buen estado, y verifican que la fecha de vencimiento del producto esté dentro de los parámetros establecidos. Se dispone del material dañado y/o que no cumple con ninguna de las condiciones descritas anteriormente. Esta mercadería es registrada y contabilizada para su posterior devolución.

Finalmente, la mercadería que pase la inspección, es acomodada en los anaqueles. Como se explicó anteriormente, los estantes están organizados por proveedor y tipo de producto, por lo que el acomodo resulta más sencillo.

2.5. Procesos de *picking* y despacho de productos

La actividad de *picking* de productos empieza en horas de la tarde para realizar el despacho de dicha mercadería al día siguiente temprano por la mañana. De acuerdo a lo explicado en el factor hombre, los trabajadores del turno tarde y noche son los encargados del *picking* y finalmente del despacho de productos.

Los trabajadores del almacén están agrupados de tal forma que cada grupo esté asignado a determinados anaqueles. Es decir, cada operario tiene a su cargo el *picking* de los productos del anaquel asignado y se le facilita el trabajo imprimiendo el consolidado con el total de productos que debe retirar. El consolidado contiene información del producto (describiendo exactamente al producto en cuanto a marca y peso o presentación) y cantidades (en cajas, planchas, *displays* y unidades).

Los grupos de operarios de cada anaquel trabajan en forma conjunta. En el caso de productos que no son frágiles y que no requieren de algún tipo de cuidado, el trabajo es como sigue: uno de ellos se encarga de retirar los productos del estante, en muchos de los casos se observó que dicho retiro se realiza de manera desordenada ya que los productos son tirados desde las estancias de mayor altura

hacia el pasadizo, interrumpiendo el paso de los demás operarios. Los otros operarios se encargan de acomodar en pilas los productos retirados por su compañero, de esa forma cargan toda esa pila de productos y lo llevan a la zona de carga/descarga. El traslado de los productos de los anaqueles hacia la zona de carga/descarga lo realizan en forma manual (por ellos mismos) y/o utilizando equipos de traslado como carretas y transpaletas.

Uno de los problemas que se pudo detectar para el punto anterior es que en muchas ocasiones los operarios no calculaban de manera adecuada la cantidad de productos que armaban por pila. Por ejemplo, en el caso del papel higiénico (el cual es uno de los productos con mayor rotación), colocaban más de quince planchas por vez y muchas veces estas se caían al piso ya que representan un gran peso para el operario. Todo lo anterior, ocasiona retrasos e incluso reproceso en el picking de productos.

En el caso de los productos frágiles como las botellas de vidrio de bebidas rehidratantes, son acomodadas en pallets por tipo (sabores) entre dos operarios teniendo un mayor cuidado en el manipuleo. Posteriormente, estos productos son trasladados a la zona de carga/descarga por medio de transpaletas.

Los proveedores ofrecen ciertas promociones que van junto con sus productos, es decir, por la compra de un determinado número de productos se le otorga al cliente unidades adicionales del mismo producto u otro. Estas unidades adicionales, o bonificaciones como son llamadas en la distribuidora, son registradas en otro consolidado distinto al inicial. Estos productos son retirados de los anaqueles al final, cuando los otros productos ya fueron retirados.

Los operarios del turno noche también se encargan del *picking* de productos que faltaron retirar durante la tarde, y las bonificaciones. En muchas ocasiones, surgen pedidos a última hora por lo que el consolidado debe ser actualizado y se debe retirar de los anaqueles las unidades faltantes. Se tiene a su vez un tercer consolidado en el que están registrados el total de productos de todos los clientes asignados a una determinada ruta (camión).

Los operarios realizan una verificación de las cantidades antes de ingresarlas al camión. El acomodo dentro del camión es por tipo de producto, y por la facilidad que tenga este al momento de ser retirado. Los operarios encargados de la actividad de despacho tienen la responsabilidad de que las cantidades enviadas

estén conforme a lo solicitado por el cliente, por lo que la contabilidad de los productos es uno de los procedimientos más importantes y uno en los que se invierte el mayor tiempo.

2.6. Diseño actual de rutas de transporte

La distribución de productos hacia los clientes constituye un proceso crítico dentro de la distribuidora, pues la entrega a tiempo y satisfacción de los clientes dependen en gran medida de la eficacia de este proceso. Por ello, es de gran importancia mejorar los procesos de diseño de rutas y entrega de pedidos.

- Tercerización del servicio de transporte

En el caso de la distribuidora en estudio, el servicio de transporte es tercerizado a una empresa especializada del grupo empresarial al cual pertenecen. Ello debería significar un servicio de alta calidad debido a la especialización en el rubro; sin embargo, éste solo se limita al suministro de vehículos para el reparto. Por lo que, la distribuidora debe preocuparse por la administración de los transportistas y el diseño de las rutas de transporte.

El servicio de alquiler de vehículos es pagado de forma diaria y cotizado por camión. Es decir, el factor tiempo de uso de los vehículos no es relevante para establecer la tarifa del servicio, sino solo el número de camiones utilizados por día. En la actualidad se emplea diariamente 25 camiones, 20 para el reparto en zonas de transporte establecidas, 3 para abastecer a los mercados y 2 para atender pedidos mayoristas o de grandes clientes.

- Transportistas asignados a los vehículos de transporte

En cuanto al personal transportista, se ha asignado dentro de cada camión a un chofer y un encargado de reparto y cobranzas. Sin embargo, existe una alta rotación de personal debido al fuerte trabajo realizado diariamente, por la disconformidad con las condiciones establecidas: salarios, horario, horas extras, doble ruteo en un día, entre otros se cuenta con poco personal para la distribución. Ello genera un grave problema, pues origina no solo retrasos en el inicio del proceso de distribución, sino que incrementa los costos para la distribuidora debido

principalmente a la curva de aprendizaje que deben asumir por la incorporación de cada personal nuevo.

- Zonas de transporte

En la actualidad, la distribuidora abastece a más de mil clientes en Lima Centro y el Callao lo que significa una extensa área por abastecer. Por ello, para gestionar de mejor manera el reparto y mejorar el servicio a sus clientes, se ha establecido de forma empírica zonas de venta en las cuales se agrupa a los clientes que tienen ubicaciones cercanas. Por otra parte, las zonas de transporte se originan como una consecuencia de la visita de la fuerza de ventas a las zonas de venta antes mencionadas.

Es importante recalcar que existen cuatro principales fuerzas de venta, las cuales se encargan de vender los productos tanto de proveedores exclusivos como de los otros. Las fuerzas de ventas A y C se encargan exclusivamente de la distribución de Procter & Gamble y de Pepsico, en cambio en las fuerzas de ventas B y D se agrupan los productos de los otros proveedores, como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Tipos de fuerza de ventas por proveedor

Tipo de fuerza		Proveedor
Exclusiva	A	P&G
Mixta	B	P&G, CLOROX, otros
Exclusiva	C	PEPSICO
Mixta	D	MOLITALIA, otros

Fuente: Distribuidora

Como ya se mencionó, las zonas de transporte son consecuencia de la visita y toma de pedidos de las distintas fuerzas de venta es decir de la preventa (un día antes). La tabla 2.4, muestra a detalle el cronograma de visitas diseñada por la distribuidora.

- Diseño de rutas de transporte

El diseño de las rutas de transporte es empírico y se basa en el criterio desarrollado por el chofer de cada unidad de transporte y el conocimiento de cada una de las zonas. Antes de empezar su recorrido, el chofer recoge las boletas y facturas de los pedidos que han sido cargados a su camión, las revisa y empieza a definir la ruta que considera más adecuada para el día. Es por ello que la programación de las rutas de transporte depende de la experiencia adquirida por los choferes, por

ello, la actividad que se vuelve crítica en gran manera cuando ingresa un nuevo chofer al servicio.

Tabla 2.4. Días de visitas de la fuerza de ventas

Día	Fuerza A Y C	Fuerza B Y D
Lunes	Lima Centro histórico	Lima Centro histórico
Martes	La Perla	Magdalena
Miércoles	Breña, Cercado, Carmen de la Legua	Lima Centro histórico
Jueves	Lince, San Isidro, Miraflores	Callao
Viernes	Magdalena	La Perla
Sábado	Callao	Breña, Cercado, Carmen de la Legua

Fuente: Distribuidora

2.7. Proceso de entrega de productos

El proceso de entrega de productos a los clientes es el proceso con el que culmina el trabajo de la distribuidora; en este se realiza el reparto de productos solicitados y el cobro del dinero por los productos facturados (la distribuidora trabaja sus pedidos al contado en la mayoría de casos).

Se observó durante el recorrido de algunos de los vehículos de reparto que los transportistas no realizan paradas en cada uno de sus clientes, sino que realizan paradas en puntos pre establecidos a partir de los cuales se realizan las entregas a varios clientes que están cercanos entre sí. Para poder modelar esta característica del proceso, se optó por establecer agrupaciones o clústeres conformados por 1, 2, 3, 4 o 5 clientes. En las zonas de estudio, se observó la distribución de clientes conforme se muestra en la Tabla 2.5.

Se debe mencionar que existen clientes con restricciones respecto al horario de recepción de sus pedidos. Es decir, solo reciben los pedidos de la distribuidora en un horario determinado; sin embargo, esta restricción no será tomada en cuenta dado que solo representa el 2.94% de los clientes.

Tabla 2.5. Frecuencia de clústeres en las zonas de estudio

# clientes / clústeres	Frecuencia de clústeres	
1	69	67.65%
2	22	21.57%
3	7	6.86%
4	2	1.96%
5	2	1.96%
TOTAL	102	100.00%

Fuente: Distribuidora

El proceso previo a la entrega en sí misma, es el armado de cada uno de los pedidos en el camión de distribución. Como ya se mencionó, la carga es realizada por estibadores durante las noches y se realiza sobre la totalidad del camión. Es decir, se carga en forma consolidada todos los productos que se llevan en un camión, no hay separación de carga por pedido-cliente. Este modo de trabajar genera que en el momento en el que se llega a la ubicación del cliente, el “armador” debe realizar un segundo *picking* en donde juntará finalmente todos los productos que conforman el pedido a entregar.

Luego, el personal de reparto se encarga de trasladar el pedido hacia el cliente. Aquí cabe resaltar que al momento de la llegada del repartidor, muchas veces el cliente no lo atiende de inmediato para la revisión de los productos; sino que prioriza la atención de sus propios clientes para luego atender la recepción del pedido. Esta forma de trabajo origina que el tiempo de reparto aumente, pues el repartidor debe esperar para ser atendido por el cliente.

Una vez iniciada la recepción, el cliente y el repartidor se encargan de contabilizar y revisar el estado de los productos. Si el cliente no está conforme con el estado de alguno de ellos o no tiene dinero para el pago del pedido completo, se producen las entregas parciales, caso contrario, si está conforme con los productos se realiza una entrega total.

Finalmente, el repartidor (personal que muchas veces también cubre las funciones de liquidador de facturas) realiza el cobro de la factura. Dicho cobro está sujeto a la condición de pago de los clientes, los que en su mayoría son al contado. Otro factor que influye son las entregas totales o parciales, ya que en el segundo caso también se realiza un cobro parcial.

Se pudo observar algunos problemas en el proceso de entrega, por ejemplo, algunas veces al llegar a un cliente este no tiene el efectivo necesario para el pago del pedido lo que genera que el camión de distribución tenga que volver al punto al final de su recorrido.

Otro problema observado, el cual también fue mencionado en el capítulo anterior, es la alta rotación de personal; razón por la cual no se cuenta con el número de personas adecuado para el proceso de entrega. En lugar de contar con dos repartidores tal y como la distribuidora lo estableció en un principio, algunos camiones salen actualmente solo con un repartidor, lo cual retrasa el proceso y ocasiona que los camiones regresen más tarde de lo previsto.

El flujo para el proceso de venta se puede observar de forma gráfica en el Anexo 3.



CAPITULO 3. DEFINICIÓN DEL PLAN DE MEJORA

Luego de haber planteado y analizado la situación actual de la empresa con base en base a los conceptos teóricos expuestos se presentan propuestas de mejora para los problemas críticos identificados.

3.1. Propuesta de mejora en la distribución del almacén

El presente capítulo tiene como objetivo proponer solución a uno de los problemas más comunes dentro de un almacén: la ubicación apropiada de las líneas de productos. Como se dijo en el segundo capítulo, la distribuidora cuenta actualmente con un anaquel acumulativo el cual almacena la línea de detergentes y otras líneas de de su principal proveedor. Esta implementación le ha permitido a la distribuidora aprovechar mejor el espacio cúbico, agilizar el proceso de acomodo de productos, *picking* y despacho de los mismos.

A partir de los beneficios obtenidos, se considera que este tipo de almacenaje debería ser replicado para las otras líneas de productos cuya carga y rotación sean representativas y que pueda ser paletizada. Como se observa en la Tabla 3.1 son pocas las líneas paletizadas y con alta rotación; es por ello, que se propone la implementación de un anaquel acumulativo adicional. En base a esta premisa, se propone determinar qué líneas deberían asignarse a ambos anaqueles acumulativos y cuál debería ser su mejor ubicación para aumentar los beneficios en los procesos ya mencionados.

3.1.1. Asignación línea de productos – zona del anaquel

Para la asignación línea de productos – zona del anaquel se plantea el uso de un algoritmo de asignación; tal es el caso del método húngaro el cual modela un problema de asignación como una matriz de costes $n \times n$, donde cada elemento representa el coste de asignar el n ésimo trabajador al n ésimo trabajo. Por defecto, el algoritmo realiza la minimización de los elementos de la matriz; por ello, para minimizar los costes, es necesario aplicar la eliminación de Gauss-

Jordan⁶ hasta llegar a cero por cada fila y columna. Es en este momento, en el que se obtiene la asignación óptima de cada elemento de la matriz.

En este caso particular, se ha optado por definir una función de costos que tenga en cuenta dos factores clave dentro de un almacén: la distancia recorrida y la rotación de la línea de productos.

Así, la función de costos puede ser representada de la siguiente manera:

$$C(a, x) = \frac{d_a(x, x_0)}{r(a)}$$

Donde:

$C(a, x)$: costo logístico de asociar la línea de productos a con la zona x del almacén.

$d_a(x, x_0)$: distancia que recorrería la línea de productos a desde el centro de gravedad de la zona x del almacén hasta el punto de expedición del almacén x_0 .

$r(a)$: rotación de la línea a .

Al utilizar la función de costos mostrada, se minimizará la distancia recorrida por una línea priorizando las líneas que tengan una mayor rotación; es decir, las que presentan un mayor movimiento en el almacén dadas sus ventas. A continuación se detallan el factor rotación y la aplicación del algoritmo.

3.1.1.1. Determinación de la rotación de las líneas de productos

Luego del análisis de datos históricos se determinó que era necesario considerar dos factores adicionales a la venta y el inventario promedio anual para el cálculo de la rotación de inventarios⁷. Estos factores son: el porcentaje de participación en ventas de la línea y la paletización de los productos.

El porcentaje de participación de ventas permitirá priorizar las líneas de productos que sean más relevantes para la distribuidora. Por otro lado, teniendo en cuenta que los anaqueles a utilizar son acumulativos y por ende, toda la carga a almacenar debe ser paletizada, se debería utilizar un factor que penalice las líneas no paletizadas para no priorizarlas en la selección de líneas a asignar. En el caso que

⁶ Gauss Jordan: método por el cual se resuelve un sistema de ecuaciones mediante la reducción del mismo a otro equivalente, en el que cada ecuación tiene una incógnita menos que la anterior.

⁷ Rotación de inventarios: el cociente de las ventas en un periodo determinado entre el valor del inventario promedio en el mismo periodo.

la línea estuviese paletizada, se le ha asignado el valor de 1, y en el caso de no estarlo el factor es de 0.5.

Ejemplo: Línea de energizantes

$$R(a) = \frac{V_a}{I_a} \times P_a \times Fp_a$$

Donde:

$R(a)$: rotación de la línea a afectada por la participación en ventas y factor de paletización.

V_a : ventas anuales de la línea a .

I_a : inventario promedio anual de la línea a .

P_a : % de participación en ventas de la línea a .

Fp_a : factor de paletización de la línea a .

$$R(\text{energizantes}) = \frac{4537615}{63316} \times 18.5\% \times 1 = 84.39 \text{ soles/unidad}$$

Con base en el acumulado de ventas anuales, el inventario promedio de ese periodo, la participación en ventas y el factor de paletización, se obtuvo las rotaciones que se ilustran en la Tabla 3.1.

Se puede observar en la Tabla 3.1 que las primeras siete líneas de productos son paletizadas, por lo tanto, deberían ser asignadas a los anaqueles acumulativos. Por otro lado, a pesar que la línea de pañales es paletizada el factor de rotación es bastante bajo lo que lleva a descartarla de la asignación a uno de los anaqueles antes mencionado.

Tabla 3.1 Rotación de las principales líneas de productos

Línea	Proveedor	Rotación (\$/ unidad)
Energizantes (p) ⁸	Pepsi Cola Panamericana S.R.L	84.39
Papel toalla (p)	Productos Tissue del Perú S.A	50.76
Papel higiénico (p)	Productos Tissue del Perú S.A	46.89
Lejías (p)	Clorox del Perú S.A.	24.51
Detergentes (p)	Procter y Gamble Perú S.R.L	12.65
Servilletas (p)	Productos Tissue del Perú S.A	11.95
Bebidas (p)	Pepsi Cola Panamericana S.R.L	10.31
Ceras	Clorox del Perú S.A.	10.11
Ambientadores	Clorox del Perú S.A.	9.45
Toallas higiénicas	Procter y Gamble Perú S.R.L	7.75
Pilas	Procter y Gamble Perú S.R.L	7.25
Desinfectantes	Clorox del Perú S.A.	6.76
Lavavajillas	Procter y Gamble Perú S.R.L	6.26
Dentífricos y enjuagues bucales	Procter y Gamble Perú S.R.L	5.95
Faciales	Productos Tissue del Perú S.A	5.60
Pañales	Procter y Gamble Perú S.R.L	5.53
Medicinas	Procter y Gamble Perú S.R.L	5.52
Lociones y perfumes	Procter y Gamble Perú S.R.L	5.39
Shampoo y cuidado del cabello	Procter y Gamble Perú S.R.L	5.00
Máquinas y espumas de afeitar	Procter y Gamble Perú S.R.L	4.56
Cepillos	Procter y Gamble Perú S.R.L	4.15
Enseres de limpieza	Procter y Gamble Perú S.R.L	4.04
Jabón de tocador	Procter y Gamble Perú S.R.L	3.89
Toallas higiénicas	Productos Tissue del Perú S.A	3.20
Pañales	Productos Tissue del Perú S.A	2.94
Desodorantes	Procter y Gamble Perú S.R.L	2.07

Fuente: Distribuidora

3.1.1.2. Aplicación del método húngaro para la asignación línea de productos – zona del anaquel

En la construcción de la matriz mostrada en la Tabla 3.2, se ha considerado una matriz estable de 7 x 7 en la que están las siete líneas de productos sujetas a paletización y con mayor rotación así como las zonas a las cuales serán asignadas.

⁸ (p): indica que la línea de productos es paletizada.

Para la solución del método no se están considerando factores como el stock de productos.

Tabla 3.2 Matriz 7 x 7 para la asignación de líneas a zonas de almacenamiento

Líneas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Energizantes							
Papel toalla							
Papel higiénico							
Servilletas							
Lejías							
Bebidas							
Detergentes							

Primero, se determinó la matriz inicial, calculando los factores a minimizar. Para ello, se tuvo en consideración la función de costos logísticos presentada en el subcapítulo anterior, la que determina el costo de asociar la línea a con la zona x del almacén. De esta manera, se tiene que por cada línea de productos y cada zona, se debe calcular el siguiente ratio:

$$C(a, x)^9 = \frac{d_a(x, x_0)}{r(a)}$$

El primer factor del ratio es la distancia $d_a(x, x_0)^{10}$, la que fue calculada teniendo en cuenta la distancia desde el centro de gravedad de la zona x hasta el punto de expedición del almacén x_0 , como lo muestra la Figura 3.1 para el caso de la zona 1. Del mismo modo, se realizó el cálculo para las seis zonas restantes como se observa en la Tabla 3.3. El segundo factor del ratio es la rotación presentado en la Tabla 3.1.

Tabla 3.3 Distancia desde la zona x hasta el punto de expedición x_0

Zona X	$d_a(x, x_0)$ (m)
Zona 1	19.12
Zona 2	21.68
Zona 3	25.28
Zona 4	29.54
Zona 5	17.74
Zona 6	12.06
Zona 7	6.41

Fuente: Distribuidora

⁹ $C(a, x)$: costo logístico de asociar la línea de productos a con la zona x del almacén.

¹⁰ $d_a(x, x_0)$: distancia que recorrería la línea de productos a desde el centro de gravedad de la zona x del almacén hasta el punto de expedición del almacén x_0 .

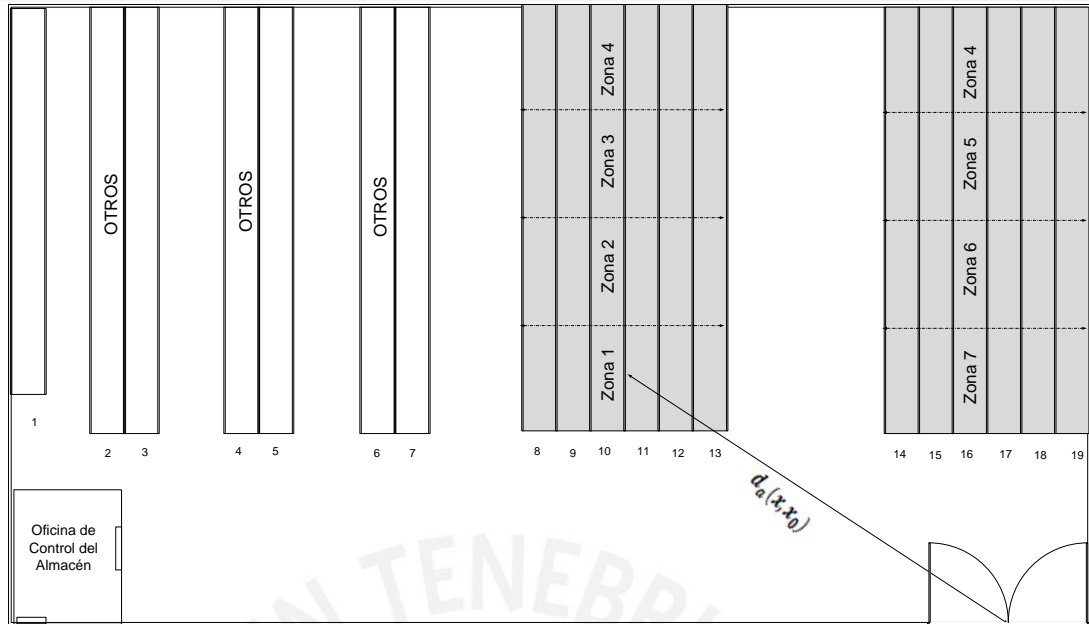


Figura 3.1 *Layout* propuesto para la distribución física del almacén
Fuente: Distribuidora

Por ejemplo, el costo logístico de asociar la línea de energizantes a la Zona 1, se calcula de la siguiente manera:

$$C(\text{energizantes, zona1}) = \frac{19.12}{84.39} = 0.227 \frac{m * unidad}{S/}$$

El costo logístico de asociar las líneas de productos a cada una de las zonas, se muestran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Matriz inicial para la aplicación del método húngaro

Líneas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Energizantes	0.227	0.257	0.300	0.350	0.210	0.143	0.076
Papel toalla	0.377	0.427	0.498	0.582	0.349	0.238	0.126
Papel higiénico	0.408	0.462	0.539	0.630	0.378	0.257	0.137
Servilletas	1.600	1.814	2.115	2.472	1.485	1.009	0.536
Lejías	0.780	0.885	1.031	1.205	0.724	0.492	0.262
Bebidas	1.855	2.103	2.452	2.865	1.721	1.170	0.622
Detergentes	1.511	1.714	1.998	2.335	1.402	0.953	0.507

Luego de seguir los pasos del método húngaro, se obtuvo la asignación óptima de líneas de producto a zonas minimizando la función de costos logísticos. El resultado de la asignación se muestra en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Matriz final para la aplicación del método húngaro

Líneas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Energizantes	0.053	0.028	0.000	0.000	0.092	0.474	0.854
Papel toalla	0.004	0.000	0.000	0.033	0.033	0.370	0.706
Papel higiénico	0.000	0.000	0.006	0.046	0.027	0.355	0.681
Servilletas	0.112	0.271	0.502	0.808	0.052	0.026	0.000
Lejías	0.000	0.050	0.126	0.249	0.000	0.217	0.433
Bebidas	0.179	0.373	0.651	1.014	0.102	0.000	0.115
Detergentes	0.053	0.201	0.414	0.701	0.000	0.000	0.216

De acuerdo con la matriz anterior, se construye la Figura 3.2 en la que se observa la asignación línea de producto - zona del almacén.

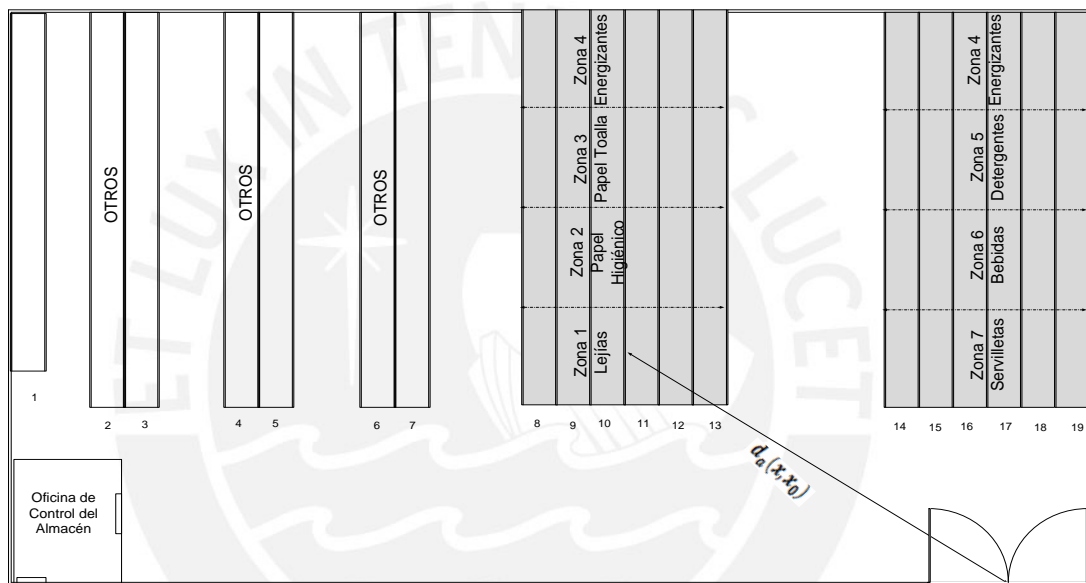


Figura 3.2 Propuesta del layout del almacén con asignación de líneas

Fuente: Distribuidora

Para la evaluación de la factibilidad de la mejora se plantea una evaluación de costos logísticos determinado por la distancia en metros recorridas en la venta mensual de cada una de las líneas. De esta manera, el costo a evaluar es el promedio de las ventas multiplicado por la distancia a recorrer desde el centro de gravedad de la estancia hasta la puerta de expedición. Cabe señalar que las ventas están representadas en volumen paletizado, por lo que la unidad a comparar es de *pallets* promedio x metros. Los resultados son mostrados en las Tablas 3.6 y 3.7.

Tabla 3.6 Costo logístico para la asignación actual línea - anaquel

Líneas	Distancia (m/pallet)	Venta promedio (pallet/mes)	Costo logístico (m/mes)
Energizantes	31.77	806	25,606.62
Papel toalla	22.56	783	17,664.48
Papel higiénico	22.56	585	13,197.60
Servilletas	22.56	43	970.08
Lejías	36.99	88	3,255.12
Bebidas	18.97	418	7,929.46
Detergentes	16.61	471	7,823.31
TOTAL			76,446.67

Fuente: Distribuidora

Tabla 3.7 Costo logístico para la asignación propuesta línea - anaquel

Líneas	Distancia (m/pallet)	Venta promedio (pallet/mes)	Costo logístico (m/mes)
Energizantes	29.54	806	23,809.24
Papel toalla	25.28	783	19,794.24
Papel higiénico	21.68	585	12,682.80
Servilletas	12.06	43	518.58
Lejías	19.12	88	1,682.56
Bebidas	6.41	418	2,679.38
Detergentes	17.74	471	8,355.54
TOTAL			69,522.34

Fuente: Distribuidora

Al comparar los totales de ambas tablas se concluye que se ha reducido el costo logístico en un 9.1% aproximadamente.

3.1.2. Requerimientos técnicos para la implementación de la mejora

De acuerdo al *layout* propuesto, es necesario adquirir un anaquel acumulativo adicional, similar al que se tiene actualmente, para poder implementar las siete zonas de almacenaje en donde se ubicarán las líneas de mayor rotación. El anaquel acumulativo propuesto tendría una capacidad de 196 estancias; es decir, una capacidad para almacenar 196 *pallets* de productos.

El *pallet* estándar utilizado en la distribuidora es de 1.00 m x 1.20 m, tal como se muestra en la Figura 3.3.

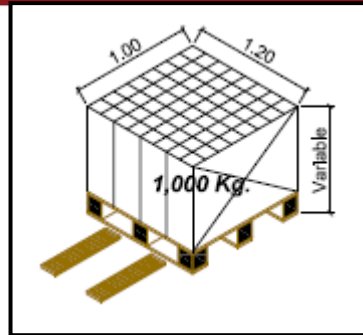


Figura 3.3 *Pallet* estándar utilizado en el almacén
Fuente: Distribuidora

Según cotización solicitada a la empresa Logicorp S.A. (Ver Anexo 5), especialista en soluciones para almacenes, se pudo acceder a cuatro alternativas de implementación, mostradas en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Alternativas para anaqueles acumulativos

Opciones	Descripción	Precio unitario (US\$/estancia)
1	Para paletas de 1,2 x 1,2 m (montacargas retráctil eléctrico)	53.38
	Protectores con bastidores en puentes	2,600.00
2	Para paletas de 1,2 x 1,2 m (montacargas contrabalanceado a combustión interna)	54.25
	Protectores con bastidores en puentes	2,120.00
3	Para paletas de 1,0 x 1,2 m (montacargas retráctil eléctrico)	49.18
	Protectores con bastidores en puentes	2,600.00
4	Para paletas de 1,0 x 1,2 m (montacargas contrabalanceado a combustión interna)	49.63
	Protectores con bastidores en puentes	2,120.00

Fuente: Logicorp S.A.

Se descartan las dos primeras alternativas pues el *pallet* estándar utilizado en la distribuidora es de 1.00 x 1.20 m; resultaría en una pérdida de espacio cúbico la utilización de este tipo de anaqueles. De las dos últimas alternativas, se escoge la opción 4 pues los montacargas a utilizar en el almacén son contrabalanceados a combustión interna.

3.1.3. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

A partir de la implementación de las mejoras propuestas, la distribuidora podrá obtener beneficios como los siguientes:

- Al finalizar el estudio y obtener los resultados, pudimos observar que existe una reducción de los costos logísticos de 9.1% el cual demuestra que se ha logrado reducir las distancias a recorrer y por ende también los tiempos incurridos tanto en el desplazamiento como en la preparación de los pedidos gracias a la facilidad de tener la carga paletizada y adecuada ubicación de los productos.
- El *picking* de los productos se realizará de una manera rápida al contar con los productos de forma paletizada y en los anaqueles acumulativos. Dichos anaqueles permitirán un mejor aprovechamiento del espacio cúbico así como también brindará más facilidades para poder sacar los *pallets* con el uso del montacargas.
- Durante la recepción de los productos, al llegar los principales productos ya paletizados, será mucho más rápida la ubicación de estos en sus respectivos anaqueles, debido a que no necesitarán desarmar el *pallet* para colocarlos cajas por cajas en los anaqueles.

3.2. Propuesta de mejora en la recepción de productos

Para el proceso de recepción de productos se proponen dos mejoras, las cuales se enfocarán principalmente en disminuir los errores en contabilizaciones y facilitar la ubicación de los productos dentro del almacén una vez almacenados.

3.2.1. Paletización de la carga recibida según especificaciones de la distribuidora

Como se mencionó en el capítulo anterior los productos provenientes de los proveedores no vienen paletizados en la mayoría de los casos. Por ello, el procedimiento para la recepción es la descarga total y manual de las unidades logísticas y posterior ubicación de estas en los anaqueles selectivos. Por lo anterior, se propone la paletización de los productos que tengan mayor rotación dentro de la distribuidora.

3.2.1.1. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

La paletización deberá ser de acuerdo a los requerimientos de la distribuidora. Es decir, se deberá determinar la cantidad de unidades logísticas (cajas, bolsones, packs, etc.) que deberán incluirse en un *pallet* y adicionalmente el modo de armado de este (número de unidades en la base y número de unidades de altura).

Actualmente, este procedimiento se viene implementando en la distribuidora y el criterio principal es la maximización de la utilización del espacio cúbico, en este caso, de la estancia del anaquel. Cabe señalar que el cálculo a realizar deberá ser por cada presentación de producto o cada ítem, del mismo modo la paletización. A continuación, se presenta la Tabla 3.9 en donde se indican los avances alcanzados en el cálculo de las unidades logísticas por pallet.

Adicionalmente se propone que estas nuevas unidades de carga (*pallets*) deberían ser codificados de tal manera que la contabilización de inventarios en las auditorías sea mucho más sencilla. Para ello se propone la impresión de etiquetas que contengan códigos de barra las cuales facilitarán la contabilización y ubicación específica de cada *pallet*. Las características técnicas de la codificación de barra se presentarán en el siguiente sub-capítulo.

Tabla 3.9 Determinación de cantidad de ítems por pallet

Producto	Unidad	Cantidad Base	Cantidad Altura	Item/Pallet
Ariel 160 g.	Bolsón	5	14	70
Ace 360+40 g	Bolsón	5	12	60
Ace 850 g	Bolsón	5	12	60
Pampers PX2	Paquete	15	5	75
Pampers M	Paquete	4	11	44
Pampers G	Paquete	4	11	44
Pampers XG	Paquete	5	11	55
Pampers XXG	Paquete	5	11	55
Clorox 572 mL	Pack	10	6	60
Clorox 287 mL	Pack	17	8	136
Cloro 930 mL	Pack	14	4	56

3.2.1.2. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

Los beneficios que se obtendrán al implementar la paletización de los ítems de mayor rotación serán los siguientes:

- Facilitar la ubicación de los pallets en los anaqueles selectivos y acumulativos pues el traslado y ubicación se podrá hacer rápidamente utilizando un montacargas. Esto disminuye los tiempos de recepción de los productos.
- Aprovechamiento del espacio cúbico de las estancias a utilizar. Dado que el criterio para el cálculo del número de unidades a acumular en un pallet es el aprovechamiento máximo del espacio cúbico, el nivel de utilización de éste

aumentará. Asimismo, disminuirá el número de estancias requeridas para almacenar estos ítems.

- Mejor control de los ítems dentro del almacén. Al mantener los productos paletizados, embalados y codificados se disminuirá la probabilidad de pérdida de productos y daños en la calidad debido a la manipulación.

3.2.2. Contabilización de los productos recibidos utilizando lectura de código de barras y el método de recepción ciega

Se propone como mejora al proceso una solución que combina un nuevo método de recepción y el uso de herramientas tecnológicas que agilicen y faciliten las contabilizaciones y el ingreso de estas al sistema de información de la distribuidora. Como primera medida se propone utilizar el método de recepción ciega en el cual se busca principalmente que los estibadores no sean influenciados por las cantidades especificadas en los documentos de verificación (facturas, guías de remisión, órdenes de compra). Adicionalmente se propone como segunda medida el uso de herramientas de contabilización automática a través de la lectura de códigos de barra la cual realiza tanto la contabilización como el ingreso de la mercadería al sistema de información.

Cabe señalar que la utilización de la lectura de código de barras no se limitará al proceso de recepción de mercaderías, sino también, se utilizará en otros procesos como la expedición de mercaderías para la venta y las auditorías de inventario realizadas mensualmente. La explicación detallada se realizará en este subcapítulo.

3.2.2.1. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

Para la implementación de la mejora mencionada se deberán realizar ciertos cambios en el proceso de recepción. Como se dijo en el capítulo anterior, los proveedores descargan sus productos en el muelle de cargas y descargas generalmente en unidades logísticas mayores que las unidades de consumo. Por ejemplo, para el caso de P&G la unidad logística de llegada son bolsones de detergente que contienen distintas cantidades de unidades, dependiendo de la presentación del producto. Dichas unidades logísticas de entrada deberán ser escaneadas una a una o, en todo caso, se deberá escanear una unidad de cada tipo e ingresar manualmente la cantidad total de las mismas. Cabe mencionar que para realizar la contabilización ciega, los estibadores no deberán recibir ningún

documento de referencia ya sea facturas, guías de remisión u órdenes de compra. De esta manera, se realizará una contabilización más confiable y menos influenciada por las cantidades teóricas recibidas. Una vez contabilizados los productos se deberá imprimir una hoja de verificación la cual finalmente será comparada con los documentos reales. Todos los productos que presenten diferencias o alguna discrepancia deberán ser contabilizados nuevamente para levantar las disconformidades. La Figura 3.4 presenta un diagrama que muestra el proceso propuesto para el proceso de recepción de productos.

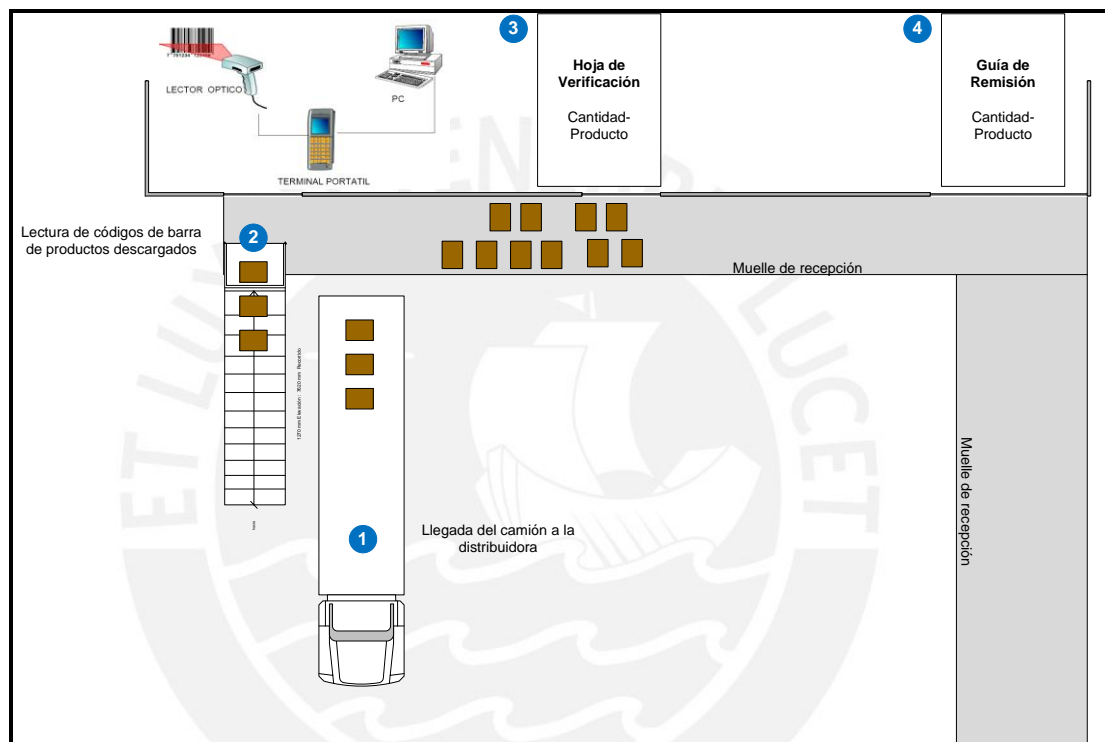


Figura 3.4 Proceso de contabilización mediante lectura de código de barras

3.2.2.2. Requerimientos técnicos para la implementación de la mejora

Para la implementación de la mejora propuesta son necesarios ciertos requerimientos técnicos que garanticen al adecuado funcionamiento del sistema de codificación de barras.

Como se mencionó en el subcapítulo anterior, las unidades logísticas de compra (bolsones, packs, planchas, etc.) ya vienen codificadas por parte de los proveedores. Por ende, la distribuidora aprovecharía esta situación para continuar con el uso de estos identificadores a lo largo de la cadena de suministro.

A pesar de ello, se deberán realizar adecuaciones al sistema de información de la distribuidora. Específicamente se deberá incluir en la base de datos maestra de los productos el campo o característica llamado código de barras. Asimismo, se deberá incluir los campos necesarios para la conversión de unidades entre la unidad de carga mayor (pallet), unidad de compra o venta (bolsones, packs, planchas, etc.) y las unidades de consumo (bolsas, botellas, planchas, etc.). Este cambio permitirá que al hacer la lectura de cualquiera de dichas unidades se podrá saber exactamente cuántas unidades de consumo se están ingresando, retirando o contabilizando durante las auditorías.

Otra propuesta que requiere implementaciones técnicas es el codificado de las unidades de carga. Para este nuevo proceso dentro de la recepción de productos se deberán imprimir etiquetas con la codificación seleccionada para cada unidad de carga. Previamente a ello se deberá elegir la clase de codificación, el tipo de impresora, entre otros procedimientos.

Dadas las características del tipo de negocio y necesidad de información requerida para estas codificaciones en la distribuidora se sugiere utilizar el GTIN-13 (EAN-13). Esta codificación permitirá tener mucha información acerca de los productos:

- Número del artículo
- Número de lote
- Cantidad
- Fecha de fabricación
- Fecha máxima de duración
- Número de serie
- Contenido bruto
- Peso bruto
- Dimensiones
- Número de pedido del cliente

En el Anexo 4 se podrá apreciar la lógica seguida para la elección de la codificación de barras GTIN-13.

Finalmente, se deberá implementar una plataforma tecnológica que permita la lectura y transmisión de la información. Según información solicitada a la empresa Adexus Perú S.A., especialista en soluciones de tecnologías de información, se

debería implementar una plataforma que integre los servidores de sistemas los cuales permitirán el almacenamiento de toda la información recibida por las lectoras de códigos de barra y la interacción con los sistemas propios de la distribuidora. También se requiere de *access points*, los cuales facilitarán la comunicación dentro de la red de la misma distribuidora, lectoras de código de barras, impresoras de código de barras, entre otros. La Figura 3.5 muestra un mayor detalle de la plataforma tecnológica propuesta para la implementación de este sistema de códigos de barras.

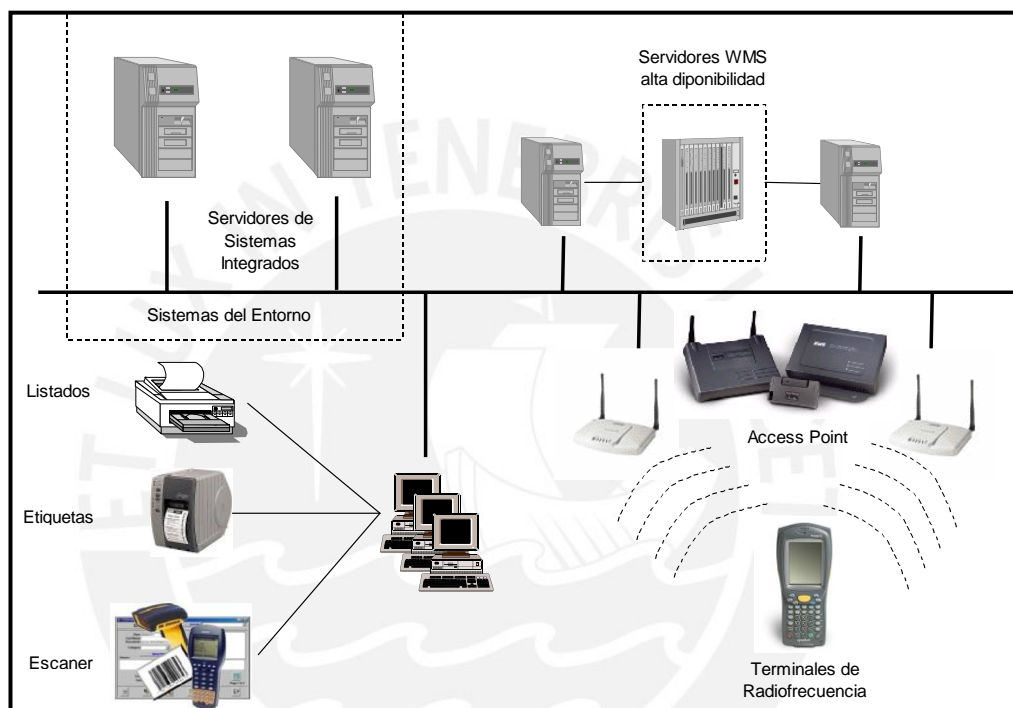


Figura 3.5 Plataforma tecnológica – Código de barras
Fuente: Adexus Perú S.A.

3.2.2.3. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

Los beneficios que la distribuidora podrá obtener al implementar esta propuesta de mejora son los siguientes:

- Disminución del error humano en las contabilizaciones realizadas en el ingreso, salida y auditorías del almacén al utilizar herramientas automáticas que aseguran confiabilidad y rapidez.
- Disminución de la probabilidad de error en las contabilizaciones al utilizar el método de recepción ciega pues no existe referencia para el estibador. Por ello, realizará su labor de manera más precisa y con mayor concentración.

- Eliminación del proceso de ingreso manual de los productos en el sistema de información de la distribuidora. Con la propuesta de mejora, el ingreso se realizará automáticamente al aceptar la conformidad al finalizar la recepción de los pedidos.

3.3. Propuesta de mejora en el *picking* y despacho de productos

Para la propuesta de mejora del proceso de *picking* y despacho de productos se han tenido en cuenta las mejoras ya planteadas para la distribución del almacén. Las mejoras presentadas a continuación se dividen en dos secciones: la estrategia de *picking* diferenciada a utilizar y el nuevo procedimiento para la carga de camiones antes de la distribución misma.

3.3.1. Estrategias de *picking* a utilizar

Como se mencionó en los sub-capítulos anteriores se propone la utilización de anaqueles acumulativos para las líneas de mayor rotación y continuar con los anaqueles selectivos para las líneas con menor rotación dentro del almacén. Por todo lo anterior, se propone implementar un estrategia tipo *batch* para la carga paletizada y continuar con la estrategia por zonas para la carga unitaria o no paletizada.

3.3.1.1. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

Para la implementación de esta mejora se asume que los cambios en la distribución del almacén ya han sido efectuados. Asimismo, que la mejora propuesta en la recepción de productos como el paletizado de los productos de mayor rotación también se ha llevado a cabo. Por todo ello, se considera que la mejor estrategia para el caso de la carga paletizada ubicada en los anaqueles acumulativos es el *picking* por *batch*. De esta manera, el conductor del montacargas deberá recoger y transportar un *pallet* o varios del mismo producto hacia la zona de carga de vehículos. Esto definitivamente constituye menos viajes a los que antes realizaban los almaceneros utilizando las transpaletas o de manera manual.

Cabe señalar que el *picking* de los productos de mayor rotación deberá realizarse en primer orden de prioridad porque estos productos son los que generalmente representan la mayor carga a transportar.

En segundo orden de prioridad se transportará la carga paletizada ubicada en los estantes selectivos. Dicha carga está constituida principalmente por productos de menor rotación pero que por volumen de inventario se encuentran paletizados. Para este tipo de carga también se aplicará la estrategia tipo *batch*.

En tercer orden de prioridad se para la carga no paletizada ubicada en anaqueles selectivos se propone continuar con la estrategia de *picking* por zonas. Esta estrategia brinda muchas ventajas pues consolida los pedidos y minimiza la distancia recorrida por los almaceneros. Esto se debe principalmente a que una o dos personas son asignadas a uno o varios anaqueles y se encargan de recoger y transportar todos los productos correspondientes al consolidado de los pedidos. Para esta clase de *picking* se seguiría utilizando el transporte mediante estocas pues las cargas a transportar son las de menor rotación y por ende constituyen la menor carga a transportar dentro de la distribuidora.

3.3.1.2. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

Los beneficios que se obtendrán al implementar las estrategias de *picking* antes mencionadas serán los siguientes:

- Reducción de la distancia total recorrida al utilizar montacargas. Esto se debe principalmente a que utilizando este equipo de transporte se podrán transportar mayor número de unidades de carga (*pallets*) por vez.
- Reducción del tiempo total de *picking* y preparación de pedidos. Dado que se requerirán menos viajes y la carga transportada es siempre consolidada el tiempo de finalización del *picking* disminuirá, lo que también beneficiará al siguiente proceso de carga de los vehículos.

3.3.2. Procedimiento para la carga de los vehículos de transporte

Como se ha explicado anteriormente, el proceso siguiente al *picking* de los productos es la carga a los vehículos de transporte. En este proceso se identificaron varios problemas críticos los cuales no solo generaban problemas en la carga propiamente dicha sino que también afectaban la hora de inicio de la distribución a los clientes. Se considera que este proceso es sumamente crítico

para el trabajo diario de la distribuidora, es por ello que una mejora en los tiempos de trabajo tendrá un impacto significativo en la *performance* de este eslabón de la cadena de suministro.

Se propone como mejora implementar horarios traslapados durante el turno noche con lo cual se logre una mayor capacidad para este proceso. Así mismo, se propone suprimir la contabilización de mercaderías realizada en las mañanas antes de comenzar con la distribución a los clientes. Cabe resaltar que al igual que en el proceso de recepción de productos, se utilizará la lectura de códigos de barra para la verificación del *picking* realizado.

3.3.2.1. Requerimientos de procesos para la implementación de la mejora

Para poder disminuir los tiempos de carga del vehículo así como las contabilizaciones realizadas se propone un nuevo procedimiento a seguir. A continuación se detallan las operaciones propuestas para este proceso.

Un paso previo al proceso de carga e incluso al proceso de *picking* es la impresión del consolidado general, el cual indica las cantidades totales a despachar durante la noche para el reparto del día siguiente. Se propone leer a la salida del almacén los códigos de barra de la carga paletizada, así como los códigos de barra de las unidades logísticas menores y unidades de consumo. Al final del proceso de *picking* se deberá emitir un reporte de los productos y las cantidades retiradas del almacén. Dicho reporte deberá ser comparado contra el consolidado general final emitido por el área de sistemas. Asimismo, ante cualquier diferencia se deberán reprocesar dichos productos hasta lograr la total conformidad de ambos documentos. Finalmente, el jefe del almacén o encargado del mismo deberá firmar la conformidad del reporte de *picking* para certificar las cantidades señaladas.

Se propone, adicionalmente, cerrar todas las puertas del almacén una vez terminado el *picking* de los productos para evitar la posibilidad de que algunos estibadores o almaceneros retiren material adicional al contabilizado. De esta manera también se disminuye la posibilidad de robo por parte de los empleados y de alteraciones del valor del inventario.

Luego de firmar el reporte de *picking* se propone iniciar el proceso de carga de los vehículos. Como ya se ha mencionado, la distribuidora cuenta con veinte vehículos de transporte los cuales distribuyen los pedidos a los clientes ubicados en las veinte zonas de despacho por día. Uno de los problemas críticos encontrados eran las

contabilizaciones que realizan tanto al cargar los vehículos como antes de partir al reparto. Esto se debe principalmente a la desconfianza existente entre los trabajadores. Por ello, se propone que durante la carga de los vehículos se establezca un encargado por transporte quien se encargará principalmente de la contabilización de la mercadería ingresada. Al final de la carga deberá firmar un reporte en donde se detalle la cantidad ingresada y deberá cerrar su camión para evitar manipulaciones o salidas de productos de él.

Esta última propuesta en el proceso no requiere de contratar personal adicional pues, el personal necesario para el *picking* disminuye y este puede ser trasladado al turno de la noche para el apoyo en la carga o verificación del ingreso de los productos a los vehículos de transporte. La Tabla 3.10 muestra la propuesta del número de trabajadores requeridos por cada turno de trabajo.

Tabla 3.10 Propuesta de distribución de trabajadores por horario de trabajo

Turno	Horario	Recepción Inventarios	Picking	Carga	Verificación de Carga	Total
1	07:00 am - 02:00 pm	10				10
2	02:00 pm - 05:00 pm 05:00 pm - 10:00 pm	19	19			19
3	10:00 pm - 07:00 am			20	15	35

Se puede observar que en la propuesta de distribución de trabajadores se utiliza el mismo número de ellos comparado con la situación actual. Sin embargo, al contar con los equipos montacargas la fuerza de trabajo puede dedicarse a otras actividades como la carga o verificación de la misma y así disminuir estos tiempos.

3.3.2.2. Beneficios a obtener por la implementación de la mejora

- Asignación de responsabilidades formales para cada paso del procedimiento. Esto se logrará mediante la introducción de reportes validados y firmados que muestren la conformidad de los responsables. Así mismo se logrará mejorar el nivel de confianza entre los trabajadores de la distribuidora.
- Disminución del tiempo de carga total al eliminar una contabilización innecesaria realizada por los transportistas antes de salir al reparto. Ya no se deberá realizar dicha contabilización pues el encargado de verificación

valida y firma el reporte por vehículo, certificando que lo que hay en el interior es correcto.

- Mejor balanceo de la carga de trabajo según la demanda de capacidad en los turnos de trabajo. Al utilizar los montacargas para el *picking* de productos los almaceneros que lo hacían el *picking* de manera manual son trasladados a la carga o verificación de esta en los vehículos de transporte que es en donde en este escenario se necesitaría más manipuleo y mano de obra.

Finalmente se presenta un diagrama de flujo del procedimiento propuesto para el *picking* y la carga de vehículos de transporte (Ver Anexo 6).

3.4. Propuesta de mejora para el diseño de rutas de transporte

El presente capítulo tiene como objetivo proponer una mejora al proceso de diseño de rutas de transporte el cual es totalmente manual y basado en el criterio y experiencia del chofer. Para realizar el diseño de rutas en las zonas seleccionadas se utilizará el algoritmo heurístico del ahorro o también llamado de Clarke & Wright; el cual buscará optimizar la distancia total a ser recorrida por cada camión. Dada la naturaleza del algoritmo, este proveerá de una buena solución al problema y no necesariamente la solución óptima.

3.4.1. Análisis de clústeres de clientes

Como se explicó en el capítulo anterior, el recorrido de los camiones no se hace a cada punto del cliente; en vez de ello, los transportistas fijan puntos de reparto a partir de los cuales reparten a los “n” clientes cercanos. Estas agrupaciones de clientes para el reparto han sido designadas como clústeres en el estudio y serán los puntos de reparto teóricos para establecer las rutas de transporte.

De esta manera, antes de utilizar el algoritmo del ahorro se tuvo que redefinir los puntos de reparto, teniendo en cuenta los diversos clústeres encontrados en las zonas de estudio. Para el diseño teórico de los nuevos puntos de reparto se tuvieron en cuenta consideraciones como la determinación de una nueva ubicación geográfica y la agregación de la demanda. Para determinar la ubicación geográfica

del clúster, se halló el centro de gravedad del mismo teniendo en cuenta la ubicación de cada cliente incluido y su demanda como criterio de ponderación. En el caso de la demanda del *clúster*, se optó por determinar una demanda agregada en soles.

Una vez diseñados los nuevos puntos de reparto se procedió a utilizar un *software* libre llamado *VRP Solver*, el cual ejecuta internamente el algoritmo de Clarke & Wright teniendo en cuenta factores como distancia entre puntos, demanda y capacidad del camión.

3.4.2. Determinación de la ruta óptima para las zonas de reparto

Como se mencionó, el programa permite colocar parámetros como la ubicación geográfica de cada punto, la capacidad del camión y la distancia máxima a ser recorrida por cada uno de ellos. A continuación, se detallará cómo se determinó cada uno de estos factores para el caso de la distribuidora en estudio.

- Ubicación geográfica de los puntos de reparto (clústeres):

Se utilizaron planos a escala de la ciudad de Lima y se ubicaron todos los clientes de las zonas en estudio. A partir de ello, se calculó teniendo como origen de coordenadas a la distribuidora las distancias entre este punto y cada uno de los clientes. Finalmente, teniendo en cuenta cada clúster de clientes, se determinó el centro de gravedad de cada uno de ellos.

- Capacidad de los camiones (en soles):

La capacidad de los camiones está dada por la cantidad de mercadería en soles que estos pueden transportar durante su recorrido. Esto se debe a que en la base de datos de los productos no se tiene mayor información logística sobre estas variables (peso y este volumen de los SKU's). Por todo ello, se obtuvo que la capacidad máxima sería 12,000 soles; monto establecido por la distribuidora tomando en cuenta criterios adicionales a los logísticos como el monto máximo por el cual está asegurada la mercadería en los camiones.

- Distancia máxima a ser recorrida (en metros):

Para la determinación de la distancia máxima a ser recorrida por cada camión se utilizó básicamente un criterio de tiempo. Se estableció que el tiempo máximo que podría ser recorrido sería 10 horas diarias por camión, pues posterior a esto los clientes de la distribuidora (bodegas y farmacias) ya no reciben mercaderías, es

más, algunos de ellos ya se encuentran cerrados. Luego de la observación al proceso de distribución también se obtuvo que el tiempo total se distribuye en 82% asignado al reparto y 18% asignado al transporte propiamente dicho, tal como lo muestra la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Distribución porcentual del tiempo de reparto y tiempo de transporte

Tipo de actividad	% Tiempo
Tiempo de reparto	82,0%
Tiempo de transporte	18,0%
TOTAL	100,0%

Fuente: Distribuidora

A partir de estos porcentajes, se tiene un valor cercano del que debiera ser el tiempo de transporte máximo; además se estima que el camión de distribución tiene una velocidad promedio de 50 Km/h. Teniendo estos datos, es que se puede llegar a obtener cual es la distancia máxima a recorrer en un día de trabajo mediante la fórmula: $d = v \times t$, la cual resulta 99,000m.

Luego de ejecutar el *software* llamado VRP Solver con los factores mencionados, se obtuvieron dos rutas distintas para las cuatro zonas en estudio, mostradas en la Figura 3.6. Dicho *software* da como resultado un pequeño mapa en donde se evidencia la secuencia del reparto para cada ruta.

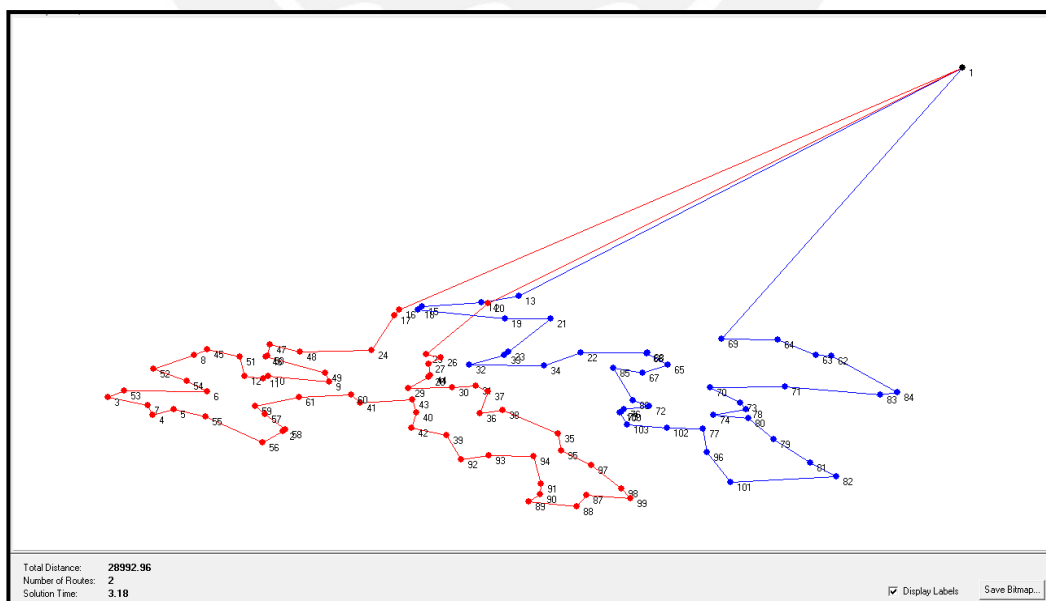


Figura 3.6 Mapa de diseño de las rutas óptimas

A partir del resultado hallado por el método de Clarke & Wright se realizó una comparación entre la distancia total recorrida en la actualidad y la que sería recorrida si se implementara la propuesta de solución. La Tabla 3.12 muestra un cuadro comparativo para las cuatros zonas en estudio y sus respectivas rutas.

Tabla 3.12 Comparación de recorrido actual y propuesto

Recorrido Actual			Recorrido Propuesto		
N°Ruta	N°Clústeres	Distancia (km)	N°Ruta	N°Clústeres	Distancia (km)
Ruta 1	60	20.81	Ruta 1	49	13.37
Ruta 2	42	17.15	Ruta 2	53	14.84
TOTAL		37.96	TOTAL		28.21

Se puede observar que el recorrido propuesto reduce efectivamente la distancia total recorrida por ambos vehículos de transporte. En estas rutas específicas, la reducción de la distancia recorrida es 25,68%. Por otro lado, podemos observar que la distancia recorrida por cada camión es similar, a diferencia de la situación actual en que algunos vehículos recorren más distancias que otros. Es decir, la propuesta de solución también ayuda a balancear la distancia recorrida por los vehículos.

Esta propuesta de ruteo será utilizada adicionalmente, en la simulación del sistema para determinar la cantidad de personal óptimo que deberá ser asignado a cada vehículo en el proceso de entrega. El objetivo es combinar ambas soluciones y hacer sinergias para optimizar el proceso de distribución.

3.4.2 Mejoras a implantar y beneficios obtenidos

Luego de la aplicación del algoritmo de Clarke & Wright para las zonas en estudio se ha podido identificar las siguientes mejoras o beneficios:

- Reducción significativa de la distancia total a recorrer por los camiones. En el estudio realizado se consiguió un ahorro del 25,68% de recorrido.
- La reducción de distancia total recorrida repercute directamente en el tiempo total de distribución, sin embargo, no será muy significativo pues el tiempo de traslado representa solo el 18% del tiempo total de distribución.

- Balanceo de la distancia recorrida por los vehículos pues los resultados proponen distancias similares para cada uno de los vehículos.
- Minimización de errores en el recorrido por parte del chofer. La ruta estaría definida previamente, con lo cual el chofer se dedicaría integralmente al manejo del vehículo.

Se considera que el estudio debería extenderse a las demás zonas de reparto, con el fin de reestructurar las rutas y poder conseguir ahorros mayores en tiempo y distancia recorridos.

3.5 Propuesta de mejora para el proceso de entrega

El presente capítulo tiene como objetivo plantear una solución al principal problema encontrado en el proceso de distribución: demoras y altos tiempos de entrega. La hipótesis sobre la cual se parte para determinar la solución es que el personal asignado a cada vehículo de transporte es insuficiente. A partir de ello y tomando en cuenta las rutas determinadas en el capítulo anterior, se plantea simular los tiempos de distribución con dos y tres repartidores por vehículo. La simulación con dos repartidores representará la situación actual de trabajo; por el contrario, la simulación con tres repartidores representará la situación propuesta.

Para la evaluación de ambas alternativas se tomarán en cuenta criterios de operatividad y de costos. En primer lugar, se evaluará si efectivamente el reparto con tres recursos logra disminuir los tiempos totales de distribución y la demanda no atendida. Adicionalmente, se evaluará la viabilidad económica de aumentar los recursos asignados a los vehículos comparando los costos totales mensuales por ruta y finalmente, un análisis de costos relevantes. Para ello, no solo cuantificaremos la inversión que significa contratar a un trabajador más, sino también, el ahorro en el pago de horas extra y venta perdida que podría significar la disminución de tiempos.

3.5.1 Determinación de la cantidad de recursos óptima para las rutas de transporte

La naturaleza del proceso de distribución tiene una característica principal que ha sido modelada con base en los clústeres o agrupaciones de clientes que son

atendidos utilizando una parada del vehículo. Luego de analizar esta particularidad, se puede observar que en cada parada se genera un sistema de colas en donde los repartidores son servidores del sistema y deben brindar el servicio de entrega a los N clientes componentes del clúster. La Figura 3.7 muestra el sistema de colas de tipo $(M/G/s/N)$ que se genera por cada parada.

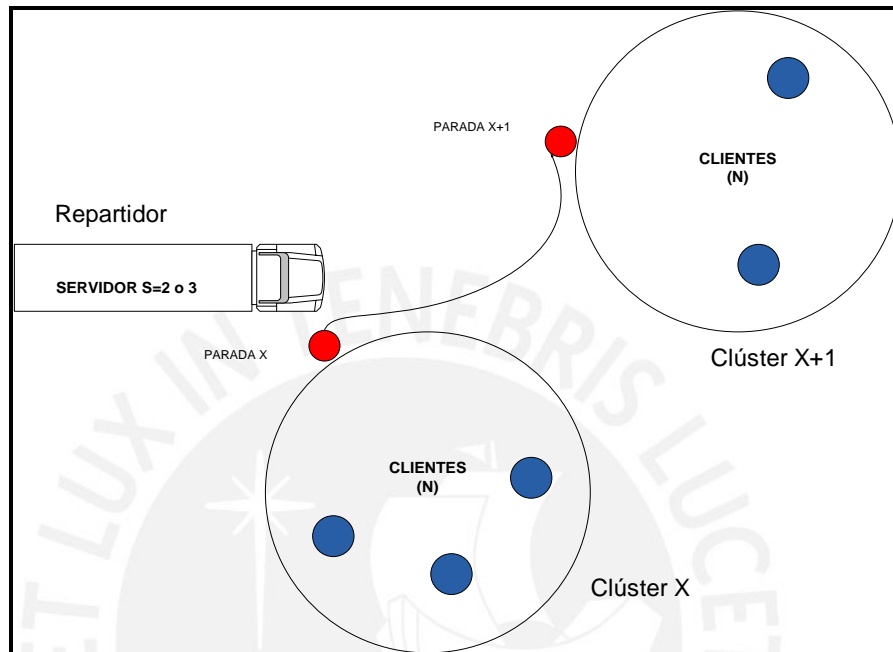


Figura 3.7 Sistemas de colas $(M/G/s/N)$ generados en cada parada

A partir de los resultados obtenidos con el VRP *Solver* (determinación de las rutas óptimas para cada camión), se plantea simular el sistema de reparto utilizando el *software* Arena 13.9 con el objetivo de determinar el tiempo total de distribución (tiempo de traslado y tiempo de entrega) utilizando dos o tres recursos ($s=2$ o 3). La metodología utilizada para la simulación con dos y tres servidores se presenta a continuación.

3.5.1.1 Recolección de datos

Para la recolección de datos, se siguió el recorrido de dos de los camiones de la distribuidora el cual equivale a las cuatro de sus zonas de distribución en estudio. Los objetivos planteados para este recorrido fueron principalmente el identificar la ubicación de cada cliente (dirección), el monto de compra de cada uno, el tiempo de traslado entre clústeres, así como el tiempo de entrega de la mercadería a cada cliente.

3.5.1.2 Análisis de los datos

Antes de poder simular los tiempos y la demanda, se necesita determinar el tamaño de muestra a utilizar para cada uno de los tiempos de traslado y de reparto. Se utilizó la fórmula de aproximación a la media:

$$n = \left(\frac{\sigma * Z_{(1-\alpha/2)}}{d} \right)^2$$

A partir de una muestra de 30 datos, se halló el promedio y la desviación estándar. Para esa misma fórmula, se debe emplear un error porcentual de estimación, el cual se definió en 15%. Al tratarse de una estimación respecto a la media, el error porcentual estará definido como un porcentaje respecto de la media de los datos. Además se consideró un nivel de confianza del 95%.

La Tabla 3.13 muestra un resumen de los principales parámetros para la determinación de la muestra así como el resultado obtenido, es decir, el número de muestras a tomar para la simulación.

Tabla 3.13. Tamaño de muestras para la simulación de los tiempos de transporte y de reparto

Tiempos	Z _(1-α/2)	σ	μ	e	n	N
Tiempo de transporte	1.96	1.406	2.067	15 %	79.100	80
Tiempo de reparto	1.96	8.081	10.067	15 %	110.02	111

3.5.1.3 Pruebas de bondad de ajuste

Se analizaron los datos en el *software Input Analyzer*, el cual nos permite conocer la distribución que sigue cada conjunto de datos. Los resultados obtenidos para cada tipo de datos son mostrados en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14 Distribución para tiempo de transporte, reparto y demanda

Tiempos	Distribución	p-value
Tiempo de transporte	Lognormal (1.71;1.55)	0.408
Tiempo de reparto	1,5 + Weibull (9.54;1.09)	0.229
Demanda	10 + Gamma (265;0.835)	0.150

3.5.1.4 Modelo

El modelo de simulación ha sido basado en el proceso de distribución observado durante la recolección de datos. De esta manera, se han diseñado dos sistemas de

reparto correspondientes a la ruta 1 y ruta 2, mostradas en la Figura 3.6 respectivamente. Para cada una de ellas, se ha modelado el proceso desde la salida del camión de la distribuidora (punto de origen) hasta el reparto a cada una de las paradas previstas (puntos de destino). A continuación se presentan los bloques y elementos utilizados para el modelado de ambos sistemas.

3.5.1.4.1 Bloques:

- Representación del inicio de la ruta de distribución

La primera etapa del modelo describe la creación de los pedidos y el traslado hacia el primer clúster del sistema, como lo muestra la Figura 3.8

Create: todas las entidades son creadas en el primer segundo de la simulación por única vez. Dichas entidades representan los N pedidos a atender a lo largo del recorrido del día.

Assign: en este bloque se asigna la demanda de cada pedido así como el status “no entregado”.

Group: los pedidos son agrupados para poder trasladarlos en conjunto hacia la primera parada de la ruta.

Route: indica el tiempo de traslado que se tendrá desde el punto de origen hasta la siguiente estación: clúster 1.

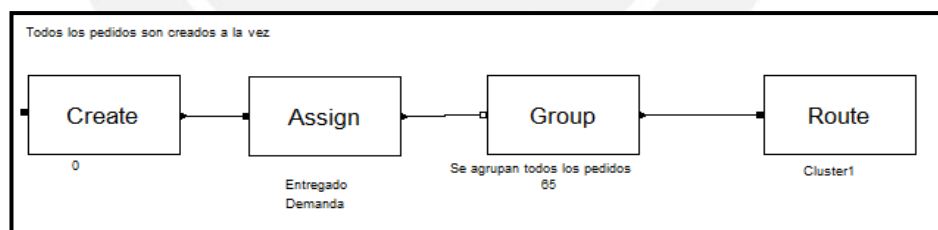


Figura 3.8 Inicio de la ruta de distribución

- Representación del clúster “n”

Todas las paradas o clústeres del sistema han sido modeladas de la misma forma, por ello, se presenta en la Figura 3.9 un clúster genérico en el que se muestran los bloques utilizados para representar la situación de los pedidos en cada parada: pedidos en espera a ser trasladados en la siguiente parada y pedidos que serán atendidos en dicha parada.

Dropoff: de acuerdo a la cantidad de pedidos a atender por cada clúster se hace la separación de dichos pedidos del grupo total. En ese momento se genera un sistema de colas en donde se tienen “s” servidores y “N” entidades por atender.

Wait: utilizado para controlar con mayor precisión la espera de los pedidos a ser trasladados al siguiente clúster. Las entidades son liberadas cuando el primer pedido sea atendido y se emita la señal correspondiente.

Scan: los pedidos esperan hasta que se haya finalizado la atención de todos los pedidos correspondientes al clúster “n”. Para ello se estableció como regla que la liberación solo se da cuando la cola sea igual a cero y el recurso esté libre.

Assign: asigna el atributo de inicio de ruta que permitirá luego medir el tiempo de traslado del clúster “n” al clúster “n+1”.

Route: traslada a los pedidos restantes a la siguiente parada.

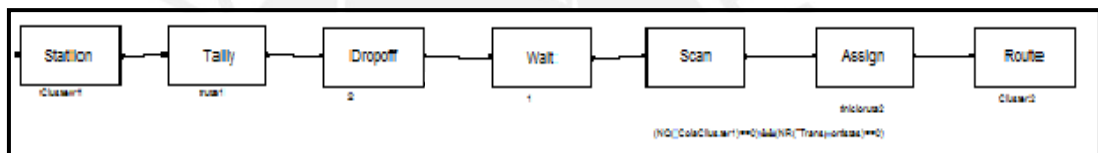


Figura 3.10 Representación de pedidos en espera de ser trasladados al siguiente clúster

- Representación de pedidos atendidos en el clúster “n”

La figura 3.11 muestra la lógica que seguirán los pedidos que serán atendidos en la parada “n”. Para representarlo se utilizaron los siguientes bloques:

Split: luego de la separación de los N pedidos por atender se utiliza el bloque Split para asegurar al modelo que las entidades lleguen de forma individual y no agrupada.

Assign: asigna el atributo de inicio de la entidad en el sistema de cola. Además se cambia el valor del atributo “entregado” pues dicho pedido será atendido en breve.

Queue: representa la cola que realizan los pedidos para ser atendidos por los transportistas.

Seize: representa la asignación uno a uno de un pedido a un transportista que realiza la entrega.

Delay: representa el tiempo de servicio o tiempo de entrega del pedido al cliente.

Count: indicador que mide la cantidad de pedidos atendidos en el clúster “n”.

Tally($t_{servicio_n}$): indicador que mide el tiempo de entrega de cada uno de los pedidos.

Signal: emite una señal al bloque *wait* cuando la primer pedido del clúster “n” es atendido.

Release: libera el recurso o transportista una vez terminada la entrega del pedido.

Tally($t_{sistema_n}$): indicador que mide el tiempo desde que el pedido ingresa al sistema de colas hasta que finaliza su entrega.

Branch: luego de pasadas diez horas de simulación (600 minutos) el sistema deberá considerar a dicho pedido como una demanda no atendida pues de acuerdo a los supuestos generales, el tiempo máximo de recorrido es de diez horas. Si el tiempo de recorrido es menor a las diez horas, entonces se contabilizará como demanda atendida; caso contrario, se contabilizará como demanda no atendida.

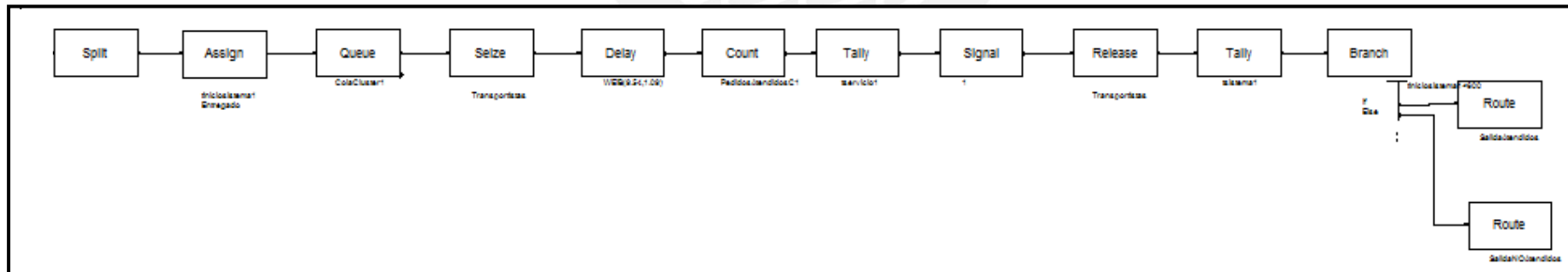


Figura 3.11 Representación de pedidos atendidos en el clúster “n”

- Representación del fin de la ruta

En cada clúster y luego de la atención de cada pedido, se realiza una evaluación del tiempo de recorrido para poder contabilizar la demanda como atendida o no atendida. La figura 3.11 muestra una primera estación a la cual llegarán los pedidos no atendidos y contabilizando su valor en el ratio de demanda no atendida; por su parte, a la segunda estación llegarán los pedidos que sí fueron atendidos para contabilizar su valor en el ratio de demanda atendida.

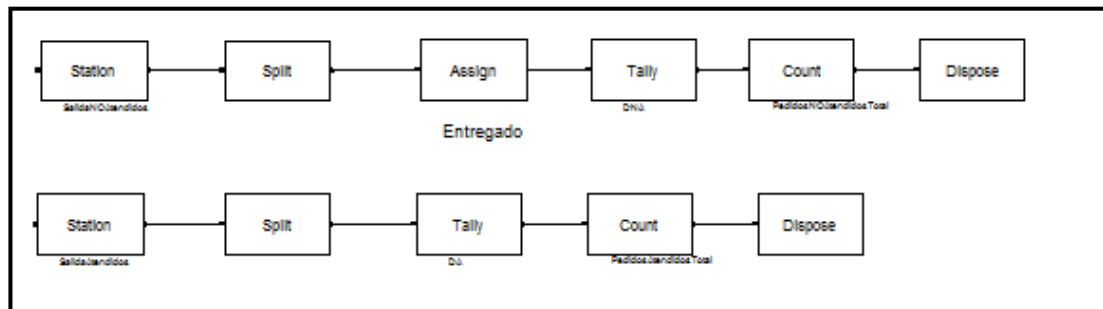


Figura 3.12 Representación del fin de la ruta

Los bloques a utilizar para dicho propósito son los siguientes:

Station: representan la llegada desde cada clúster al grupo de pedidos atendidos o no atendidos.

Split: asegura al modelo que las entidades lleguen de forma individual y no agrupada.

Tally(DA), *Tally* (DNA): ambos *tally's* miden de forma monetaria la demanda atendida y no atendida, respectivamente.

Count(Pedidos atendidos), *Count*(Pedidos no atendidos): ambos *count's* miden la cantidad de pedidos atendidos y no atendidos, respectivamente.

Dispose: representa el término de la entidad en el sistema de distribución.

3.5.1.4.2 Elementos:

Para la definición de los bloques del sistema se han definido los siguientes elementos:

Stations: define todos los clústeres de cada una de las rutas.

Resources: define los servidores o recursos del sistema. En el presente estudio se ha simulado utilizando dos y tres transportistas para el reparto.

Queues: define las colas de cada uno de los clústeres del sistema.

Attributes: define los atributos utilizados en el sistema: inicio de ruta, inicio de sistema, inicio de atención, demanda, entre otros.

Tallies: define los indicadores a medir durante la simulación de cada réplica.

Counters: define los indicadores de cantidad a medir durante la simulación de cada réplica.

Replicate: define la cantidad de días que se simulará el recorrido de las rutas 1 y 2.

Los elementos utilizados se muestran en la Figura 3.13.

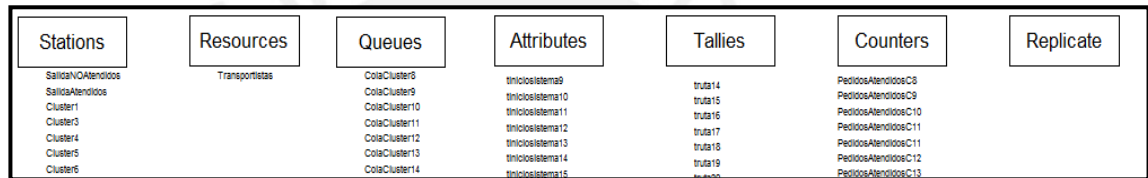


Figura 3.13 Elementos del modelo de rutas de distribución

3.5.1.5 Análisis de Resultados: Demanda no atendida

Se establece como demanda no atendida a aquellos clientes que no se les entregó su mercadería debido a que la jornada de trabajo sobrepasó las 10 horas permitidas por la empresa. Se tuvo como objetivo demostrar que, para ambas rutas 1 y 2, el promedio de la demanda no atendida con dos recursos es mayor que con tres recursos; para ello se realizó la prueba de hipótesis de diferencia de medias.

A partir de 30 muestras, y con una confiabilidad al 95%, se halló cuantas muestras más eran necesarias. Para la ruta 1 resultó 981 muestras, y para la ruta 2 se necesitó 329 muestras, como se puede observar en la Tabla 3.15. Con ello, se procedió a establecer la hipótesis a evaluar:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Tabla 3.15 Datos relevados para la prueba de hipótesis de medias (Demanda no atendida)

Ruta	Muestra		Promedio		Desv. Estándar		Parámetro Z
	n ₁	n ₂	μ ₁	μ ₂	σ ₁	σ ₂	
Ruta 1	981	981	835.32	1011.80	1235.10	1243.39	-3.154
Ruta 2	329	329	4250.6	3859.16	1997.00	2023.54	2.497

$$Z = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\left(\frac{\sigma_1^2}{\sqrt{n_1}} + \frac{\sigma_2^2}{\sqrt{n_2}}\right)}$$

- En el caso de la Ruta 1, el parámetro Z resulta un valor negativo de -3.154, que resulta menor al valor de Z para la región crítica que es 1.96. Esto quiere decir, que al estar fuera de la región crítica, la hipótesis nula se acepta. Sin embargo, se debe señalar que este resultado se debe principalmente a que se tiene un gran número de clústeres de uno y dos clientes, por lo que el contar con un tercer recurso no muestra una diferencia significativa.
- En el caso de la Ruta 2, el parámetro de Z resulta 2.497, el cual es un valor que cae dentro de la región crítica por lo que se rechaza la H₀ afirmando que en promedio la demanda no atendida, para esta ruta, con dos recursos es mayor que con tres.

3.5.1.6 Análisis de Resultados: Tiempo de distribución

El tiempo de distribución es el tiempo total de la ruta en el que se considera el tiempo de transporte, de servicio y demoras. Se tuvo como objetivo demostrar que, para ambas rutas 1 y 2, el promedio del tiempo total de sistema con dos recursos es mayor que con tres recursos; para ello se realizó la prueba de hipótesis de diferencia de medias.

A partir de 30 muestras, y con una confiabilidad al 95%, se halló cuantas muestras más eran necesarias. Para la ruta 1 resultó 18 muestras, y para la ruta 2 se necesitó 13 muestras, como se observa en la Tabla 3.16. Dado que el número de muestras que se requieren para la prueba de hipótesis es menor que las muestras ya trabajadas, resulta suficiente trabajar con el número de muestras obtenidas en un inicio. Con estos datos, se realizó la prueba de hipótesis para la diferencia de medias:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Tabla 3.16 Datos relevados para la prueba de hipótesis de medias (Tiempo de distribución)

Ruta	Muestra		Promedio		Desv. Estándar		Parámetro Z
	n ₁	n ₂	μ ₁	μ ₂	σ ₁	σ ₂	
Ruta 1	18	18	635.59	628.12	67.65	66.95	0.6074
Ruta 2	13	13	748.37	727.01	66.02	65.35	1.7810

$$Z = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\left(\frac{\sigma_1^2}{\sqrt{n_1}} + \frac{\sigma_2^2}{\sqrt{n_2}}\right)}$$

- En el caso de la Ruta 1, el parámetro Z resulta un valor de 0.6074, que resulta menor al valor de Z para la región crítica que es 1.96. Esto quiere decir, que al estar fuera de la región crítica, la hipótesis nula se acepta. Sin embargo, se debe señalar que este resultado se debe principalmente a que se tiene un gran número de clústeres de uno y dos clientes, por lo que el contar con un tercer recurso no muestra una diferencia significativa.
- En el caso de la Ruta 2, el parámetro de Z resulta 1.781, el cual es un valor que cae dentro de la región crítica por lo que se rechaza la H₀ afirmando que en promedio el tiempo de distribución, para esta ruta, con dos recursos es mayor que con tres.

3.5.1.7 Estadísticas del tiempo de sistema por clúster

Luego de obtener los resultados de la simulación se analizará el tiempo promedio del sistema, en minutos, por tipo de clústeres (#clientes/clústeres: 1, 2, 3, 4, o 5) para las dos rutas 1 y 2. El tiempo de sistema se ha definido como el tiempo total que un cliente se encuentra en el sistema para ser atendido.

Para ambas rutas, se observa en la Tabla 3.17 un tiempo promedio total menor con el uso de tres recursos en comparación con el uso de dos. Cabe señalar, que la diferencia significativa en ambas rutas, se da a partir del clúster con tres clientes ya que se destaca justamente ahí, la operatividad de un tercer recurso.

En el caso de la atención de clústeres de tres clientes a más, solo con dos recursos, el aumento del tiempo de sistema se debe por la generación de tiempos en cola/espera los cuales se generan en menor cantidad cuando se trabaja con tres recursos.

Tabla 3.17 Tiempo de sistema por tipo de clúster para la ruta 1

#clientes/clúster	Tsist/clúster (min)	
	2 recursos	3 recursos
1	9.385	9.385
2	9.329	9.329
3	10.657	9.038
4	13.867	10.874

Tabla 3.18 Tiempo de sistema por tipo de clúster para la ruta 2

#clientes/clúster	Tsist/clúster (min)	
	2 recursos	3 recursos
1	9.165	9.165
2	9.520	9.520
3	11.209	9.423
4	12.065	9.466
5	13.522	10.331

3.5.1.8 Evaluación económica

Para la evaluación de la mejor alternativa, referida a la decisión de trabajar con dos o tres recursos, no basta solo con tener una comparación en función del tiempo sino que también es importante una comparación en términos de costos y beneficios para la empresa.

De acuerdo a la información proporcionada por la distribuidora, se sabe que los choferes tienen una remuneración de S/.1,000 Nuevos Soles, mientras que los repartidores perciben S/.700 Nuevos Soles mensuales. A estos montos, se les debe considerar adicionalmente, un costo empresa del 30%, y un 25% adicional al costo horario en el caso se incurriese en horas extras. La jornada laboral de los trabajadores se considera de 8 horas diarias, y es posible un máximo de dos horas extras de trabajo al día; por lo que quiere decir que cualquier venta que se deba atender después de las 10 horas de trabajo, se considera como perdida o no atendida.

- Análisis de costos totales - Ruta 1

El análisis de costos totales involucra los salarios del chofer y los repartidores, pago de horas extras, alquiler del vehículo y el monto de la demanda no atendida. Se puede observar en la Tabla 3.19 que contratar un repartidor adicional implicaría que la distribuidora incurra en un costo adicional de 22.5%.

Tabla 3.19 Costos Totales en un mes para la ruta 1

Con 2 recursos		Con 3 recursos	
Costos Totales	S./mes	Costos Totales	S./mes
Salarios (1 chofer + 1 repartidor)	2,210.00	Salarios (1 chofer + 2 repartidor)	3,120.00
Horas extras	691.00	Horas extras	975 .00
Alquiler de vehículo	1,200.00	Alquiler de vehículo	1,200.00
Demanda no atendida	20,048.00	Demanda no atendida	24,283.00
TOTAL	24,148.00	TOTAL	29,578.00

El aumento en el costo se explica por el incremento en el salario total mensual, pues ahora cuentan con un trabajador adicional en esa ruta.

También se observa que a pesar que se cuenta con un recurso más en el sistema, el monto a pagar por horas extra no disminuye sino que por el contrario aumenta. Esto puede explicarse con la prueba de hipótesis realizada en el subcapítulo anterior (ver Tabla 3.16), en donde para la ruta 1 no se puede concluir que el tiempo de sistema disminuye sino se acepta la hipótesis nula que establece que el tiempo en promedio es el mismo. Hay que tener en cuenta que en la ruta 1, se tiene una mayor frecuencia de clústeres con 1 o 2 clientes; por lo que el tercer recurso tiene mucho tiempo ocioso haciendo ineficiente su trabajo.

Finalmente, se tiene el costo de demanda no atendida la cual no disminuye con la inversión en un recurso más. Esto también se puede explicar con la prueba de hipótesis del promedio de demanda no atendida, en donde no se puede concluir que disminuye sino que se acepta la hipótesis que ambos indicadores son iguales en ambos escenarios.

- Análisis de costos relevantes¹¹ – Ruta 1

Para tomar la decisión de invertir en un colaborador adicional en la ruta 1 se considera importante realizar una análisis de costos relevantes. Para el análisis, se tendrán en cuenta los beneficios (ahorros) y pérdidas (costo adicional) que se generarían de incluir un repartidor más en la ruta.

¹¹ Costos futuros esperados que son diferentes en cada una de las alternativas de decisión que se analizan, por tanto, son los datos que deben tenerse en cuenta en el análisis, cuando se comparan las alternativas de decisión.

Beneficios (2 → 3)

Ahorro en demanda no atendida 0.00 soles

Pérdidas (2 → 3)

Salario del repartidor adicional 910.00 soles (-)

Horas extra de la ruta 284.00 soles (-)

Demanda no atendida adicional 4,235.00 soles (-)

Beneficio/Pérdida total de la alternativa 5,429.00 soles (-)

Del análisis de costos relevantes se puede concluir que si la distribuidora decidiera contratar un repartidor adicional para la ruta 1, incurriría en una pérdida adicional de 5,429.00 soles mensuales en promedio. Como se observa en el cálculo, no se obtiene un beneficio adicional; por el contrario, la decisión de contratar un recurso más provoca que se tengan más costos adicionales de los que se tendría si se mantuviera la situación actual.

Teniendo en cuenta el análisis de costos totales y relevantes, se concluye que para la ruta 1 no sería conveniente contratar un repartidor adicional pues se tendrían más pérdidas o costos que beneficios o ahorros.

- Análisis de costos totales - Ruta 2

Para el análisis de costos totales de la ruta 2 se han considerado los mismos indicadores explicados en el análisis de la ruta 1. Se observa que con la inversión en un recurso adicional, se obtiene una reducción aproximada del 7.73% en los costos totales mensuales. El detalle de la evaluación económica se muestra en la Tabla 3.20.

Tabla 3.20 Costos Totales en un mes para la ruta 2

Con 2 recursos		Con 3 recursos	
Costos Totales	S./mes	Costos Totales	S./mes
Salarios (1 chofer + 1 repartidor)	2,210.00	Salarios (1 chofer + 2 repartidor)	3,120.00
Horas extras	691.00	Horas extras	975.00
Costo Vehículo	1,200.00	Costo Vehículo	1,200.00
Demanda no atendida	102,014.00	Demanda no atendida	92,620.00
TOTAL	106,115.00	TOTAL	97,915.00

Al igual que el análisis económico de la ruta 1, se tiene que en la ruta 2 hay un aumento en el costo total de salarios mensuales, explicados por la contratación del recurso adicional.

Respecto a las horas extra, se observa que tampoco hay una disminución en el costo total a pagar por este concepto. Esto se debe a que en la simulación de ambas rutas se puso como límite las dos horas extras diarias, luego de las cuales se consideran los pedidos no atendidos como demanda no atendida. A pesar de ello, en la prueba de hipótesis realizada para el tiempo de sistema de la ruta 2 (Ver Tabla 3.16) se concluye que el tiempo disminuye; esto evidencia un mejor aprovechamiento del recurso adicional.

La disminución del tiempo de sistema tiene como consecuencia que más pedidos puedan ser atendidos antes del tiempo límite de reparto establecido en diez horas diarias por ruta. Por lo anterior, se observa una mejora en el costo de demanda no atendida el cual disminuye en un 9,20% aproximadamente. Esto se explica con la prueba de hipótesis realizada a la demanda no atendida para la ruta 2 en la cual se concluye que el indicador es menor cuando se tiene un recurso adicional.

- Análisis de costos relevantes – Ruta 2

En el caso de la ruta 2 también es necesario realizar un análisis de costos relevantes que permita observar el beneficio o pérdida que implicaría para la distribuidora invertir en un colaborador adicional.

Beneficios (2 → 3)

Ahorro en demanda no atendida	9,394.00 soles (+)
-------------------------------	--------------------

Pérdidas (2 → 3)

Salario del repartidor adicional	910.00 soles (-)
----------------------------------	------------------

Horas extra de la ruta	<u>284.00 soles (-)</u>
------------------------	-------------------------

Beneficio/Pérdida total de la alternativa	8,200.00 soles (+)
--	---------------------------

A diferencia de la ruta 1, luego del análisis de costos relevantes se puede concluir que si la distribuidora decidiera contratar un repartidor adicional para la ruta 2, se tendría un beneficio o ahorro de 8,200.00 soles mensuales en promedio. Se observa que, en este caso, se tiene un beneficio por la disminución de la demanda

no atendida que es disminuida por los costos adicionales incurridos en contratar un trabajador adicional.

Teniendo en cuenta el análisis de costos totales y relevantes, se concluye que para la ruta 2 sí sería conveniente contratar un repartidor adicional pues se tendría un ahorro por dicha inversión.

3.5.2 Mejoras a implantar y beneficios obtenidos

Se propone que el enfoque de solución se dé por cada ruta a estudiar. En este caso, para la ruta 1, luego de analizar los costos referidos al proceso de entrega se infiere que no es necesario el contar con un recurso adicional. El caso podría repetirse en situaciones posteriores en los que se observa que prevalecen clústeres de uno y dos clientes, para los cuales no se notaría una diferencia significativa.

Por otro lado, para el caso de la ruta 2, se propone contar con 3 recursos en el camión, es decir, que se cuente para el proceso de entrega con un chofer y dos repartidores. El principal beneficio que se obtendría por medio de esta propuesta es la agilización de los repartos. Si bien es cierto, no podremos disminuir el tiempo total de reparto, podremos cubrir un mayor número de clientes por vez. Este beneficio se ve explícito en el valor de venta perdida, el cual se refleja que al tener 3 recursos, la diferencia se hace notable en este factor y en la totalidad de los costos.

Un beneficio implícito está orientado hacia el cliente. Al llegar a cubrir un mayor número de clientes por ruta, se reducirá el número de clientes disconformes por falta de entrega de sus productos. Por otro lado, se ofrece a los trabajadores mejores condiciones de trabajo ya que se está considerando como principal restricción una jornada de trabajo de 12 horas (incluido refrigerio) y el pago de horas extras. De esa manera se logrará disminuir la alta rotación de personal que se tiene actualmente.

CAPITULO 4. INVERSIÓN Y CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE MEJORA

4.1. Resumen de mejoras a implantar

4.1.1. Propuesta de mejora en la distribución del almacén

El enfoque de solución está orientado a mejorar la ubicación de las principales líneas de productos de la distribuidora. Para ello, se propone la adquisición de un anaquel acumulativo con estancias que permitan la entrada de paletas de 1,000mm x 1,200mm.

Se considera que las líneas a asignar en este tipo de almacenaje son aquellas cuya carga y rotación son cantidades representativas y que a su vez, puedan ser paletizadas. Esta solución permitirá, además de contar con la carga paletizada, el tener dichas líneas de productos mucho más cerca de la puerta de despacho. Para la ubicación física de los productos en el anaquel, se empleó el método húngaro, el cual permite asignar cada una de las líneas de productos seleccionadas (siete líneas) a cada una de las zonas en el anaquel.

Por otro lado, también será necesaria la capacitación de todo el personal involucrado en la mejora (38 personas en total) sobre el manejo de montacargas, la nueva distribución así como los beneficios que esto conlleva.

4.1.2. Propuesta de mejora en la recepción de productos

En relación a la mejora en la recepción de productos, se determinaron dos propuestas de solución. La primera de ellas, es contar con la carga de productos de manera paletizada con lo cual se facilitará la ubicación de los *pallets* en anaqueles acumulativos aprovechando el espacio cúbico de las estancias a utilizar. Para ello, será necesario un estudio de estandarización de carga en *pallets* que sea realizado por una consultora externa especialista en el tema. Con el fin que esta mejora sea desarrollada de manera exitosa, es necesaria la capacitación de todo el personal involucrado, sobre la paletización estándar y los pasos a seguir en esta mejora.

Por otro lado, la segunda parte de la mejora es la implementación de lectoras de código de barras lo cual agilizará los procesos de recepción de los pedidos y se disminuirá el porcentaje de error humano que se obtiene al realizar esta actividad de manera manual. Es necesario además de la implementación, una capacitación al personal en el manejo de lectoras de códigos de barra con el fin que se continúe de manera óptima el desarrollo de esta solución.

4.1.3. Propuesta de mejora en el picking y despacho de productos

Después de plantear las mejoras para la distribución física del almacén así como para la recepción de productos, se considera necesario proponer la implementación de una estrategia tipo batch para la carga paletizada, en la que cada operario trabaje varios pedidos por vez. Por otro lado, para aquellas líneas de productos cuya carga sea unitaria o no paletizada, se propone la estrategia de *picking* por zonas, donde el área en la cual se preparan los pedidos se agrupa en zonas y en cada una de éstas un operario se ocupe de varias líneas.

La implementación de esta mejora consiste en la capacitación del personal involucrado tanto en el *picking* como en el despacho de los productos, sobre las estrategias de *picking* tipo *batch* y por zonas.

4.1.4. Propuesta de mejora en el diseño de rutas de transporte

La propuesta presentada ante este problema se basa en mejorar el proceso de diseño de rutas de transporte utilizando el algoritmo de Clarke & Wright, el cual busca optimizar la distancia total a ser recorrida por cada camión. Para ello se empleó el software llamado VRP Solver el cual, a través del algoritmo antes mencionado, determina la ruta óptima a recorrer por cada camión.

Asimismo, la propuesta de ruteo es considerada para la determinación de la cantidad de personal óptimo en el proceso de entrega, el cual se explicará posteriormente. Se debe considerar que dicho estudio debe extenderse a las demás zonas de reparto, el cual puede ser realizado por una consultora externa.

4.1.5. Propuesta de mejora en el proceso de entrega

El enfoque de solución al proceso de entrega está basado en la evaluación de la alternativa de contar con un recurso adicional para este proceso, teniendo

inicialmente el estudio de las rutas 1 y 2. Se considera necesario continuar con dos recursos para la ruta 1, a partir del resultado del análisis de costos y de la prevalencia de clústeres con uno y dos clientes. Por otro lado, para el caso de la ruta 2, se propone contratar un recurso adicional, lo cual reduce el monto total de los costos y cubre un mayor número de clientes a ser atendidos por vez.

Por todo lo anterior, se considera necesario realizar una capacitación a todos los nuevos colaboradores que ingresen a la distribuidora para darles a conocer la gama de productos que se maneja, las rutas y actividades involucradas en el proceso de entrega.



4.2. Inversión para el plan de mejora

Tabla 4.1 Detalle de inversión para las propuestas de mejora

Descripción de la mejora	Cantidad	Unidad	Precio Unit.	Precio Total
Detalle de inversión				
1.1 Mejora en la distribución del almacén				16,450.97 S/.
Implementación de anaqueles acumulativos	1	Anaquele	13,228.06 S/.	13,228.06 S/.
Anaquele para paletas de 1000mm x 1200mm				
Capacitación al personal del almacén en manejo de montacargas y almacenes	680	Horas	4.74 S/.	3,222.92 S/.
1.2 Mejora en la recepción de productos				32,183.28 S/.
Estudio de estandarización de cargas en <i>pallets</i>	80	Horas	60.00 S/.	4,800.00 S/.
Implementación de lectoras de código de barra	1	Sistema	24,349.95 S/.	24,349.95 S/.
Según cotización Adexus				
Capacitación al personal en manejo de lectoras de códigos de barra	440	Horas	4.74 S/.	2,085.42 S/.
Capacitación al personal sobre paletización estándar	200	Horas	4.74 S/.	947.92 S/.
1.3 Mejora en el picking y despacho de productos				1,611.46 S/.
Capacitación al personal en estrategia de picking tipo <i>batch</i>	340	Horas	4.74 S/.	1,611.46 S/.
1.4 Mejora en el diseño de rutas de transporte				19,200.00 S/.
Estudio, determinación de rutas óptimas y cantidad de recursos para cada zona de transporte	320	Horas	60.00 S/.	19,200.00 S/.
1.5 Mejora en el proceso de entrega				947.92 S/.
Capacitación de nuevos colaboradores	200	Horas	4.74 S/.	947.92 S/.
1.6 Personal Adicional				16,800.00 S/.
Jefe del Proyecto	80	Horas	120.00 S/.	9,600.00 S/.
Gerente del Proyecto	40	Horas	180.00 S/.	7,200.00 S/.
			TOTAL	87,193.63 S/.

4.3. Cronograma de inversión

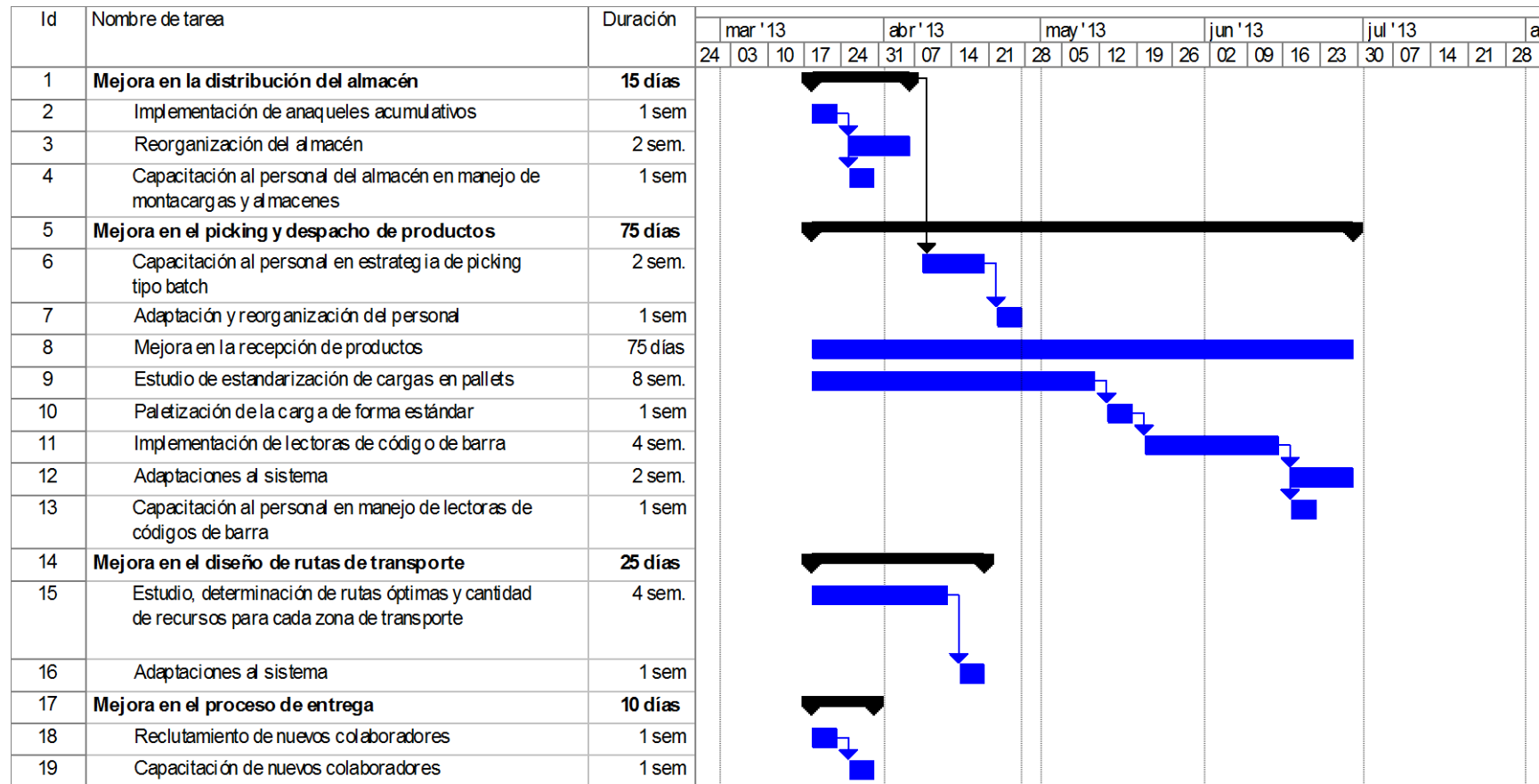


Figura 4.1 Diagrama de Gantt para las propuestas de mejora

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Diseñar un plan de mejora de procesos requiere que la empresa en estudio realice un autoanálisis, el cual le permita identificar problemas críticos, rediseñar aquellos procesos no óptimos, reforzar los aspectos positivos e implementar, por medio de innovación, todas aquellas soluciones que puedan resultar a partir de un estudio de esta naturaleza.
- El enfoque de cadena de suministro utilizado en el presente estudio constituye una ventaja pues por medio del análisis total y conjunto de los procesos de almacenaje y distribución se logra obtener una solución sistemática e integral. La mejora en tiempos y distancias recorridas en ambos procesos impacta de forma combinada en los tiempos de respuesta al cliente y por ende en su satisfacción.
- En los procesos vinculados a la gestión de almacenes se propone la adquisición de un anaquel acumulativo adicional, el cual albergará carga paletizada; asimismo, la implementación de un sistema de códigos de barra que soporte los procesos de recepción y despacho de productos. Esto permitirá un mejor aprovechamiento del espacio cúbico del almacén además de mejores prácticas para el acomodo y *picking* de productos. Por otro lado, al utilizar códigos de barra la contabilización de los productos será más fácil y precisa.
- Para la mejora de la distribución del almacén se propone el uso del método húngaro para determinar la asignación óptima de líneas de producto a zonas del anaquel acumulativo. Dicha optimización tiene como objetivo minimizar la función de costos logísticos determinada por la distancia recorrida al punto de expedición y la rotación afectada por los factores de paletización y participación en ventas. Al minimizar esta función se obtiene una asignación que optimiza la distancia, priorizando la rotación de las líneas de producto.

- Para la aplicación del método húngaro, se han considerado siete líneas de productos que estén paletizadas, tengan una alta rotación y una alta participación en ventas encontrando una disminución aproximada del 9.1% en el recorrido mensual de los procesos de *picking* y despacho. En la situación actual se tiene un costo logístico de 76,446.67 metros/mes; y a partir de la propuesta de mejora se logra reducir el costo a 69,522.34 metros/mes.
- En los procesos involucrados en la gestión de distribución física se propone un método de estudio combinado en el que se determinen rutas óptimas utilizando el método del ahorro o de Clarke & Wright y adicionalmente se haga un estudio de colas en cada clúster o parada del camión para determinar la cantidad de recursos a asignar para cada una de las unidades de transporte. Este método, permitirá atacar dos frentes importantes en la distribución; el tiempo de transporte, el que representa el 18% del tiempo total y el tiempo de reparto, el que representa el 82%.
- Luego de aplicación del método del ahorro para las cuatro zonas de estudio, se determinaron dos rutas óptimas reduciendo la distancia total recorrida de 37.96 km en la situación actual a 28.21 km en la situación propuesta. La reducción obtenida es de aproximadamente 25.68%.
- Luego del estudio de colas por parada en las rutas 1 y 2, se estimaron los indicadores de tiempo de distribución y demanda no atendida. Ello dio como resultado, luego de la prueba de hipótesis al 95%, que solo en la ruta 2 ambos indicadores disminuyen en 2.85% y 9.21% respectivamente, al contar con un tercer recurso.
- El análisis de costos totales y relevantes se aplicó para evaluar los beneficios o pérdidas que implicaba contratar un tercer recurso para el proceso de entrega. Se encontró que solo en la ruta 2 la inversión en un recurso adicional permite el ahorro de aproximadamente 7.73% del costo total mensual respecto a la situación actual.
- La implementación del plan de mejora tiene una inversión aproximada de 87,193.63 Nuevos Soles y una duración de 4 meses. Se considera que la distribuidora en estudio tiene la capacidad económica para asumir dicha inversión pues representa un 3.63% de su utilidad anual.

5.2. Recomendaciones

- Luego de poner en marcha las mejoras para los problemas de mayor criticidad, se recomienda en un mediano plazo, implementar un nuevo sistema de información el cual permita tener mejor organizadas e integradas las áreas más importantes de la empresa. En el caso de la Gestión de Almacenes, se recomienda la implementación de un WMS (*Warehouse Management System*) que ayude a la ubicación de productos en el almacén, controle los movimientos de mercancía y permita una mejor gestión del almacén.
- Los problemas de ruteo de vehículos comprende una amplia gama de variantes, además del CVRP (*Capacitated Vehicle Routing Problem*) usado en el presente trabajo de tesis, las cuales permiten considerar otras variables de interés. Por ejemplo, el FSMVRP (*Fleet size and mixed VRP*) contempla capacidades heterogéneas a transportar. También se puede optar por el CVRPTW (*VRP with time window*), el cual contempla adicionalmente la variable del intervalo de tiempo en el que debe ser atendido cada cliente.
- En el presente estudio no se consideró las calles por las que pasarían las unidades de transporte ni el sentido de las mismas por lo que, para obtener resultados más cercanos a la realidad, se sugiere utilizar el Factor de Corrección. Este factor se puede calcular a partir del cociente entre la distancia realmente recorrida (considerado las variables consideradas anteriormente) y la distancia ideal recorrida.
- Se recomienda desarrollar programas de incentivos en los cuales se fomente la participación activa del trabajador y su compromiso con la empresa. Esta es otra forma para reducir el nivel de rotación de personal en toda empresa y también peligros como robos de mercadería y dinero.
- Se sugiere invertir una cantidad presupuestada anual en la capacitación de los trabajadores que laboran en las áreas más críticas de la empresa. Ello permitirá no solo desarrollar lealtad por parte del personal sino también adquirir nuevas ideas de mejora del personal que conoce a fondo el proceso así como sus problemas, limitaciones y potenciales puntos de mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, Ronald

2004 *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Quinta Edición.
Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.

BOZER, Yavuz, TOMPKINS, James y WHITE, John

2006 *Planeación de instalaciones*. Tercera Edición. Madrid: Editorial
Thomson.

CARRANZA, Octavio

2004 *Logística: mejores prácticas en Latinoamérica*. Primera edición.
México D.F.: Editorial Thomson.

CARTER, Raymond John

2005 *Stores & distribution management*. Bromborough: Liverpool Business.

CORDOVA, Manuel

2006 *Estadística aplicada*. Primera Edición. Lima: Editorial Moshera.

FRAZELLE, Edwards

2007 *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase
mundial* Bogotá: Editorial Norma.

HORNGREN, Charles, FOSTER, George y DATAR, Srikant

2007 *Contabilidad de costos*. Duodécima edición. Naucalpan de Juárez:
Pearson Educación.

JARUFE, Benjamín

2007 *Disposición de planta*. Primera Edición. Lima: Fondo Editorial
Universidad de Lima.

KELTON, W. David

2002 *Simulation with Arena*. Primera edición. Boston: Editorial McGraw-
Hill.

KRAJEWSKI, Lee

2008 *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. Octava Edición. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.

LUCAS, Henry

2000 *Information Technology System*. Séptima Edición. Boston: Editorial McGraw-Hill.

MUTHER, Richard

1977 *Distribución en planta*. Tercera Edición. Barcelona: Editorial Hispano Europea.

WINSTON, Wayne

2005 *Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos*. Cuarta Edición. México, D.F: Editorial Thomsom.

PAU I COS, Jordi, DE NAVASCUÉS, Ricardo

2001 *Manual de Logística Integral*. Primera Edición. Madrid: Editorial Díaz de Santos.

GUTIERREZ, Gil

1998 *Logística y distribución física: evolución, situación actual, análisis comparativo y tendencias*. Primera Edición. Madrid: Editorial McGraw-Hill.

BARAN, Benjamín, ALMIRON, Marta.

2008 *Colonia de hormigas en un ambiente paralelo asíncrono*. San Lorenzo. Consulta: 13 de noviembre de 2009.

www.cnc.una.py/cms/invest/download.php?id=250344,48,1>

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENTE PROFESSIONALS

2011 *Glosario de términos logísticos*. Consulta: Noviembre- Diciembre 2011

<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>

SINERGIA CREATIVA

2008 Cinco Fuerzas de Porter. La Rioja. Consulta: 20 de junio de 2010.
<<http://sinergiacreativa.wordpress.com/2008/05/10/las-5-fuerzas-de-porter/>>

GS1 ECUADOR

2009 “GS1 Bar Codes”. Artículo en la web en el que se señalan principalmente las características para la implementación de un código de barras. Ecuador. Consulta: 10 de junio de 2011.
<http://www.gs1ec.org/contenido/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=20>

2009 “Historia de Corporación Vega”. Artículo en la web sobre la misión, visión e historia de la empresa. Lima. Consulta: 27 de setiembre de 2010.
<<http://www.corporacionvega.com.pe/nosotros2.html>>

2010 “La suma óptima de productos”. Artículo en la web – Suplemento Mi Empresa del diario El Comercio. Lima. Consulta: 14 – 18 de junio de 2010
<<http://elcomercio.pe/impresa/notas/suma-optima-productos/20100530/487202>>

2009 “Rotación de Inventarios”. Artículo en la web que brinda la definición de la rotación, manera de calcularlo así como la importancia de este indicador. Lima. Consulta: 19 de junio de 2010.
<<http://www.scribd.com/doc/15064419/INVESTIGACIONES-Rotacion-de-Inventarios>>

2009 “Productos de consumo masivo no se han visto afectados por la crisis”. Artículo en la web – sección Economía y Negocios del diario El Comercio. Lima. Consulta: 01 – 15 de setiembre de 2009
<<http://elcomercio.pe/impresa/notas/productos-consumo-masivo-no-se-han-visto-afectados-crisis/20090411/271729>>

- 2009 *“El picking se alía con la automatización”*. Artículo en la web en el que se señala las estrategias de picking más utilizadas por las empresas. España. Consulta: 01 de junio de 2010.
<<http://www.mecalux.es/external/magazine/40886.pdf>>

