

Diseño de la logística para la bodega de almacenamiento de productos en Inserco S.A.

Juan Camilo Gómez Ariza

138047

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca

2018

Diseño de la logística para la bodega de almacenamiento de productos en Inserco S.A.

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Juan Camilo Gómez Ariza

138047

Directora del Proyecto

Mercedes Amparo Téllez Moreno

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca

2018

Contenido

	pág.
Introducción	10
1 Generalidades de la empresa	11
2 Planteamiento del problema	13
3 Antecedentes.....	15
4 Justificación	17
5 Objetivos.....	20
5.1 Objetivo general.....	20
5.2 Objetivos específicos	20
6 Marco teórico.....	21
6.1 Formaleta (Encofrados)	21
6.1.1 Cucarachas (Grapa).....	21
6.1.2 Elementos de molde.....	21
6.1.3 Elementos de apoyo y refuerzo.....	21
6.2 Almacenamiento	21
6.2.1 Funciones del almacenamiento	22
6.3 Factores clave.....	23
6.3.1 Conocimiento integral del negocio	23

6.3.2 Un diseño a la medida.....	24
6.3.3 Planeación para el diseño y operación	25
6.4 Modelo ABC para el almacenamiento	25
7 Diseño metodológico	27
8 Caracterización del sistema logístico (proceso actual).....	29
9 Clasificación ABC.....	31
9.1 Estimación de la inversión en el inventario	34
10 Ubicación de existencias.....	40
10.1 Decisión de ubicación	43
10.2 Complementariedad	43
10.3 Compatibilidad.....	43
10.4 Popularidad.....	43
10.5 Tamaño.....	44
10.6 Disposición final	44
11 Conclusiones	50
12 Recomendaciones	51
Bibliografía	52

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Generalidades de la empresa.....	11
Tabla 2. Licencias de construcción Área metropolitana de Bucaramanga	17
Tabla 3. Clasificación ABC de 36 productos de Inserco S.A.	32
Tabla 4. Método de ajuste de curva por mínimos cuadrados del error	34
Tabla 5. Estimación del alquiler para el 2017.....	36
Tabla 6. Cálculo de la relación del coeficiente de rotación	37
Tabla 7. Alquiler por referencias entre enero y marzo de 2017.....	37
Tabla 8. Lista de precios de alquiler diario en Inserco S.A.	38
Tabla 9. Unidades en alquiler para el trimestre enero-marzo de 2017 en Inserco S.A.	40
Tabla 10. Necesidad de almacenamiento para CPG, formaleta grande o de gran inventario y ángulos	46
Tabla 11. Necesidad de almacenamiento para alineadores y formaleta pequeña o de bajo inventario	46
Tabla 12. Código de color para las familias de producto.....	48

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de despacho en Inserco S.A.....	30
Figura 2. Plano de bodega con distribución de productos	49

Lista de gráficas

	pág.
Gráfica 1. Crecimiento promedio en edificaciones para el 2017	17
Gráfica 2. Curva 80-20 del volumen de ventas por alquiler	33
Gráfica 3. Volumen de unidades en alquiler durante el primer trimestre	42

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Diseño de la logística para la bodega de almacenamiento de productos en Inserco S.A.

AUTOR(ES): Juan Camilo Gómez Ariza

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR(A): Mercedes Amparo Téllez Moreno

RESUMEN

Este proyecto muestra el diseño de bodega de almacenamiento de formaleta para construcción en Inserco S.A. desde un estudio propositivo transversal. Para ello, se caracterizó el proceso de almacenamiento y despacho de productos en la bodega. Luego, se identificó la oferta de productos y servicios que requieren almacenamiento en Inserco S.A. Para caracterizar estos productos fue necesario definir aspectos como altura, ancho, profundidad y estudiar las condiciones de almacenamiento de cada ítem. Finalmente, con base en la información recolectada se procedió a diseñar el sistema logístico de almacenamiento de bodega teniendo en cuenta la rotación de inventario, el volumen de ventas, las condiciones de almacenamiento y las restricciones de bodega.

PALABRAS CLAVE:

formaleta, encofrado metálico, construcción, diseño de bodega

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Logistics design for the storage warehouse of products at Inserco S.A.

AUTHOR(S): Juan Camilo Gómez Ariza

FACULTY: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Mercedes Amparo Téllez Moreno

ABSTRACT

This project shows the design of a storage warehouse for construction at Inserco S.A. from a cross-sectional propositive study. For this, the process of storage and dispatch of products in the winery was characterized. Then, products and services portfolio that require storage in Inserco S.A. was identified. To characterize these products, it was necessary to define aspects such as height, width, depth and study the storage conditions of each item. Finally, based on the information collected the design of the logistic warehouse storage system was done considering inventory turnover, sales volume, storage conditions and warehouse restrictions.

KEYWORDS:

formwork, metal formwork, construction, warehouse design

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

El crecimiento de la construcción en Bucaramanga sugiere un crecimiento en las necesidades de los clientes de Inserco S.A. Por lo tanto, un sistema de almacenamiento para Inserco S.A. es importante ya que es una empresa con trayectoria de 30 años en la ciudad de Bucaramanga prestadora ubicándose en la mente de los clientes como prestadora del servicio de alquiler, fabricación, distribución, y mantenimiento de equipos para la construcción.

Actualmente, el encargado del despacho indica que se han generado contratiempos en la entrega de los productos debido a que en el almacenamiento se encuentran mezcladas las referencias de formaleta.

Por lo tanto, el primero paso es caracterizar el proceso de despacho de pedidos en la bodega en Inserco S.A. para identificar las operaciones necesarias en este proceso. Luego, se procede a recolectar y analizar información del volumen de unidades de formaleta en alquiler de los productos que se almacenan en la bodega, con el fin de determinar la clasificación ABC de los productos para finalmente determinar la ubicación de estos en la bodega de almacenamiento con base en la metodología ABC.

1 Generalidades de la empresa

Inserco S. A. Es una empresa líder en la ciudad de Bucaramanga, con más de 30 años de trayectoria prestando sus servicios de alquiler, fabricación, mantenimiento, distribución y venta de equipos para la construcción. El 90% de sus servicios se prestan directamente en las instalaciones del cliente. Tiene cuarenta y cinco (45) empleados, distribuidos ocho (8) en el área administrativa y treinta y siete (37) en área de producción.

Presta el servicio de alquiler y mantenimiento de equipos para la construcción, como compresores, canguros, vibro-compactadores, cortadoras de piso, motobombas, vibradores, mezcladoras, elevadores, poleas, andamio, andamios multidireccionales, y el fuerte es el alquiler de encofrados metálicos. Además, cuenta con una flota de siete vehículos de carga propios, en los cuales se transporta la mercancía en venta y en alquiler.

Tabla 1. Generalidades de la empresa

Generalidad	Descripción
Razón Social	Inserco S.A.
Logo	
Representante legal	Ana Milena Gómez Ariza
Misión	Inserco s.a. es una compañía líder en servicios de alquiler, fabricación, distribución y mantenimiento de equipos para construcción. Tenemos el propósito de entregar con eficacia y eficiencia los pedidos solicitados, para superar la expectativa de nuestros clientes. Nos motiva día a día a mejorar continuamente, crecer, innovar, prestar un servicio de calidad y generar valor para todos los miembros y partes interesadas de la organización.
Visión	Ser la más eficiente en el alquiler de equipos para la construcción de la ciudad de Bucaramanga. Lograremos posicionarnos con un alto nivel de competitividad, tomando como base un aumento en la oferta de los equipos en alquiler, trabajando con excelencia y mejorando continuamente la prestación del servicio para nuestros clientes.
Actividad económica	CIIU 7730 “Alquileres y arrendamientos de otro tipo de maquinaria, equipos y bienes tangibles”

Generalidad		Descripción
Dirección	Carrera 14 No. 13- 32 Barrio Gaitán, Bucaramanga - Colombia	
Contacto	+57 (7) 671 7174 - +57 315 502 2887 - +57 315 371 6356	
e-mail	servicioalcliente@insercoequipos.com	

Fuente: (Inserco S.A., 2016)

2 Planteamiento del problema

INSERCO S.A. se dedica a la distribución y producción de productos en el campo de la construcción de obras civiles, mediante el alquiler, fabricación y mantenimiento de equipos de construcción (Inserco S.A., 2016).

Por lo tanto, es necesario preparar los pedidos con base en las necesidades del cliente de manera eficiente ya que la entrega de equipos retrasa el cronograma de las obras de construcción.

El encargado del despacho indica que se han generado contratiempos en la entrega de los productos debido a que en el almacenamiento se encuentran mezcladas las referencias de formaleta. Por ejemplo, para preparar un pedido de formaleta de 20” es necesario mover la formaleta de 24” para tener acceso; o en algunos casos, formaletas de diferentes tamaños se encuentran almacenadas en la misma estiba.

Por otro lado, la organización de la formaleta no se hace de acuerdo a las referencias que más rotan por lo cual es necesario moverse varias veces a lo largo de la bodega.

Estos sucesos dan lugar a la pérdida de clientes debido al tiempo de preparación de los pedidos en el área de despacho.

Actualmente no existen indicadores de contratiempos en el proceso de despacho. Sin embargo, cuando se presentan problemas con el pedido, queda un registro en la orden de pedido y el encargado se comunica con el cliente, pero estos incidentes no se organizan para llevar un único registro donde toda la información pueda ser analizada.

Al hablar con el encargado del despacho, este argumenta que los artículos deben organizarse de acuerdo a su rotación y debe determinarse la ubicación de cada tamaño de formaleta para facilitar su ubicación y acceso al momento de realizar el pedido.

En virtud de lo anterior, se genera la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede mejorar la logística de almacenamiento para los productos de INSERCO con base en la demanda de los mismos?

3 Antecedentes

Fonseca (2011) de la Universidad EAFIT en un proyecto titulado “Mejoramiento de los procesos de planificación de obras a partir de la introducción de conceptos de gestión logística soportados en TIC, para el sector de la construcción en Colombia” plantea las herramientas y conceptos de gestión logística necesarios para abordar el sector de la construcción bajo criterios que son compatibles con modelos de producción que ya están probados y validados en otros sectores productivos; adicionalmente, dicha información se complementa con la adaptación de una herramienta TIC al contexto local, que servirá de soporte a los cambios que se introduzcan con los nuevos criterios de planificación logística de las obras.

En el estudio “Prototipo de bodega de almacenamiento de materiales y herramientas, para la construcción de fraccionamientos en la ciudad de Chetumal, Q. Roo” que tenía como objetivo la elaboración de un prototipo de bodega para las constructoras teniendo en cuenta características de ensamble ya que se pensó en una bodega desmontable para que sea reutilizable en obras posteriores (Araujo, Chi, Machorro, & Romero, 2009).

Berbeo (2011) de la Universidad Militar Nueva Granada en el proyecto titulado “Pautas generales para la creación de una nave de almacenamiento modular destinada a productos no perecederos” presenta es una guía metodológica para el diseño de una nave industrial, basada en conceptos actuales de construcción sostenible.

En el proyecto titulado “Mejoramiento de los procesos de almacenamiento, despacho y dispensación de productos farmacéuticos de alto costo en Offimedicas S.A. mediante el uso de terminales portátiles”, presentado por Saad (2014), se muestra la implantación de un sistema de procesos de almacenamiento, despacho y distribución diseñado para responder de manera oportuna y segura a los requisitos de los clientes garantizando la efectividad en la operación.

Así mismo, en el informe titulado “Mejora en el almacenamiento y despacho de mercancía en el centro de distribución CEDI en la Cooperativa Copservir LTDA. sucursal Bucaramanga” de Aldana (2013) donde se analizan dos áreas importantes como son el Almacenamiento y Distribución con el fin de proponer mejoras que ayuden a crecer a la empresa.

De manera similar, se han realizado estudios en esta área del conocimiento, como el proyecto titulado “Diseño de un modelo de almacenamiento y distribución de equipos y materiales en la bodega de Saexploration – sucursal Colombia” realizado por Leidy González (2015) donde se encontró la necesidad de mejorar el proceso de almacenamiento y distribución. Por dicha razón, se decide rediseñar el *layout* de la bodega, en este modelo, se pretendió optimizar espacios mediante la localización eficiente de las existencias. Además, se tuvo en cuenta facilitar la preparación de pedidos con el fin de aplicar tecnologías que crearan ventaja competitiva de acuerdo con el plan estratégico de la compañía.

4 Justificación

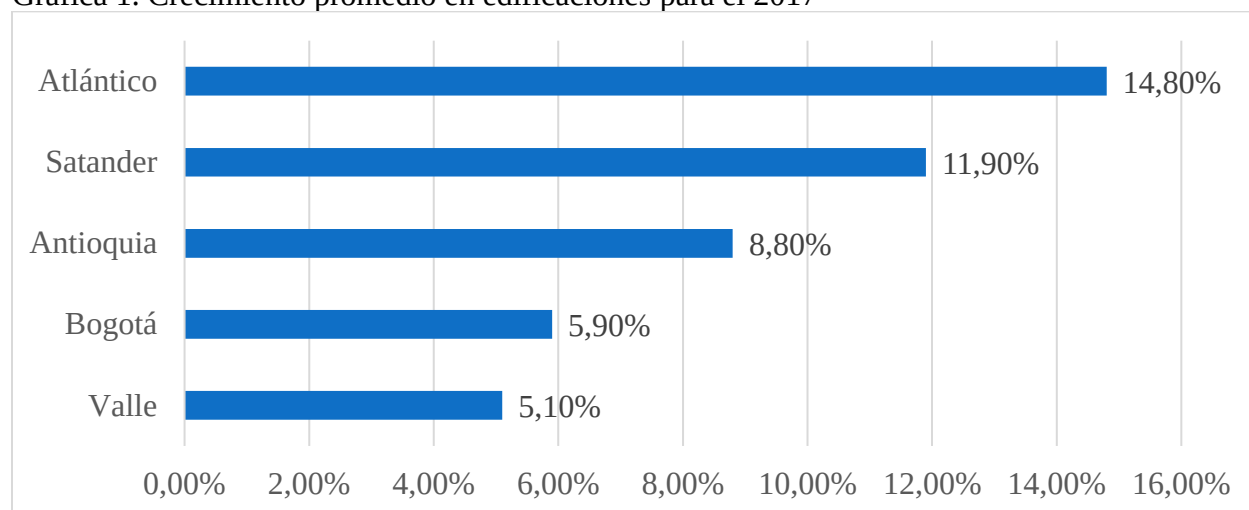
El crecimiento de la construcción en Bucaramanga sugiere un crecimiento en las necesidades de los clientes de Inserco S.A. Esto se ve soportado ya que en el artículo de Portafolio (2015) titulado “La construcción, gran aliada para el desarrollo” se muestra que, aunque la ciudad no alcanza niveles importantes de aporte nacional comparado con los de las principales ciudades del país, comienza a ser dinámica en la construcción de parques industriales en los cuales las empresas edificadoras están interesadas en invertir.

Tabla 2. Licencias de construcción Área metropolitana de Bucaramanga

Tipo	2016	2017	Variación %
Unifamiliar	3.292	9.380	184,9
Multifamiliar	62.660	90.779	44,9
Comercio	5.592	8.080	44,5
Ampliaciones	17.537	6.596	-62,4
Otros	32.740	5.135	-84,3
Área total licenciada (m²)	121.821	119.970	-1,5

Fuente: (Cámara de comercio de Bucaramanga, 2017)

Gráfica 1. Crecimiento promedio en edificaciones para el 2017



Fuente: (Cámara de comercio de Bucaramanga, 2017).

Una de las cifras que más sorprende es la del PIB de edificaciones por cada 10 mil habitantes, que sitúa a Santander en el primer lugar por regiones del país. Además, este sector ha

ganado 2,3 puntos porcentuales en participación en el PIB de edificaciones nacional, siendo el segundo entre las 5 economías más sólidas. Esto se debe al crecimiento de los principales centros urbanos en el departamento, con especial atención en el área metropolitana de Bucaramanga, que ha expandido no solo su población, sino también los niveles de emprendimiento en todas las áreas económicas generando una de las mayores tasas de ocupación en Colombia y por consiguiente estimulando el acceso a créditos hipotecarios (Cámara de comercio de Bucaramanga, 2017).

Adicional a esto, La Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) (2016) señaló en el 2016 que para 2017 el sector edificador apuesta a mantener dinamismo sectorial y su aporte a la economía y al empleo. Pese a la debilidad del contexto macro y la incertidumbre económica, la ejecución de la política de vivienda del Gobierno Nacional será un factor determinante para lograr ese desempeño.

Por lo tanto, un sistema de almacenamiento para Inserco S.A. es importante ya que es una empresa con trayectoria de 30 años en la ciudad de Bucaramanga prestadora ubicándose en la mente de los clientes como prestadora del servicio de alquiler, fabricación, distribución, y mantenimiento de equipos para la construcción.

En la actualidad el inventario presenta contratiempos por la ubicación y método de almacenamiento de la formaleta en la bodega. La empresa no realiza un seguimiento a la rotación de los productos con la periodicidad ni rigurosidad que lo amerita.

Con la ayuda de la metodología del sistema ABC formulada por Ballou (2004) en su libro “Logística, administración de la cadena de suministro” se pretende organizar y estructurar la bodega de manera adecuada para que los colaboradores conozcan la ubicación de los productos y adicionalmente estos se encuentren ubicados por su volumen de ventas, de manera que los artículos con mayor rotación se ubiquen cerca del punto de despacho.

Por este motivo, se plantea mediante este proyecto la necesidad de optimizar las labores de almacenamiento y entrega de los productos, rediseñando el lugar de acopio para así poder prestar un servicio eficaz y eficiente a los clientes.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Diseñar un sistema para la logística de almacenamiento en Inserco S.A. para prestar un mejor servicio al cliente

5.2 Objetivos específicos

Caracterizar el proceso de despacho de pedidos en la bodega en Inserco S.A.

Recolectar y analizar información del volumen de unidades de formaleta en alquiler de los productos que se almacenan en la bodega.

Determinar la ubicación de los productos en la bodega de almacenamiento con base en la metodología ABC.

6 Marco teórico

6.1 Formaleta (Encofrados)

Se le llama encofrado al molde destinado a darle al hormigón la forma y la dimensión deseada. Se compone de dos tipos de elementos distintos contruidos para que el desencofrado resulte fácil y cómodo; estos son los elementos de molde y los elementos de refuerzo. Estos dos elementos deben estar en condiciones de soportar, sin deformación perjudicial o visible, las cargas a que se les someta durante la ejecución (SENA, 1986).

6.1.1 Cucarachas (Grapa)

Accesorio para alinear y unir los paneles o formaletas entre sí. Transmite carga entre ellos, y deben colocar siempre en la perforación interna de la banda lateral para mejorar el cierre entre módulos (Formesan, 2010).

6.1.2 Elementos de molde

Dan al hormigón la forma y el acabado previstos. Puede estar compuesto de tablas de madera, tableros prefabricados, triplex o multiplex (SENA, 1986).

6.1.3 Elementos de apoyo y refuerzo

Deben garantizar la resistencia y la permanencia de la forma del encofrado. Se elaboran con puntales, vigas, riostras y acoplamientos (SENA, 1986).

6.2 Almacenamiento

De acuerdo con Ballou (2004), hay cuatro razones básicas para usar un espacio de almacenamiento: reducir costos de producción-transportación, coordinar la oferta y la demanda, ayudar en el proceso de producción y ayudar en el proceso de marketing.

La primera razón se basa en el hecho de que el almacenamiento e inventario son gastos añadidos que pueden compensarse con costos bajos si se logra mejorar la eficiencia en la transportación y la producción.

En lo referente a la coordinación de la oferta y la demanda, el almacenamiento se hace necesario debido a las variaciones en las unidades demandadas, ya sea de naturaleza estacional o estacionaria.

Las necesidades de producción se presentan cuando los productos requieren tiempo para madurar, como los quesos, vinos, entre otros. Adicional a esto, el almacenamiento sirve para retrasar el pago de impuestos en productos gravados. Por otro lado, el almacenamiento cumple necesidades de producción cuando se usa para dar valor agregado al producto de acuerdo con las necesidades del cliente.

6.2.1 Funciones del almacenamiento

Según Ballou (2004), estas instalaciones cumplen cuatro funciones principales: mantenimiento o pertenencia, consolidación, carga fraccionada o mezcla. Cabe resaltar que los almacenes no cumplen en todos los casos una única necesidad, pueden usarse para suplir varias simultáneamente.

Cuando se usan para el mantenimiento, se hace para suministrar protección y dar cabida ordenada a los inventarios. Las instalaciones varían desde el almacenamiento a largo plazo especializado hasta la mercancía de propósitos generales.

Si se compran productos desde varios puntos de origen puede establecerse un único punto de consolidación con el fin de reducir los costos y hacer viajar a los pequeños pedidos en uno mucho más grande.

La carga fraccionada es lo opuesto a la consolidación, cuando llega un pedido, es necesario dividirlo en cargas más pequeñas para llevarlo al cliente final.

6.3 Factores clave

De acuerdo con Negocios Globales: Logística, Transporte, Distribución (2011), las compañías están preocupadas de tres aspectos fundamentales.

Seguridad: tanto a nivel perimetral como interior, para protegerse contra robos internos y externos, principalmente a través de sistemas de circuito cerrado de televisión. Este requerimiento, además, incluye protección contra siniestros y desastres naturales, como incendios y sismos de gran magnitud.

Sustentabilidad: más que nunca las empresas están preocupadas del cuidado del medioambiente y su relación armónica con el entorno. Asimismo, están interesadas en trabajar en construcciones sustentables, que les permitan racionalizar su consumo de energía y ser eficientes en términos energéticos.

Comodidad: es necesario, cada vez más, que los camiones puedan ingresar rápidamente a las instalaciones, que puedan maniobrar fácilmente y salir sin inconvenientes.

6.3.1 Conocimiento integral del negocio

Al comenzar un proyecto de diseño de un centro de distribución, el principal análisis que debe hacer la empresa es cómo sus productos se dispondrán en las bodegas a construir, lo que implica dimensionar todos los SKU que maneja, para establecer de la forma más precisa sus necesidades de espacio y movimiento. Junto con eso, posteriormente es vital conocer la variable de la periodicidad con que esos productos rotan al interior de las organizaciones y la cantidad de carga que se almacena. Esto, debido a que los volúmenes de almacenaje son tan gravitantes como los flujos de éstos al interior de una instalación.

Al tener claras variables como producto, reposición y volumen, los especialistas en logística pueden dimensionar el tipo y tamaño de bodega que una empresa necesita. "Luego, dependiendo del tipo de producto -si se trata de carga seca, refrigerada o congelada, o peligrosa, por ejemplo- es necesario definir el tipo de estructura de almacenaje que se utilizará".

De esta forma, explica el profesional, es posible entender que el contenido de una bodega está estrechamente vinculado con su diseño y que son determinantes, a la hora definir la distribución interior, los espacios de pasillos y la altura, entre otras variables. "Una vez que la empresa a cargo del diseño de una bodega o centro de distribución conoce y entiende el negocio de su cliente, ahí recién está en condiciones de desarrollar un layout acorde a su quehacer", indica.

6.3.2 Un diseño a la medida

El tipo de carga y su dinámica de almacenamiento y distribución impacta de forma directa en el diseño de un galpón de este tipo, porque dependiendo de cómo se cargan los camiones y la manera en que se llevan a cabo los procesos de picking, entre otros, se conforma el layout particular de cada bodega. Asimismo, también se diferencian externamente por las áreas de servicio que incluyen y por especificaciones como la cantidad de oficinas incluidas.

Prácticamente, señala el arquitecto, cada proyecto de construcción para centro de distribución es un desarrollo "a la medida" y el layout de cada uno se establece a partir de la dinámica interna que cada empresa ha definido conforme a su estrategia. Es así, por ejemplo, como existen centros de distribución con bodegas a piso y otras con andén, dependiendo del tipo de negocio y distribución. Como señala el arquitecto, "en los aspectos exteriores, las estructuras utilizadas actualmente son bastante similares entre sí; la diferencia está en cómo se arma el layout interior, conforme a las necesidades de cada negocio".

6.3.3 Planeación para el diseño y operación

Esta planeación implica una decisión en el largo plazo para el almacenamiento temporal del producto. Estas decisiones representan por ende un costo por lo que debe hacerse para garantizar que, durante un largo periodo de tiempo, el diseño operará de manera eficiente.

6.3.3.1 Dimensión de la instalación

El tamaño es un factor importante en el diseño de las instalaciones. Una vez definido el tamaño, este actuará como una restricción sobre las operaciones del almacén. El tamaño es decisivo porque con el tiempo, el diseño al interior puede llegar a cambiar, pero el tamaño probablemente permanezca durante varios años.

6.4 Modelo ABC para el almacenamiento

A continuación, se presenta la metodología para el control agregado de inventarios bajo la metodología ABC del autor Ballou (2004).

Para el control agregado de inventarios es necesario diferenciar los productos en un número limitado de categorías, y generar una política separada de control de inventarios para cada categoría.

Esto se debe a que no todos los productos son de igual importancia para una empresa en términos de ventas, márgenes de beneficios, cuota de mercado o competitividad. Al aplicar políticas de inventarios a estos diferentes grupos, pueden lograrse, con niveles más bajos de inventarios, los objetivos del servicio de inventarios, en lugar de utilizar una política aplicada directamente a todos los productos.

Los productos de una empresa normalmente están en varias etapas de sus ciclos de vida, y por lo tanto contribuyen de manera desproporcionada a las ventas y a las ganancias. Esta relación desproporcionada entre el porcentaje de los artículos en el inventario y el porcentaje de ventas se

ha llamado en general “el principio 80 - 20”, aunque no siempre exactamente el 20% de los artículos representa al 80% de las ventas.

El principio 80 - 20 sirve como base para la clasificación ABC de los artículos. Los artículos A normalmente son los que se mueven rápido, los artículos B los que se mueven en término medio y los artículos C los que se mueven despacio. No hay una forma precisa para agrupar los artículos, si en una categoría o en otra, o incluso de determinar el número de categorías por usar. Sin embargo, clasificar los artículos por grado de ventas y luego dividirlos en unas cuantas categorías es una forma de comenzar.

7 Diseño metodológico

Con el fin de diseñar la logística para la bodega de almacenamiento de productos en Inserco S.A. es necesario llevar a cabo un estudio propositivo. El estudio será transversal ya que se hace en un único momento en la línea de tiempo. La unidad de estudio es la bodega de almacenamiento. La fuente de información es primaria ya que proviene de los datos históricos de ventas de la compañía.

Para iniciar, se debe caracterizar el proceso de almacenamiento y despacho de productos en la bodega con el fin de identificar posibles irregularidades y situaciones problema que deban corregirse, para este fin se consultará al encargado de bodega, luego la fuente de información será primaria.

A continuación, se debe caracterizar la oferta de productos y servicios que requieren almacenamiento en Inserco S.A. Para caracterizar estos productos es necesario definir aspectos como altura, ancho, profundidad y estudiar las condiciones de almacenamiento de cada ítem; por lo tanto, la fuente de información es primaria dado que proviene directamente de los encargados de la fabricación y almacenamiento del producto.

Una vez definidas estas variables, es necesario estudiar la demanda de cada uno de los productos para determinar la rotación del inventario y preparar el almacenamiento de los artículos con base en la utilización del espacio. Para ello se hace necesario estudiar las dimensiones de la bodega, la capacidad de almacenamiento de la misma, el mobiliario de almacenamiento utilizado y la posibilidad de modificar la ubicación del mobiliario en el espacio. Para esta información la fuente será primaria proveniente del encargado de bodega.

Finalmente, se procede a diseñar el sistema logístico de almacenamiento de bodega teniendo en cuenta la rotación de inventario, el volumen de ventas, las condiciones de almacenamiento y las restricciones de bodega.

8 Caracterización del sistema logístico (proceso actual)

El sistema logístico inicia cuando se realiza la recepción del pedido de alquiler de formaleta metálica. Esta recepción de pedido la realiza cualquier de los 3 colaboradores encargados: jefe de operaciones, auxiliar de operaciones y jefe de servicios. Sin embargo, el diligenciamiento del formato de solicitud de pedido está a cargo únicamente del jefe de servicios.

Una vez se ha generado el formato, este se envía al despachador, ubicado en el área de almacenamiento encargado de procesar el pedido y verificar el inventario de producto terminado, en caso de no contarse con las unidades necesarias, le comunica

Cuando se ha determinado que se cuenta con los ítems necesarios para completar el pedido, el despachador se comunica con los operarios para proceder a limpiar las formaletas, aplicar líquido desencofrante y organizar en estibas el pedido.

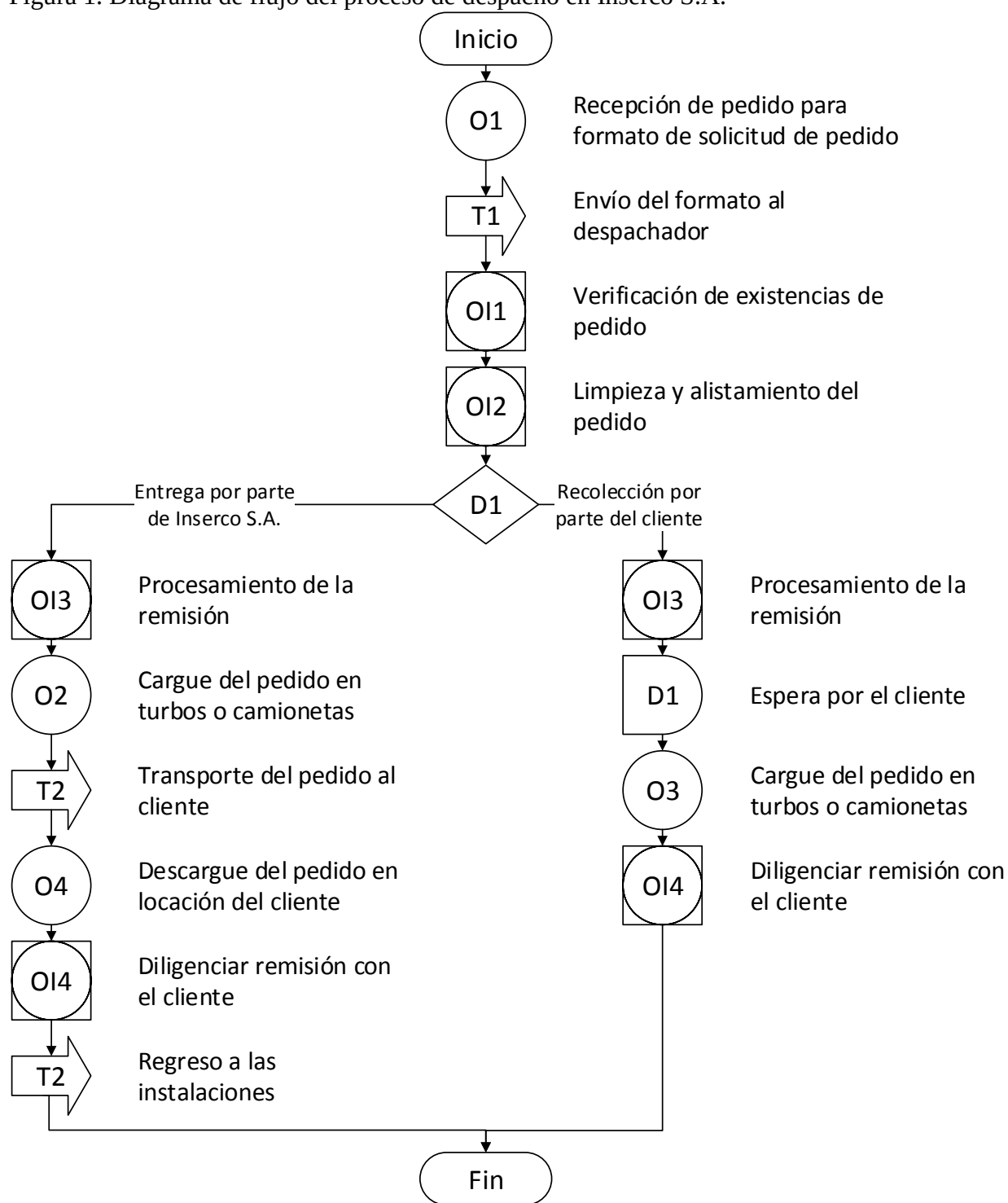
La entrega se hace de acuerdo con un acuerdo con el cliente, Inserco S.A. puede transportar los artículos hasta la obra del cliente o este puede recoger las formaletas en el punto de fábrica.

En caso de que Inserco S.A. se encargue de la entrega, el jefe de servicios procesa la remisión y comunica a los operarios que empiecen a cargar el pedido en Turbos o camionetas. Un conductor y un operario viajan con el pedido para hacer el descargue en el punto y el conductor se encarga de llenar la remisión que debe llevar la hora de entrega, la fecha, su firma y la firma del cliente.

Si el cliente decide recoger su pedido en Inserco S.A., el jefe de servicios procesa la remisión y comunica y espera al conductor del cliente para comunicarle a los operarios que empiecen a cargar el pedido. Finalmente, el despachador llena la remisión con la hora de entrega, la fecha, su firma y la firma del cliente.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso del sistema logístico.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de despacho en Inserco S.A.



Fuente: (Morales, 2017)

9 Clasificación ABC

Se lleva a cabo este modelo de inventarios (ABC) del autor Ballou (2004), ya que como su autor lo indica, para el control agregado de inventarios es necesario diferenciar los productos en un número limitado de categorías, y generar una política separada de control de inventarios para cada categoría.

De acuerdo Huertas & Verastegui (2011) en su artículo titulado “Modelo de manejo de inventarios para una empresa de alquiler de equipos de construcción” mencionan que cuando se trabaja con este tipo de productos es esencial poder determinar el tipo de maquinaria que se tiene y buscar la priorización de manejo del inventario según su importancia dentro de la empresa, por esto es necesario recurrir a la clasificación ABC el cual consiste en clasificar los equipos en costo unitario, costo total y/o costo de inversión y clasificarlos.

A Son productos y/o equipos que brindan la mayor utilidad del negocio

B Son productos y/o equipos moderadamente importantes

C Son productos con menor beneficio.

Esto se debe a que no todos los productos son de igual importancia para una empresa en términos de ventas, márgenes de beneficios, cuota de mercado o competitividad. Por lo tanto, al aplicar políticas de inventarios a estos diferentes grupos, pueden lograrse, con niveles más bajos de inventarios, los objetivos del servicio de inventarios, en lugar de utilizar una política aplicada directamente a todos los productos.

La línea de productos de Inserco S.A. está conformada por artículos individuales en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida y con diferentes grados de éxito de ventas. Esto da lugar al fenómeno de productos conocido como la curva 80-20 (Ballou, 2004).

Esto significa que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos en la línea de productos, y del principio conocido como la ley de Pareto: el 80% de las ventas de una empresa se generan por 20% de los artículos de la línea de productos.

Por supuesto, no es común observar una relación exacta 80-20. En la Tabla 3 se presenta la clasificación ABC de los productos de Inserco. En la primera columna se presenta el rango del producto con base en el volumen de alquiler. Luego, se presenta el valor de ingresos diarios por alquiler, el porcentaje y el acumulado. Finalmente, se muestra la categorización, los productos A contienen el 20% de las ventas, los B contienen el 50% y los C el restante.

Tabla 3. Clasificación ABC de 36 productos de Inserco S.A.

Referencia	Rango	ID ¹ (\$)	% ID	% ID Ac ²	% Ac art.	Categoría
Cucarachas de 3/8" Marcadas	1	494.975	21%	21%	3%	A
Formaleta Metálica 24" x 48"	2	447.720	19%	41%	6%	A
Formaleta Metálica 12" x 48"	3	318.080	14%	55%	8%	A
Formaleta Metálica 16" x 48"	4	148.320	6%	61%	11%	A
Ganchos Tensores de 3/8"	5	110.580	5%	66%	14%	A
Formaleta Metálica 20" x 48"	6	82.460	4%	69%	17%	A
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	7	71.000	3%	72%	19%	A
Formaleta Metálica 10" x 48"	8	65.100	3%	75%	22%	B
Formaleta Metálica 8" x 48"	9	63.440	3%	78%	25%	B
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	10	62.750	3%	81%	28%	B
Formaleta Metálica 6" x 48"	11	59.020	3%	83%	31%	B
Ángulo de 48 pulgadas	12	55.760	2%	86%	33%	B
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	13	49.000	2%	88%	36%	B
Pines Cortos de 9 Milímetros Marcados	14	41.565	2%	90%	39%	B
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	15	41.300	2%	91%	42%	B
Formaleta Metálica 4" x 48"	16	37.840	2%	93%	44%	B
Ángulo de 24 pulgadas	17	32.065	1%	94%	47%	B
Formaleta Metálica 18" x 48"	18	22.940	1%	95%	50%	B
Formaleta Metálica 14" x 48"	19	19.800	1%	96%	53%	C
Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	20	12.750	1%	97%	56%	C
Formaleta Metálica 9" x 48"	21	12.600	1%	97%	58%	C
Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	22	12.240	1%	98%	61%	C
Formaleta Metálica 15" x 48"	23	9.900	0%	98%	64%	C
Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	24	9.875	0%	99%	67%	C

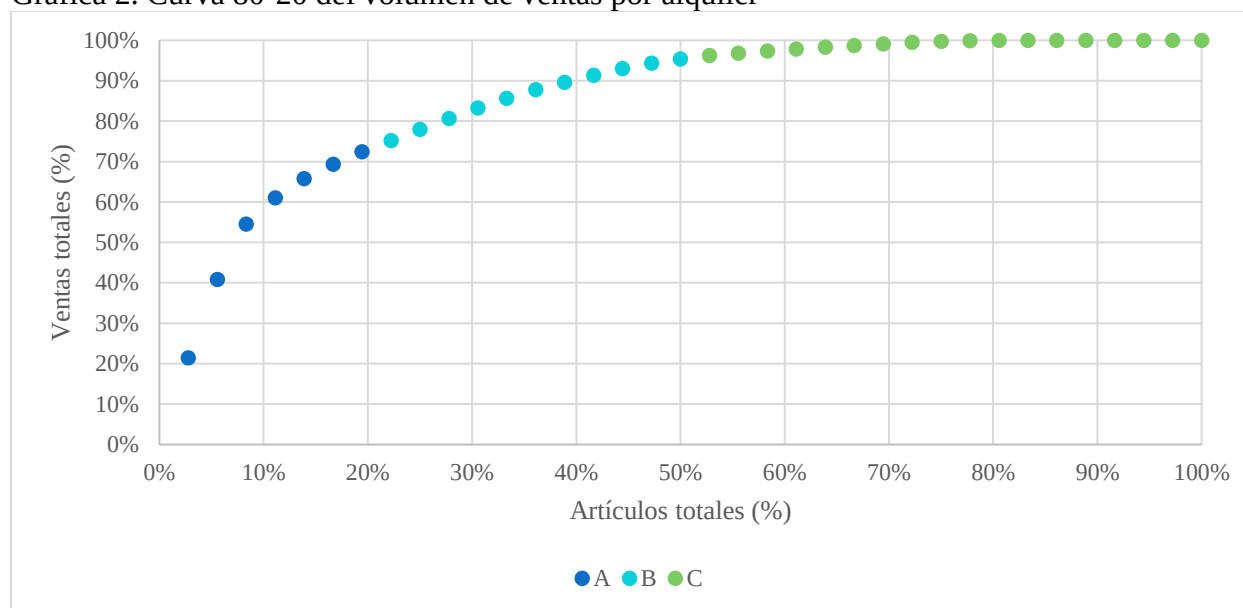
¹ Ingreso diario: ingreso por préstamo de unidades de la referencia diariamente. Se obtuvo de un promedio estimado por el departamento de cartera.

² Acumulado

Referencia	Rango	ID ¹ (\$)	% ID	% ID Ac ²	% Ac art.	Categoría
Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	25	9.000	0%	99%	69%	C
Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	26	8.550	0%	99%	72%	C
Formaleta Metálica 7" x 48"	27	5.980	0%	100%	75%	C
Formaleta Metálica 22" x 48"	28	3.420	0%	100%	78%	C
Pines Cortos de 9 milímetros	29	1.107	0%	100%	81%	C
Formaleta Metálica 3" x 48"	30	720	0%	100%	83%	C
Formaleta Metálica 2" x 48"	31	540	0%	100%	86%	C
Formaleta Metálica 5" x 48"	32	220	0%	100%	89%	C
Pines Largos de 9 milímetros	33	99	0%	100%	92%	C
Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	34	-	0%	100%	94%	C
Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	35	-	0%	100%	97%	C
Formaleta Metálica 11" x 48"	36	-	0%	100%	100%	C
Total		2.310.716	100%			

Fuente: (Inserco S.A., 2017).

Gráfica 2. Curva 80-20 del volumen de ventas por alquiler



Fuente: (Inserco S.A., 2017).

Al observar el Gráfica 2 se nota que no se cumple estrictamente la relación 80-20, para este caso, el 80% de las ventas son producidas por cerca del 28% de los productos. El concepto 80-20 se hace útil para planear la distribución ya que los productos se agrupan o clasifican según su actividad de ventas y su orden de cargue en el camión para despacho.

9.1 Estimación de la inversión en el inventario

De acuerdo con Ballou (2004) para propósitos analíticos, es útil describir la curva 80-20 matemáticamente.

$$Y = \frac{(1 + A)X}{A + X}$$

Donde,

Y = fracción acumulativa de ventas

X = fracción acumulativa de artículos

A = una constante por determinarse

La constante A puede hallarse si se manipula la ecuación donde se conoce la relación entre Y y X . Por ejemplo, para Inserco S.A., el 22% de los artículos representan el 75% del alquiler.

$$A = \frac{X(1 - Y)}{Y - X}$$

$$A = \frac{0,22(1 - 0,75)}{0,75 - 0,22} = 0,1039$$

Así mismo, en la Tabla 4 se presenta el valor de $A=0,09$ usando la herramienta Solver de Excel para minimizar el “Error Cuadrado Medio” (E.C.M).

Una vez se ha determinado A , se procede a generar los valores de Y estimados para cada producto. A continuación, se presenta la estimación para las “Cucarachas de 3/8" marcadas”

$$Y = \frac{(1 + 0,09) * 0,03}{0,09 + 0,03} = 26\%$$

Tabla 4. Método de ajuste de curva por mínimos cuadrados del error

Referencia	Rango	Y	X	A	Y'	E ³	CE ⁴
Cucarachas de 3/8" Marcadas	1	0,21	0,03	0,09	0,26	0,0428	0,00183
Formaleta Metálica 24" x 48"	2	0,41	0,06		0,42	0,0080	0,00006
Formaleta Metálica 12" x 48"	3	0,55	0,08		0,52	-0,0216	0,00047

³ E: Error

⁴ CE: Cuadrado del error

Formaleta Metálica 16" x 48"	4	0,61	0,11		0,60	-0,0076	0,00006
Ganchos Tensores de 3/8"	5	0,66	0,14		0,66	0,0037	0,00001
Formaleta Metálica 20" x 48"	6	0,69	0,17		0,71	0,0144	0,00021
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	7	0,72	0,19		0,75	0,0210	0,00044
Formaleta Metálica 10" x 48"	8	0,75	0,22		0,78	0,0235	0,00055
Formaleta Metálica 8" x 48"	9	0,78	0,25		0,80	0,0217	0,00047
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	10	0,81	0,28		0,82	0,0164	0,00027
Formaleta Metálica 6" x 48"	11	0,83	0,31		0,84	0,0096	0,00009
Ángulo de 48 pulgadas	12	0,86	0,33		0,86	0,0017	0,00000
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	13	0,88	0,36		0,87	-0,0052	0,00003
Pines Cortos de 9 Milímetros Marcados	14	0,90	0,39		0,89	-0,0106	0,00011
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	15	0,91	0,42		0,90	-0,0172	0,00030
Formaleta Metálica 4" x 48"	16	0,93	0,44		0,91	-0,0235	0,00055
Ángulo de 24 pulgadas	17	0,94	0,47		0,92	-0,0284	0,00080
Formaleta Metálica 18" x 48"	18	0,95	0,50		0,92	-0,0301	0,00090
Formaleta Metálica 14" x 48"	19	0,96	0,53		0,93	-0,0312	0,00097
Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	20	0,97	0,56		0,94	-0,0298	0,00089
Formaleta Metálica 9" x 48"	21	0,97	0,58		0,94	-0,0290	0,00084
Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	22	0,98	0,61		0,95	-0,0285	0,00081
Formaleta Metálica 15" x 48"	23	0,98	0,64		0,96	-0,0275	0,00076
Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	24	0,99	0,67		0,96	-0,0268	0,00072
Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	25	0,99	0,69		0,96	-0,0261	0,00068
Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	26	0,99	0,72		0,97	-0,0256	0,00065
Formaleta Metálica 7" x 48"	27	1,00	0,75		0,97	-0,0241	0,00058
Formaleta Metálica 22" x 48"	28	1,00	0,78		0,98	-0,0219	0,00048
Pines Cortos de 9 milímetros	29	1,00	0,81		0,98	-0,0189	0,00036
Formaleta Metálica 3" x 48"	30	1,00	0,83		0,98	-0,0159	0,00025
Formaleta Metálica 2" x 48"	31	1,00	0,86		0,99	-0,0130	0,00017
Formaleta Metálica 5" x 48"	32	1,00	0,89		0,99	-0,0102	0,00010
Pines Largos de 9 milímetros	33	1,00	0,92		0,99	-0,0075	0,00006
Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	34	1,00	0,94		1,00	-0,0048	0,00002
Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	35	1,00	0,97		1,00	-0,0024	0,00001
Formaleta Metálica 11" x 48"	36	1,00	1,00		1,00	0,0000	0,00000
Total						E.C.M	0,00043

Fuente: Autor

Con base en cada valor de “Y” y la estimación para el alquiler del 2017 con base en las del año 2016 que estuvieron alrededor de los 935.000.000 y se usan como parámetro para estimar las del 2017

$$\text{Ingreso anual estimado acumulado} = 935.000.000 * Y$$

$$\text{Ingreso anual acumulado cucarachas} = 935.000.000 * 0,27 = 240.331.975$$

Por lo tanto, para las cucarachas se esperan unas ventas anuales de 240.331.975 en el 2017.

En la Tabla 5 se presenta la estimación para cada una de las referencias teniendo en cuenta la constante A hallada.

Tabla 5. Estimación del alquiler para el 2017

Referencia	Y'	Alquiler
Cucarachas de 3/8" Marcadas	26%	240.331.975
Formaleta Metálica 24" x 48"	42%	388.945.818
Formaleta Metálica 12" x 48"	52%	489.932.091
Formaleta Metálica 16" x 48"	60%	563.024.163
Ganchos Tensores de 3/8"	66%	618.376.871
Formaleta Metálica 20" x 48"	71%	661.749.335
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	75%	696.651.165
Formaleta Metálica 10" x 48"	78%	725.343.071
Formaleta Metálica 8" x 48"	80%	749.347.012
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	82%	769.725.162
Formaleta Metálica 6" x 48"	84%	787.241.346
Ángulo de 48 pulgadas	86%	802.458.918
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	87%	815.802.481
Pines Cortos de 9 Milímetros Marcados	89%	827.598.127
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	90%	838.100.438
Formaleta Metálica 4" x 48"	91%	847.511.071
Ángulo de 24 pulgadas	92%	855.991.829
Formaleta Metálica 18" x 48"	92%	863.674.048
Formaleta Metálica 14" x 48"	93%	870.665.440
Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	94%	877.055.181
Formaleta Metálica 9" x 48"	94%	882.917.729
Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	95%	888.315.746
Formaleta Metálica 15" x 48"	96%	893.302.339
Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	96%	897.922.818
Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	96%	902.216.075
Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	97%	906.215.683
Formaleta Metálica 7" x 48"	97%	909.950.772
Formaleta Metálica 22" x 48"	98%	913.446.744
Pines Cortos de 9 milímetros	98%	916.725.848
Formaleta Metálica 3" x 48"	98%	919.807.658
Formaleta Metálica 2" x 48"	99%	922.709.459
Formaleta Metálica 5" x 48"	99%	925.446.576
Pines Largos de 9 milímetros	99%	928.032.640
Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	100%	930.479.820
Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	100%	932.799.012
Formaleta Metálica 11" x 48"	100%	935.000.000

Fuente: Autor

De acuerdo con Ballou (2004), es adecuado mantener una política de inventario distinta para los diferentes grupos de productos. La relación del coeficiente de rotación para los artículos A es de 5 a 1, para los artículos B es de 3 a 1, y para los artículos C es de 1 a 1, con base en los artículos alquilados con respecto al total como se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Cálculo de la relación del coeficiente de rotación

Categoría	Alquiler	Existencias	% Alquiler	Relación coeficiente de rotación
A	24.652	29.060	85%	5 a 1
B	5.517	7.105	78%	3 a 1
C	622	1.669	37%	1 a 1

Fuente: Autor con base en (Inserco S.A., 2017).

La interpretación de la relación coeficiente de rotación es la siguiente, para los productos en la categoría A, de cada 6 artículos, 5 se encuentran alquilados y 1 se encuentra en inventario. Es decir, si se suman todas las existencias de los artículos A, por cada 5 artículos en alquiler hay 1 en inventario; este dato se obtuvo teniendo en cuenta las unidades totales de la empresa y las unidades en alquiler durante el primer trimestre de 2017.

Esta relación de coeficiente de rotación aparece si se suman todas unidades en alquiler entre el mes de enero y febrero en cada una de las categorías como se presenta en la Tabla 7 y la Tabla 9. Para la categoría A se tienen un total de 24.652 unidades con 29.060 en existencias.

Tabla 7. Alquiler por referencias entre enero y marzo de 2017

Referencia	Alquilados	Existencias	Categoría	Alquilados Ref.
Cucarachas de 3/8" Marcadas	19.799	22.564	A	24.652
Formaleta Metálica 24" x 48"	1.148	1.545	A	
Formaleta Metálica 12" x 48"	994	618	A	
Formaleta Metálica 16" x 48"	412	496	A	
Ganchos Tensores de 3/8"	1.940	3.381	A	
Formaleta Metálica 20" x 48"	217	297	A	
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	142	159	A	5.517
Formaleta Metálica 10" x 48"	217	329	B	
Formaleta Metálica 8" x 48"	244	255	B	
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	251	248	B	

Referencia	Alquilados	Existencias	Categoría	Alquilados Ref.
Formaleta Metálica 6" x 48"	227	387	B	622
Ángulo de 48 pulgadas	697	874	B	
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	175	185	B	
Pines Cortos de 9 Milímetros Marcados	2.771	3.599	B	
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	118	97	B	
Formaleta Metálica 4" x 48"	172	207	B	
Ángulo de 24 pulgadas	583	817	B	
Formaleta Metálica 18" x 48"	62	107	B	
Formaleta Metálica 14" x 48"	60	232	C	
Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	85	186	C	
Formaleta Metálica 9" x 48"	45	81	C	
Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	72	124	C	
Formaleta Metálica 15" x 48"	30	21	C	
Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	79	77	C	
Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	20	23	C	
Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	57	238	C	
Formaleta Metálica 7" x 48"	23	51	C	
Formaleta Metálica 22" x 48"	9	50	C	
Pines Cortos de 9 Milímetros	123	100	C	
Formaleta Metálica 3" x 48"	4	20	C	
Formaleta Metálica 2" x 48"	3	74	C	
Formaleta Metálica 5" x 48"	1	39	C	
Pines Largos de 9 Milímetros	11	188	C	
Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	-	7	C	
Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	-	57	C	
Formaleta Metálica 11" x 48"	-	101	C	
Total	30.791			30.791

Fuente: (Inserco S.A., 2017).

Para determinar el ingreso diario se tuvo en cuenta la lista de precios que se presenta en la Tabla 8. Para el ingreso anual se tuvieron en cuenta los 365 días del año, ya que en el alquiler de estos artículos se tiene en cuenta días hábiles y festivos.

Tabla 8. Lista de precios de alquiler diario en Inserco S.A.

Artículo	Precio	Artículo	Precio
Cucarachas de 3/8" Marcadas	25	Formaleta Metálica 14" x 48"	330
Formaleta Metálica 24" x 48"	390	Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	150
Formaleta Metálica 12" x 48"	320	Formaleta Metálica 9" x 48"	280

Artículo	Precio	Artículo	Precio
Formaleta Metálica 16" x 48"	360	Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	170
Ganchos Tensores de 3/8"	57	Formaleta Metálica 15" x 48"	330
Formaleta Metálica 20" x 48"	380	Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	125
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	500	Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	450
Formaleta Metálica 10" x 48"	300	Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	150
Formaleta Metálica 8" x 48"	260	Formaleta Metálica 7" x 48"	260
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	250	Formaleta Metálica 22" x 48"	380
Formaleta Metálica 6" x 48"	260	Pines Cortos de 9 milímetros	9
Ángulo de 48 pulgadas	80	Formaleta Metálica 3" x 48"	180
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	280	Formaleta Metálica 2" x 48"	180
Pines Cortos de 9 milímetros Marcados	15	Formaleta Metálica 5" x 48"	220
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	350	Pines Largos de 9 milímetros	9
Formaleta Metálica 4" x 48"	220	Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	125
Ángulo de 24 pulgadas	55	Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	150
Formaleta Metálica 18" x 48"	370	Formaleta Metálica 11" x 48"	300

Fuente: (Inserco S.A., 2017).

10 Ubicación de existencias

Con el fin de determinar la ubicación de las existencias en la bodega de Inserco S.A., en este capítulo se analiza el alquiler teniendo en cuenta no el ingreso sino el número de unidades.

En la Tabla 9 se presentan las unidades en arriendo para el primer trimestre del año 2017. En la primera columna se presentan los ítems en arriendo a principio de año. Luego, en cada uno de los controles de inventario se muestra el movimiento semanal de unidades a partir de los nuevos pedidos. En la penúltima columna se presenta el total de unidades en arriendo y con base en el total se calcula la participación de las referencias en el volumen de ventas.

Tabla 9. Unidades en alquiler para el trimestre enero-marzo de 2017 en Inserco S.A.

Descripción	2-ene	10-ene	17-ene	24-ene	30-ene	8-feb	13-feb	20-feb	28-feb	9-mar	21-mar	23-mar	31-mar	Total	Part ⁵
Cucarachas de 3/8" Marcadas	14.033	-	-	-	-	3.143	-	2.623	-	-	-	-	-	19.799	64,30%
Pines Cortos de 9 Milímetros Marcados	1.094	-	-	-	1.088	73	-	-	496	20	-	-	-	2.771	9,00%
Ganchos Tensores de 3/8"	1.255	-	-	8	537	-	-	82	58	-	-	-	-	1.940	6,30%
Formaleta Metálica 24" x 48"	615	-	-	97	189	-	-	-	156	91	-	-	-	1.148	3,73%
Formaleta Metálica 12" x 48"	349	156	-	-	48	-	52	65	-	-	-	324	-	994	3,23%
Ángulo de 48 pulgadas	471	-	110	-	4	8	15	89	-	-	-	-	-	697	2,26%
Ángulo de 24 pulgadas	433	-	-	-	24	-	53	73	-	-	-	-	-	583	1,89%
Formaleta Metálica 16" x 48"	194	10	-	-	36	111	-	-	40	-	-	21	-	412	1,34%
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	170	-	-	27	-	-	-	32	18	-	-	4	-	251	0,82%
Formaleta Metálica 8" x 48"	153	-	-	12	-	-	-	16	63	-	-	-	-	244	0,79%
Formaleta Metálica 6" x 48"	139	13	-	1	1	7	-	-	28	-	-	-	38	227	0,74%
Formaleta Metálica 10" x 48"	85	-	-	-	-	35	-	-	13	57	-	-	27	217	0,70%
Formaleta Metálica 20" x 48"	201	-	-	-	2	-	-	7	7	-	-	-	-	217	0,70%
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	141	-	-	-	2	14	-	-	18	-	-	-	-	175	0,57%
Formaleta Metálica 4" x 48"	157	-	-	-	3	-	-	8	4	-	-	-	-	172	0,56%
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	51	-	-	21	-	58	2	-	-	-	-	-	10	142	0,46%
Pines Cortos de 9 Milímetros	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	0,40%
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	69	-	-	11	2	-	4	32	-	-	-	-	-	118	0,38%
Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	66	-	-	6	7	-	-	6	-	-	-	-	-	85	0,28%

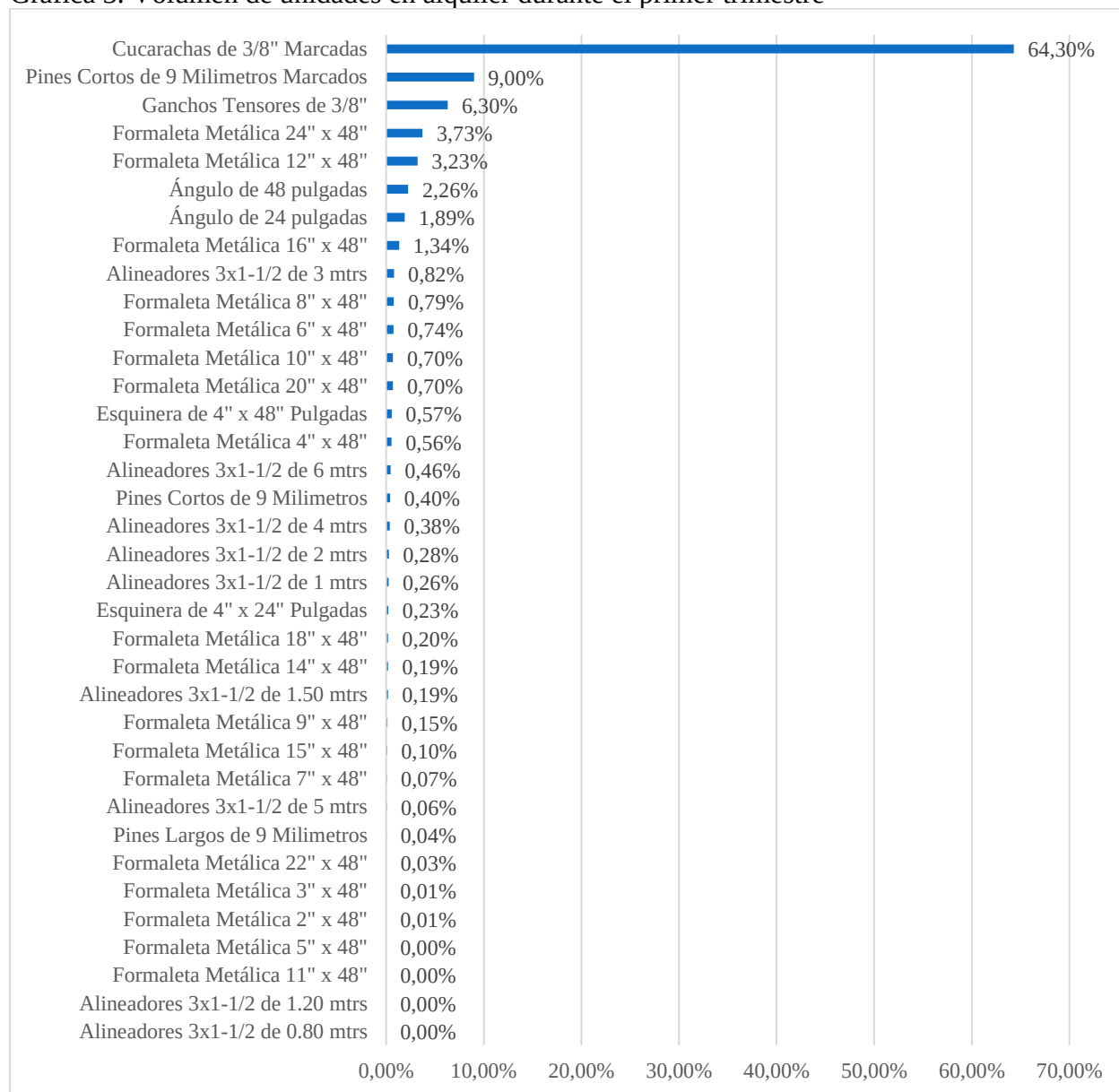
⁵ Participación

Descripción	2-ene	10-ene	17-ene	24-ene	30-ene	8-feb	13-feb	20-feb	28-feb	9-mar	21-mar	23-mar	31-mar	Total	Part ⁵
Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	63	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	0,26%
Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	0,23%
Formaleta Metálica 18" x 48"	24	-	-	-	27	-	-	-	-	-	11	-	-	62	0,20%
Formaleta Metálica 14" x 48"	43	-	-	-	1	16	-	-	-	-	-	-	-	60	0,19%
Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	52	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	57	0,19%
Formaleta Metálica 9" x 48"	41	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	0,15%
Formaleta Metálica 15" x 48"	18	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	30	0,10%
Formaleta Metálica 7" x 48"	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	0,07%
Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	20	0,06%
Pines Largos de 9 Milímetros	1	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	11	0,04%
Formaleta Metálica 22" x 48"	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0,03%
Formaleta Metálica 3" x 48"	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,01%
Formaleta Metálica 2" x 48"	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01%
Formaleta Metálica 5" x 48"	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,00%
Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00%
Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00%
Formaleta Metálica 11" x 48"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00%
Total														30.791	100%

Fuente: (Inserco S.A., 2017)

Con base en la información recolectada en la Tabla 9 se presenta a continuación el gráfico donde se presenta la participación en unidades de cada una de las 36 referencias que se manejan en Inserco S.A.

Gráfica 3. Volumen de unidades en alquiler durante el primer trimestre



Fuente: (Inserco S.A., 2017)

10.1 Decisión de ubicación

Según Ballou (2004), el objetivo de la planeación de ubicación de las existencias es minimizar los costos totales de manejo y esto con frecuencia se traduce en la minimización de la distancia, ya que la recolección de pedidos por lo regular es de mayor interés que el almacenamiento de artículos, puesto que el gasto de mano de obra para recoger la mercancía desde un almacén es mucho mayor que el requerido para almacenarlo.

Para la ubicación Ballou (2004) recomienda también los métodos intuitivos pues son atractivos al proporcionar algunas directrices útiles para la disposición sin la necesidad de utilizar matemáticas de alto nivel. Esta disposición se realiza con base en cuatro criterios: complementariedad, compatibilidad, popularidad y tamaño.

10.2 Complementariedad

La complementariedad se refiere a la idea de que los artículos solicitados, con frecuencia juntos, deberán ubicarse cercanos entre sí (Ballou, 2004). En este caso la complementariedad se da en toda la bodega porque para ensamblar la formaleta es necesario contar con cucarachas, esquineros, alineadores, entre otros.

10.3 Compatibilidad

La compatibilidad incluye la cuestión de si los artículos pueden colocarse en forma práctica uno junto al otro (Ballou, 2004). Para el caso de la formaleta, no existe restricción en su proximidad pues al almacenarse toda mide 48" de largo.

10.4 Popularidad

La disposición por popularidad reconoce que los productos tienen distintos índices de rotación dentro de un almacén, y que el costo de manejo de materiales se relaciona con la distancia recorrida dentro del almacén para localizar y recoger el inventario (Ballou, 2004). En este caso la

popularidad afecta la disposición de la formaleta puesto que al ser más grande requiere mayor costo de mano de obra en el montaje luego se ubicará al inicio para disminuir la distancia recorrida. En contras, las cucarachas requieren poco tiempo de cargue pues en cada saco contiene 100 cucarachas dando lugar a ubicarlas al final de la línea de cargue.

10.5 Tamaño

La disposición por tamaño da la posibilidad de que un mayor número de artículos más pequeños puedan colocarse cerca del punto de salida, o área de escala. Esto sugiere que los costos de manejo pueden minimizarse si el tamaño (volumen cúbico) del artículo se utiliza como la guía de la disposición. Este método es apropiado cuando se concentra alta rotación en los artículos más pequeños (Ballou, 2004). Eso se aplica para las cucarachas que deben ponerse en el camión una vez se ha montado la formaleta para ocupar el espacio restante.

De las cuatro estrategias de disposición presentadas, las que más se ajusta a la naturaleza del alquiler de formaleta son popularidad y tamaño, donde los artículos se almacenan de acuerdo con su tamaño y la ruta del camión dentro de la bodega (se tuvo en cuenta que el camión entra en reversa dentro de la bodega).

En este caso, los productos serán divididos en familias y se ubicarán en la bodega con base en el protocolo de cargue del camión.

10.6 Disposición final

Aunque los artículos tienen diferentes clasificaciones ABC, algunos de ellos comparten el método de almacenamiento, por ejemplo, la formaleta de 24 (Clase A) y la formaleta 18 (Clase B) se almacenan en estibas.

Por lo tanto, se ha tomado la decisión de agruparlos por familias de producto teniendo en cuenta el ABC y los métodos intuitivos. Las familias seleccionadas por métodos de almacenamiento son:

- Cucarachas, pines y ganchos (CPG)
- Formaleta grande o de gran inventario
- Ángulos
- Alineadores
- Formaleta pequeña o de bajo inventario

De acuerdo con la manera como se prepara el pedido en el camión primero deben ir los artículos grandes y luego los pequeños.

Para determinar la cantidad de estantes necesarios se realizó un análisis de almacenamiento de existencias totales para determinar la necesidad de estibas o estantes para las familias de productos.

En la Tabla 10 se presenta el detalle de cantidades, sacos, pilas, capacidades y necesidad de unidades de almacenamiento.

El encargado de bodega suministro la capacidad instalada de cada estiba o estante para cada una de las referencias. Las cucarachas, pines y ganchos (CPG) se almacenan en sacos de 100 (cucarachas, pines) y 50 (ganchos) unidades. El estante tiene capacidad para 350 sacos y con base en las existencias se estima que se requiere un 95% del estante para almacenar todas las referencias, dando espacio para la movilidad de los sacos en el proceso de armado del pedido.

Tabla 10. Necesidad de almacenamiento para CPG, formaleta grande o de gran inventario y ángulos

Descripción	Cantidad total	Cantidad por saco	Sacos por estante	Estantes CPG	Cantidad por estiba	Estibas necesarias	Estibas en plano	Cantidad por pila	Cantidad por estante	Estantes Ángulos
Cucarachas de 3/8" Marcadas	22.564	100	350	0,64						
Pines Cortos de 9 Milímetros Marcados	3.599	100	350	0,10						
Ganchos Tensores de 3/8"	3.381	50	350	0,19						
Formaleta Metálica 24" x 48"	1.545				30	52	17,3			
Formaleta Metálica 12" x 48"	618				60	11	3,7			
Ángulo de 48 pulgadas	874							20	65	0,67
Ángulo de 24 pulgadas	817							20	130	0,31
Formaleta Metálica 16" x 48"	496				45	12	4,0			
Formaleta Metálica 8" x 48"	255				90	3	1,0			
Formaleta Metálica 6" x 48"	387				120	4	1,3			
Formaleta Metálica 10" x 48"	329				75	5	1,7			
Formaleta Metálica 20" x 48"	297				30	10	3,3			
Esquinera de 4" x 48" Pulgadas	185				120	2	0,7			
Formaleta Metálica 4" x 48"	207				180	2	0,7			
Pines Cortos de 9 Milímetros	100	100	350	0,003						
Esquinera de 4" x 24" Pulgadas	124				240	1	0,3			
Formaleta Metálica 18" x 48"	107				30	4	1,3			
Formaleta Metálica 14" x 48"	232				45	6	2,0			
Pines Largos de 9 Milímetros	188	100	350	0,005						
Formaleta Metálica 22" x 48"	50				30	2	0,7			
Formaleta Metálica 11" x 48"	101				60	2	0,7			
Total				0,95			39			0,99

Fuente: Autor

Tabla 11. Necesidad de almacenamiento para alineadores y formaleta pequeña o de bajo inventario

Descripción	Cantidad total	Cantidad por pila	Cantidad por estante	Estantes Alineador	Cantidad por pila	Cantidad por estante	Estantes Formaleta
Alineadores 3x1-1/2 de 3 metros	248	19	44	0,30			
Alineadores 3x1-1/2 de 6 metros	159	19	22	0,38			
Alineadores 3x1-1/2 de 4 metros	97	19	22	0,23			
Alineadores 3x1-1/2 de 2 metros	186	19	66	0,15			
Alineadores 3x1-1/2 de 1 metros	77	19	132	0,03			
Alineadores 3x1-1/2 de 1.50 metros	238	19	88	0,14			
Formaleta Metálica 9" x 48"	81				7	45	0,26
Formaleta Metálica 15" x 48"	21				7	45	0,07
Formaleta Metálica 7" x 48"	51				7	45	0,16
Alineadores 3x1-1/2 de 5 metros	23	19	22	0,06			
Formaleta Metálica 3" x 48"	20				7	45	0,06
Formaleta Metálica 2" x 48"	74				7	45	0,23
Formaleta Metálica 5" x 48"	39				7	45	0,12
Alineadores 3x1-1/2 de 0.80 metros	7	19	154	0,00			
Alineadores 3x1-1/2 de 1.20 metros	57	19	110	0,03			
Total				1,32			0,91

Fuente: Autor

Para la formaleta grande o de gran inventario, con base en la capacidad por estiba para cada referencia y la cantidad total de existencias se determinó la cantidad de estibas necesarias. Por ejemplo, existen 1.545 unidades de formaleta metálica de 24" x 48" y la capacidad por estiba es de 30, luego serían necesarias 52 estibas. Sin embargo, ya que se cuenta con un montacarga, las estibas se apilan en grupos de 3, luego en la perspectiva superior del plano realmente se requieren 17,3 estibas, es decir, 17 espacios de plano y 1 estiba del espacio 18. Al estudiar toda la formaleta de alta rotación se requieren 39 estibas en plano. La empresa actualmente cuenta con 42 espacios de estibas, lo cual facilita el proceso de almacenamiento y preparación del pedido ya que se cuenta con espacio disponible para organizar la formaleta antes de entregarla.

En el caso de los ángulos, estos se apilan en conjuntos de 20 ángulos, y se cuenta con la capacidad máxima de pilas en el estante. Por ejemplo, se cuenta con 874 ángulos de 48" agrupados en 20 y el estante tiene capacidad para 65 grupos, luego esta referencia solo ocupará el 67% del estante y sumando los ángulos de 24", se requiere el 99% del mismo.

Para los alineadores, estos se agrupan en pilas de 19 unidades. Al tener en cuenta todas las existencias de alineadores, las pilas y la capacidad máxima del estante por cada referencia, se estima que se necesitan 1,32 unidades de almacenamiento que se redondean a 2, brindando espacio y holgura para mover los alineadores ya que se trata de artículos alargados y se difícil manipulación.

Para la formaleta pequeña o de bajo inventario se decide usar un estante independiente donde se apilan las formaletas en grupos de 7 unidades con una capacidad máxima de 45 pilas y se determinó la necesidad del 91% de la unidad de almacenamiento.

Para identificar los estantes de cada familia de productos se ha creado un código de color. Las familias de producto se organizarán con base en la rotación y el orden de preparación.

Es verdad que las cucarachas son el artículo con mayor rotación, sin embargo, debido al protocolo de cargue, deben ponerse al final. Por lo tanto, lo que se debe encontrar primero una vez se entra a la bodega es la formaleta grande o de gran inventario.

Tabla 12. Código de color para las familias de producto

Familia de productos	Código de color
Cucarachas, pines y ganchos (CPG)	
Formaleta grande o de gran inventario	
Ángulos	
Alineadores	
Formaleta pequeña o de bajo inventario	

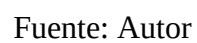
Fuente: Autor

Para el diseño de la bodega se tuvieron en cuenta las medidas de la bodega actual y los elementos ya construidos como la puerta, el mesón, las escaleras y el espacio a una altura.

El primer requisito es que cualquier camión de pedido debe entrar a lo largo de la bodega para facilitar el montaje ya que se trata de artículos pesados. Adicionalmente, se cuenta con un montacarga para bajar las estimas o para montar las estibas al camión.

Se decidió poner la formaleta pequeña o de baja rotación junto a la pared ya que esta es poco común y existen pocas referencias.

En el diseño las cucarachas, pines y ganchos al ser clase A se ubican al principio, junto a los alineados de la clase A, luego se presenta la formaleta donde cerca a la puerta se única la perteneciente a la clase A seguida de la B. Finalmente, se presentan los ángulos, los alineadores de la clase B y la formaleta pequeña de la clase C.



11 Conclusiones

Al caracterizar el proceso de despacho de pedidos en la bodega se encontró que el proceso de despacho inicia cuando se realiza la recepción del pedido de alquiler de formaleta metálica, se envía al despachador el formato para procesar el pedido y verificar el inventario de producto terminado. Luego, el despachador se comunica con los operarios para proceder a limpiar las formaletas, aplicar líquido desencofrante y organizar en estibas el pedido. La entrega se hace de acuerdo con el cliente, Inserco S.A. puede transportar los artículos hasta la obra del cliente o este puede recoger las formaletas en el punto de fábrica. Una vez se cumplan el periodo de alquiler el cliente regresa los productos a la bodega para su mantenimiento y almacenamiento para un nuevo cliente.

Al recolectar y analizar información del volumen de unidades de formaleta en alquiler se encontró que los principales (20%) son las cucarachas y la formaleta de grande o de alto inventario. A esto le sigue la formaleta grande o de alto inventario restante, los ángulos, los alineadores y la formaleta pequeña o de bajo inventario.

Para definir la ubicación de los productos en la bodega de almacenamiento, se decidió la clasificación ABC junto con la clasificación de los productos, dividiéndolos en cinco (5) familias: cucarachas, pines y ganchos (CPG), formaleta grande o de alto inventario restante, ángulos, alineadores y formaleta pequeña o de bajo inventario.

Con base en definición de familias, se determinó la necesidad de estibas y estantes de la siguiente manera: cucarachas, pines y ganchos (CPG) ($0,95 \cong 1$ estantes), formaleta grande o de alto inventario restante (39 estibas), ángulos ($0,99 \cong 1$ estante), alineadores ($1,32 \cong 2$ estantes, uno al principio con los alineadores de la clase A y otro al final con los alineadores de la clase B) y formaleta pequeña o de bajo inventario ($0,91 \cong 1$ estante).

12 Recomendaciones

Se sugiere realizar una capacitación en el manejo de formaleta para su preparación y mantenimiento en bodega, así como el tratamiento en la recepción de la misma al final de contrato de arrendamiento.

Debe garantizarse el buen uso de las estibas para que al momento de apilarlas en la bodega se eviten accidentes que ponga en riesgo la integridad física de la formaleta modificando las medidas de la misma.

Teniendo en cuenta que la empresa cuenta con un montacarga propio, este se convierte en una pieza clave del proceso ya que debe permanecer disponible y en buenas condiciones en todo momento para poder realizar el descargue de la formaleta una vez llega el pedido, en caso de avería, se aumenta el tiempo y el costo de la preparación del pedido.

En busca de suplir las necesidades del cliente, se puede integrar un nuevo montacarga de mayor altura ya que en la actualidad se cuenta con uno para tres estibas de altura cuando la bodega se presta para almacenar mucho más producto en caso de que sea necesaria la compra de nuevos productos para el alquiler.

Para el almacenamiento de la formaleta metálica se usan estibas de madera que pueden colapsar frente al peso del acero, se sugiere invertir en la compra de estibas plásticas cuando sea necesario cambiar estibas, lo cual puede ayudar también en el manejo de la formaleta.

Para facilitar el manejo de los alineadores se sugiere el uso de estantería canteliver ya que esta da acceso a los productos desde diferentes ángulos.

Bibliografía

- Aldana, D. (2013). *Mejora en el almacenamiento y despacho de mercancía en el centro de distribución CEDI en la Cooperativa Copservir LTDA. sucursal Bucaramanga*. Bucaramanga: UPB.
- Araujo, J., Chi, J., Machorro, J., & Romero, Á. (2009). *Prototipo de bodega de almacenamiento de materiales y herramientas, para la construcción de fraccionamientos en la ciudad de Chetumal, Q. Roo*. Cancún: Instituto Politécnico Nacional: Unidad Culhuacan.
- Ballou, R. (2004). *Logística, administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Berbeo, C. (2011). *Pautas generales para la creación de una nave de almacenamiento modular destinada a productos no perecederos*. Bogotá D.C.: Universidad Militar NuevaGranada.
- Camacol. (30 de Noviembre de 2016). *Actividad edificadora crecerá 4,4% en 2017*. Obtenido de Camacol: Cámara Colombiana de la Construcción: <http://camacol.co/prensa/noticias/actividad-edificadora-crecer%C3%A1-44-en-2017>
- Cámara de comercio de Bucaramanga. (Febrero de 2017). *PIB Construcción de edificaciones Santander*. Obtenido de Cámara de comercio de Bucaramanga: https://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/ruta_construccion/2017/PIB%20construccion.pdf
- Cámara de comercio de Bucaramanga. (2017). *Licencias de construcción*. Obtenido de Cámara de comercio de Bucaramanga: <https://www.camaradirecta.com/temas/indicadoresantander/indicadores/construccion2017.htm>

- Fonseca, C. (2011). *Mejoramiento de los procesos de planificación de obras a partir de la introducción de conceptos de gestión logística soportados en TIC, para el sector de la construcción en Colombia*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Formesan. (Julio de 2010). *Guía práctica para armar y desarmar*. Obtenido de Formesan: <http://www.formesan.com/instructivo.pdf>
- González, L. (2015). *Diseño de un modelo de almacenamiento y distribución de equipos y materiales en la bodega de Saexploration – sucursal Colombia*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Huertas, I., & Verastegui, M. R. (2011). Modelo de manejo de inventarios para una empresa de alquiler de equipos de construcción. *IX Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, 87-93.
- Inserco S.A. (2016). *Nuestra empresa: Inserco S.A.* Obtenido de Inserco S.A.: <http://www.insercoequipos.com/>
- Inserco S.A. (2017). *Catalogo de precios*. Bucaramanga: Inserco S.A.
- Inserco S.A. (2017). *Indicadores porcentuales de alquiler de bodega*. Bucaramanga: Inserco S.A.
- Morales, F. (17 de Enero de 2017). Descripción del proceso de despacho en Inserco S.A. (J. C. Gómez, Entrevistador)
- Naranjo, J. I., Cruz Reyes, C. M., & Sánchez Rodríguez, J. C. (9 de Marzo de 2012). *Diagóstico basado en el Modelo Scor para la cadena de suministro de la empresa Matecsa S.A.* Obtenido de Diagnóstico basado en el Modelo Scor para la cadena de suministro de la empresa Matecsa S.A: http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances%20_9-1/r9-1_art12.pdf

- Negocios Globales: Logística, Transporte, Distribución. (Enero de 2011). *Diseño de Centros de Distribución y Bodegas*. Obtenido de Grupo Editorial EMB: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=480&edi=20&xit=diseño-de-centros-de-distribución-y-bodegas-factores-clave-para-un-layout-perfecto>
- Portafolio. (7 de Marzo de 2015). *La construcción, gran aliada para el desarrollo*. Obtenido de Portafolio: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/construcción-gran-aliada-desarrollo-35092>
- Saad, W. (2014). *Mejoramiento de los procesos de almacenamiento, despacho y dispensación de productos farmacéuticos de alto costo en Offimedicas S.A mediante el uso de terminales portátiles*. Bucaramanga: UPB.
- Sanabria, H. F., & López Bello, C. A. (2009). *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS Ingeniería*. Obtenido de UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS Ingeniería: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reviving/article/view/2377/3258>
- SENA. (Marzo de 1986). *Armado de encofrados en madera*. Obtenido de Armado de encofrados en madera: http://repositorio.sena.edu.co/sitios/construcción_estructuras_hormigón/#