



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ESTUDIO DEL PROCESO DE PICKING PARA  
MEJORAR SU EFICIENCIA POR MEDIO DE LA  
SELECCIÓN DE UN MÉTODO DE  
ALMACENAMIENTO Y EL DISEÑO DE UNA  
METODOLOGÍA DE ABASTECIMIENTO.**

Autor(es)

Laura Marcela Guisao Alvarez

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería  
Industrial  
Medellín, Colombia  
2020



Estudio del proceso de picking para mejorar su eficiencia por medio de la selección de un método de almacenamiento y el diseño de una metodología de abastecimiento.

Laura Marcela Guisao Alvarez

Informe de práctica  
como requisito para optar al título de:  
Ingeniera Industrial

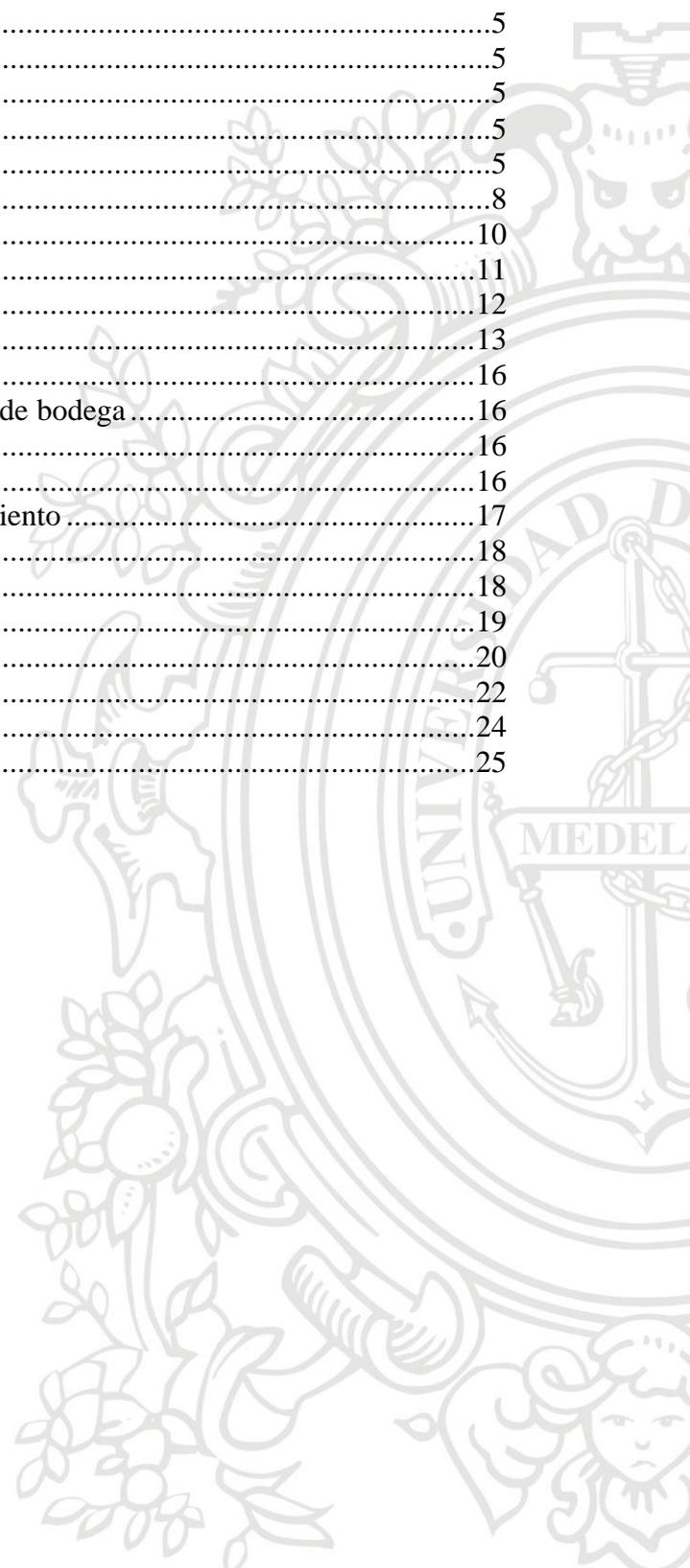
Asesores

Juan Camilo Sánchez Gil. Ingeniero Industrial  
Gustavo Adolfo Colorado Hernandez. Ingeniero de Producción

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial  
Medellín, Colombia  
2020.

Contenido

RESUMEN .....	4
INTRODUCCIÓN.....	4
1 OBJETIVOS.....	5
1.1 Objetivo general.....	5
1.2 Objetivos específicos.....	5
2 MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Picking.....	5
2.2 Almacenamiento/ Slotting.....	8
2.3 Indicador.....	10
3 METODOLOGÍA.....	11
3.1 Identificación de los procesos.....	12
3.2 Identificación del problema.....	13
3.3 Propuesta de mejora.....	16
3.3.1 Análisis de datos para la redistribución de bodega.....	16
3.3.2 Propuesta de distribución.....	16
3.3.3 Modelo ajustado.....	16
3.3.4 Propuesta de metodología de abastecimiento.....	17
3.3.5 indicadores.....	18
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	18
4.1 Análisis de datos.....	19
4.2 Distribución de bodega.....	20
4.3 Resultado de indicadores.....	22
5 CONCLUSIONES.....	24
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25



## **TABLA DE CONTENIDO: GRAFICAS**

<i>Grafica 1: Clasificación de costos de almacenamiento. Fuente: Decisiones fundamentales para estudiar el proceso de alistamiento de pedido.....</i>	<i>6</i>
<i>Grafica 2: Estrategias de almacenamiento. Fuente: análisis de técnicas formales en operaciones de pedido en un cedi 3pl de productos terminados .....</i>	<i>9</i>
<i>Grafica 3: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>15</i>
<i>Grafica 4: Porcentaje de posiciones por referencia. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>20</i>
<i>Grafica 5: Eficiencia de picking año 2019.Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>22</i>
<i>Grafica 6:Eficiencia de picking año 2020.Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>23</i>
<i>Grafica 7:Porcentaje de ubicación de las posiciones de primer nivel. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>23</i>

## **TABLA DE CONTENIDO: ILUSTRACIONES**

<i>Ilustración 1: Diagrama de proceso. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 2: Diagrama causa y efecto. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 3: Metodología de abastecimiento: Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 4: Modelo de distribución de la bodega. Fuente: Elaboración Propia .....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 5: Modelo ajustado distribución de la bodega. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>21</i>

## **TABLA DE CONTENIDO: TABLAS**

<i>Tabla 1: Indicador de almacenamiento. Fuente: Benchmarking Logístico 2015 .....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2: Indicador de productividad de almacenamiento. Fuente: Benchmarking Logístico 2015 .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3: Ruta para el cumplimiento de objetivos. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 4:factores del diagrama causa efecto. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 5: calificación de las observaciones. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 6:Paso a paso metodología de abastecimiento. Fuente: elaboración propia .....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 7: Porcentaje de ventas de producto nacional e importado. Fuente Elaboración Propia. ....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 8: Porcentaje de ventas por referencia. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>19</i>

## **TITULO**

Estudio del proceso de picking para mejorar su eficiencia por medio de la selección de un método de almacenamiento y el diseño de una metodología de abastecimiento.

---

## **RESUMEN**

*En el centro de distribución de la comercializadora Inducascos se identificó la necesidad de incrementar la eficiencia en el proceso de picking, ya que era el lugar en el cual se concentraba la mayor cantidad de recurso humano de la operación logística. Al inicio del diagnóstico, este proceso contaba con 8 pickers que alistaban un promedio de 350 a 400 unidades de cascos por operario en un turno de trabajo más horas extra. Como resultado final, después de implementar la mejora que involucró una redistribución de la bodega y la definición de una metodología de abastecimiento, se esperaba alistar 600 unidades por operario sin horas extra, esto fundamentado en datos históricos comparativos que se tenían de la sede de Cartagena.*

## **INTRODUCCIÓN**

En la operación logística de la compañía se realizan seis procesos: recepción de mercancía, abastecimiento, picking, verificación y empaque, despachos e inventarios. El proceso de picking dentro de la operación logística es considerado como el más costoso, centrando gran parte de la atención de los líderes en este proceso, por tanto, es muy importante identificar los factores que afectan el picking, entre los que se cuentan: los métodos empleados, la distribución de la bodega, la formación del personal, los sistemas informáticos que apoyan la operación y la metodología de abastecimiento.

Actualmente en el centro de distribución se hace un almacenamiento caótico o multi-ubicación, que consiste en almacenar utilizando los espacios disponibles, por lo que cada artículo puede estar al mismo tiempo en diferentes posiciones.

El abastecimiento no tiene una metodología definida, sin embargo, se basa en guardar posiciones a cada ítem y el proceso de picking es por pedido, es decir cada uno de los colaboradores de esta área se encarga de un solo pedido.

Durante el proceso de práctica profesional, se planteó una propuesta de mejora cuyo objetivo fue: definir una técnica de almacenamiento y metodología de abastecimiento o resurtido que se ajuste al proceso en general, considerando la estrategia comercial de la empresa y las características de los pedidos, de manera que esta metodología sea efectiva y perdure en el tiempo.

Esto permitió aumentar la eficiencia del proceso de picking, el primer paso fue un reconocimiento de los procesos y la utilización del diagrama causa y efecto, con el fin de construir un Pareto que permitiera identificar los factores de mayor influencia; se planteó la propuesta de mejora y finalmente se validaron los resultados de esta.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo general.**

Definir una metodología de almacenamiento y método de abastecimiento o resurtido que se ajuste al proceso en general, considerando la estrategia comercial de la empresa y las características de los pedidos, de manera que esta metodología sea efectiva y perdure en el tiempo.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Hacer un reconocimiento de los subprocesos que se realizan en el centro de distribución.
- Identificar los procesos logísticos que tienen mayor impacto en la eficiencia de picking y en el proceso en general.
- Analizar la dinámica de rotación de los productos, haciendo un seguimiento de las actividades realizadas en la bodega, y reconocer los métodos de alistamiento y abastecimiento utilizados.
- Hacer una revisión de literatura de los métodos de almacenamiento y alistamiento que existen, con el fin de seleccionar los más convenientes de acuerdo con su aplicabilidad en el proceso.
- Probar experimentalmente el funcionamiento de las alternativas de almacenamiento y metodología de abastecimiento seleccionadas, para aumentar la eficiencia en el proceso de picking.

## **2 MARCO TEÓRICO**

El marco teórico de este estudio se desarrolló con los siguientes objetivos: Enunciar los conceptos empleados para el desarrollo del trabajo, hacer una revisión literaria de las metodologías de picking y de almacenamiento existentes, con el fin de identificar las que mejor se adaptan al proceso logístico de la compañía y dar un contexto de la importancia de mejorar el proceso de picking y de la relación que este tiene con la forma en que se almacena.

### **2.1 Picking**

Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la preparación de pedidos, al interior de una organización y tiene relación con la manera en que se hace el proceso de almacenamiento; bajo estos parámetros se retoma lo que plantea Díaz, C. E., & Cadena, J. A. (2013)

En la actividad logística, se considera que el proceso de alistamiento de pedidos es el más costoso, generando entre 50% y 60% de los costos de la operación como se puede observar en la gráfica 1. Adicional a esto, este proceso influye directamente en la promesa de entrega al cliente, por lo que se busca reducir estos tiempos de alistamiento.



*Gráfica 1: Clasificación de costos de almacenamiento. Fuente: Decisiones fundamentales para estudiar el proceso de alistamiento de pedido*

De acuerdo con Díaz, C. E., & Cadena, J. A. (2013) el proceso de alistamiento de pedidos tiene una estrecha relación con la forma de almacenamiento y con las políticas de ruteo, que influyen directamente en las distancias recorridas por los alistadores. También se considera que el diseño del almacén y la demanda influyen en este proceso, pero estas son variables costosas de modificar, por lo cual no son un factor por considerar en primera instancia.

El proceso de alistamiento, también conocido como picking, consiste en la actividad de recoger unidades de uno o varios artículos de la zona de almacenamiento de acuerdo con el requerimiento de los pedidos, esta labor requiere la utilización del recurso humano por lo que se hace complejo controlar la productividad del proceso, lo que influye en el desempeño de la operación logística para realizar esta actividad.

El picking se basa en 5 principios:

1. una localización para cada producto de la línea.
2. El movimiento del picker debe ser el mínimo.
3. Reducir al máximo la congestión.
4. Evitar la ruptura de stock.
5. Cumplir con los niveles requeridos de servicio.

Para una ejecución efectiva del picking se deben recorrer cuatro fases:

1. Preparativos, recogida de datos y lanzamiento de órdenes clasificadas. Preparación de los elementos de manutención (carretillas, carros, pallets, Rolls...).

2. Recorridos: Desde la zona de operaciones hasta el punto de ubicación del producto, desde el punto de ubicación al siguiente y así sucesivamente y vuelta a la base desde la última posición.

3. Tomar de la ubicación, devolución sobrante y ubicación en estiba o carretilla.

4. Verificación: recuento y traslado a zona de verificación.

En la literatura, se menciona diferentes métodos de alistamiento, que determinan cuales productos se colocan en una lista de preparación y como son agrupadas o clasificadas estas, para posteriormente ser recogidos en su lugar de almacenamiento por los alistadores.

### **Políticas de alistamiento de pedidos**

Las políticas de picking determinan el modo en el cual deben agruparse los pedidos para ser preparados juntos, de forma que las referencias o SKUs (Stock Keeping Units) correspondientes a los pedidos seleccionados, se sitúen juntos en una lista de picking que será entregada a un único preparador. Algunas políticas de preparación clásicas según Gu, Goetschalckx, and McGinnis (2007) son:

- Picking por pedido: el preparador realiza una vuelta completa al almacén para retirar todos los SKUs correspondientes a un único pedido; cada lista de picking se corresponde con un sólo pedido.
- Picking por lotes: consisten en agrupar varios pedidos (el lote) cuyas líneas serán preparadas conjuntamente, el objetivo en este caso es reducir el tiempo de desplazamiento del preparador, el cual puede retirar más productos en un único viaje. Se conocen dos variantes del picking por lotes: sort-while-pick (ordenación ex ante) y pick-and-sort (ordenación ex post). En la primera, cada pick es seguido inmediatamente de la colocación del artículo en la caja correcta, mientras que, en la segunda, se van retirando los productos sin distinguir el pedido al que corresponden, siendo necesario un proceso adicional de clasificación por pedido aguas abajo.
- Picking por zonas: el área de preparación se divide en zonas, cada una de las cuales es atendida por un grupo de preparadores diferente; también existen 2 variantes: zonas progresivas y zonas sincronizadas. La primera variante se asemejaría a una línea de montaje para la preparación de pedidos, los pedidos pasan de una zona a la siguiente, típicamente mediante una cinta transportadora, cuando se ha completado el picking en la zona anterior.

En la variante de picking por zonas sincronizadas, los pedidos se van preparando en paralelo en las diferentes zonas, quedando posteriormente pendiente un proceso de consolidación. El picking por zonas también busca reducir el tiempo de desplazamiento del preparador, al limitar el número de emplazamientos que le corresponde visitar.

- Picking por olas: (del inglés wave picking) se utilizan generalmente cuando los pedidos se agrupan en función de su destino, por ejemplo, en pedidos que tienen en común un mismo transportista con una hora de salida predeterminada; en este caso la orden de preparación de los pedidos con un destino común, se lanza simultáneamente

en varias zonas del almacén, cuidando que el tamaño del lote sea el adecuado para no exceder el tiempo disponible para la preparación. Los preparadores van retirando los productos solicitados en sus respectivas zonas, realizándose la consolidación del pedido completo en los muelles de expedición, la siguiente ola de preparación empieza cuando la precedente ha sido completada.

El problema de generación de lotes de preparación, consiste en, dado un conjunto de pedidos, repartirlos a dos niveles. En el primer nivel, repartirlos atendiendo al tiempo de preparación, de modo que el tiempo necesario para preparar los pedidos de un lote no exceda de un determinado intervalo horario o «duración de la ola de picking». Si se utiliza picking por zonas, la partición en lotes debe tratar también de equilibrar los esfuerzos de preparación por zonas. En un segundo nivel, debemos repartir la carga de trabajo entre los preparadores de una zona. Este problema es una variación del clásico VRP (Vehicle Routing Problem) cuyo objetivo es minimizar la distancia total recorrida por todos los preparadores. En esta variante, asignar un pedido a un preparador implica asignar a ese preparador la visita a todos los desplazamientos de los artículos incluidos en el pedido. El problema se resuelve típicamente empleando técnicas heurísticas.

## **2.2 Almacenamiento/ Slotting.**

El Slotting es definido como la ubicación inteligente de producto (SKU) en un centro de distribución, con el fin de optimizar la eficiencia del manejo de materiales. En otras palabras, es el término corto para definir el proceso de asignación de producto a las ubicaciones de picking en el almacén, de acuerdo con las reglas de negocio y a las características del producto. El slotting se basa en características como la rotación, la popularidad, los movimientos, históricos, pronósticos de ventas, entre otros.

La asignación de ubicación de almacenamiento ha sido reconocida en la literatura como uno de los factores que tiene un gran impacto en el proceso de picking. Se han desarrollado varias políticas de asignación de almacenamiento, como la política de almacenamiento aleatorio (RSP), la política de almacenamiento basada en clases (CBS), política de almacenamiento dedicada (DSP), asignación de almacenamiento basada en el índice de cubo por pedido (COI), slotting orientado a pedidos (OOS) y muchas políticas híbridas.

En la política de almacenamiento aleatorio, hay una posibilidad igual para que cualquier unidad de inventario (SKU) se almacene en cualquier ubicación disponible, mientras que en almacenamiento dedicado cada SKU tiene una ubicación de almacenamiento dedicada y solo esa SKU particular podría almacenarse en esa ubicación.

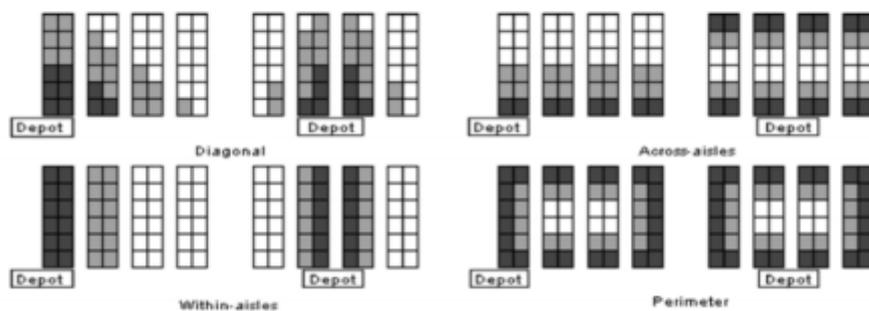
La política de almacenamiento basada en clases se encuentra entre el almacenamiento aleatorio y el dedicado y bajo esta política los SKU son primero clasificado en clases (basado en frecuencia, volumen, tipo, etc.) y cada clase tiene un área de almacenamiento determinada, mientras que las SKU dentro de una clase se almacenan aleatoriamente en el área de almacenamiento para esa clase particular.

En la política basada en el índice COI, el COI para cada SKU es calculada y estos se ordenan según el COI en orden ascendente. Después de eso las SKU con menor valor de COI se asignan a ubicaciones de almacenamiento más favorables.

La idea detrás del slotting orientado a pedidos, es asignar SKU que ocurren con frecuencia en los mismos pedidos cerca uno del otro en el área.

Además, son de gran utilidad las políticas de almacenamiento híbrido que combinan las ventajas de dos o más Políticas de almacenamiento. A menudo se usan en la práctica para satisfacer un sistema adicional de restricciones. Kovac, M., & Djurdjevic, D. (2020)

### Estrategias de almacenamiento



(productos A gris oscuro, productos B gris medio, producto C blanco)

Grafica 2: Estrategias de almacenamiento. Fuente: análisis de técnicas formales en operaciones de pedido en un cedi 3pl de productos terminados

ABC En la literatura, las estrategias de almacenamiento mencionan la posibilidad de optimizar el picking de acuerdo con las diversas formas en que se encuentran almacenados los productos (ítems) y de acuerdo con las características de estos. Es importante definir si la clasificación de productos se basa en la velocidad del producto o en la frecuencia. Esto depende del tipo de producto y del patrón de demanda. Cabe señalar que, la velocidad de producto se entiende como el número de unidades que se despachan por producto en un período de tiempo. Así mismo, la frecuencia es el número de veces que el producto es solicitado en los pedidos, es decir la popularidad del producto.

Como se observan en la gráfica 2, los métodos de almacenamiento basado en volúmenes son:

- Método de almacenamiento diagonal: Los productos de mayor volumen se encuentran más cerca del depósito y los productos de menor volumen se encuentran más alejados del depósito.
- Método de almacenamiento dentro de los pasillos: Los productos de mayor volumen se encuentran en los pasillos más cercanos al depósito y los productos de menor volumen se almacenan en los pasillos más alejados del depósito.
- Método de almacenamiento de pasillos transversales: Los productos de mayor volumen se encuentran a lo largo de los pasillos delanteros y los productos de menor volumen se encuentran a lo largo de los pasillos traseros.

- Método perimetral: Los productos de mayor volumen se encuentran alrededor del perímetro del almacén; los productos de menor volumen se colocan en medio de los pasillos. Gaviño, G., Casarrubias, H., & Maribel, C. (2020)

### 2.3 Indicador

El autor Estévez & Pérez (2007, p. 37), define un indicador como una proposición que identifica un rasgo o característica empíricamente observable, que permite la medida estadística de un concepto o de una dimensión de éste basado en análisis teórico previo, e integrando en un sistema coherente de proposiciones vinculadas, cuyo análisis puede orientarse a describir, comparar, explicar o prever hechos.

De acuerdo con la información recopilada por el estudio (Benchmarking Logístico (2015), Los indicadores de gestión son unos de los instrumentos más potentes para la consecución de los objetivos logísticos. La información que proporcionan los indicadores de gestión debe ser siempre de naturaleza cuantitativa y orientada a un diagnóstico de la situación a mejorar: el instrumento de medida a aplicar debe ser simple, sencillo y fácil de interpretar, teniendo en cuenta la interdependencia de las actividades de la cadena logística; su elaboración y publicación debe ser lo más objetiva posible orientada a un auténtico control de gestión.

Indicador	Tipo de análisis	Categoría de análisis	Con Mayor Oportunidad	Mejor	Promedio	50% empresas	3er cuartil	% de empresas en el tercer cuartil	Unidades	Lectura
Utilización de capacidad de almacenamiento	TOTAL	Todas las empresas	60.00	98.00	87.26	90.00	95.00	90%	Porcentaje	↑
	TAMAÑO	Pequeña y microempresa	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	100%		
	TAMAÑO	Mediana empresa	95.00	98.00	96.50	96.50	97.25	50%		
	TAMAÑO	Gran empresa	60.00	95.00	84.94	90.00	92.50	71%		
	ACTIVIDAD	Distribuidor Minorista	90.00	95.00	93.33	95.00	95.00	100%		
	ACTIVIDAD	Distribuidor Mayorista	60.00	85.00	72.50	72.50	78.75	50%		
	ACTIVIDAD	Fabricante	79.60	95.00	88.20	90.00	92.50	67%		
ACTIVIDAD	Operador Logístico	85.00	98.00	91.50	91.50	94.75	50%			

Tabla 1: Indicador de almacenamiento. Fuente: Benchmarking Logístico 2015

Este indicador de utilización de capacidad de almacenamiento mide la eficiencia en el uso de la capacidad de almacenamiento disponible de la empresa. Su nivel de desempeño depende en gran medida de la habilidad de la empresa para planear la capacidad de sus operaciones logísticas, además de la estacionalidad de la oferta y demanda del producto. Y como se muestra en la tabla 1 la mayoría de las empresas tienen un porcentaje de utilización de capacidad de almacenamiento superior al 90%, en el caso de los distribuidores minoristas, este resultado aumenta al 95%. Se tiene un rango de variación global entre 60% y 98%.

Indicador	Tipo de análisis	Categoría de análisis	Con Mayor Oportunidad	Mejor	Promedio	50% empresas	3er cuartil	% de empresas en el tercer cuartil	Unidades	Lectura
Productividad mano de obra en almacenamiento	TOTAL	Todas las empresas	110.00	39,261.00	14,123.67	3,000.00	21,130.50	67%	Cajas/Operario	↑
	TAMAÑO	Pequeña y microempresa	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide		
	TAMAÑO	Mediana empresa	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide		
	TAMAÑO	Gran empresa	110.00	39,261.00	14,123.67	3,000.00	21,130.50	67%		
	ACTIVIDAD	Distribuidor Minorista	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide		
	ACTIVIDAD	Distribuidor Mayorista	110.00	3,000.00	1,555.00	1,555.00	2,277.50	50%		
	ACTIVIDAD	Fabricante	39,261.00	39,261.00	39,261.00	39,261.00	39,261.00	100%		
ACTIVIDAD	Operador Logístico	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide	No se mide			

Tabla 2: Indicador de productividad de almacenamiento. Fuente: Benchmarking Logístico 2015

La productividad de la mano de obra en almacenamiento se mide en términos del número de cajas movilizadas por operario. Aunque hoy en día muchas operaciones de manejo de materiales tienen poca intervención humana, este indicador sigue siendo una guía de la gestión de almacenes. De la tabla 2 se puede observar que a pesar de que los resultados globales tienen una alta variabilidad, es de resaltar que la mayoría de las empresas tiene niveles de productividad de mano de obra en almacenamiento inferiores a 3000 cajas/operario. Se destaca también el hecho del poco uso del indicador en pequeñas y medianas empresas, distribuidores minoristas y operadores logísticos. Benchmarking logístico (2015)

### 3 METODOLOGÍA

El proceso se llevó a cabo con la metodología de carácter cuantitativo con algunas herramientas de recolección de información de carácter cualitativo que para el caso correspondió a una observación de campo; el proceso metodológico se desarrolló en tres momentos: la identificación general de los procesos, la identificación del problema y la propuesta de mejora. Para la cual se tuvo en cuenta los términos y políticas de almacenamiento que se investigaron en el marco teórico. En la tabla 3 se resumen los pasos a seguir para cumplir con los objetivos de este estudio.

Objetivo específico	Metodología	Entregable
Reconocer los procesos del centro de distribución	Observación directa	Diagrama de procesos y descripción general de cada uno
Identificar los procesos logísticos que tienen mayor	Análisis del método de trabajo y obtención de datos	Causa efecto y la priorización por parte de

impacto en la eficiencia de picking y en el proceso en general.	históricos de la herramienta wms.	expertos.
Obtener el porcentaje de participación de ventas por referencia	Análisis de histórico de ventas	Porcentaje de participación en ventas por referencias. Clasificación ABC
Proponer una redistribución de la bodega y un modelo ajustado.	Con base en el análisis de datos se realiza el primer modelo y se ajusta con la opinión de los expertos.	Diseño de redistribución y modelo ajustado.
Definir una metodología de abastecimiento.	Analizando la dinámica de ventas del centro de distribución determinar cómo se debe surtir la mercancía en las posiciones de piso.	Metodología de resurtido para ubicaciones de piso.
seleccionar los indicadores que permitan medir la mejora.	De la revisión literaria se ajustan los indicadores que se van a utilizar para cuantificar la mejora.	Indicadores para el proceso de picking y almacenamiento.

*Tabla 3: Ruta para el cumplimiento de objetivos. Fuente: Elaboración propia.*

### **3.1 Identificación de los procesos**

A través de la observación directa y estando en la bodega, se hizo un reconocimiento general de los procesos del centro de distribución que se muestran en la ilustración 1, se construyeron los diagramas de cada uno y se realizó una descripción general.



*Ilustración 1: Diagrama de proceso. Fuente: Elaboración propia*

- **Recibo**

Por este proceso es donde entra al centro de distribución el producto terminado de la planta o el producto importado que proviene de la bodega ubicada en zona franca Cartagena, se conforman los pallets y se hace la lectura de los códigos de barra de cada caja, para que ingrese en la base de datos del WMS.

- **Almacenamiento**

En este proceso los pallets son llevados a posiciones de altura donde son almacenados por periodos muy cortos de tiempo, es decir aproximadamente entre 3 y 5 días, debido a que el ingreso de producto terminado es de manera gradual, y por políticas de la compañía es necesario completar determinada cantidad de unidades para sacarlas a la venta.

- **Abastecimiento**

El proceso de abastecimiento o resurtido consiste en ubicar en la zona de picking la mercancía que está disponible para la venta.

- **Picking**

Después de que se recibe un pedido se procede a separarlo uno a uno con la ayuda de la herramienta WMS, que optimiza la ruta y permite saber la ubicación exacta de cada producto.

- **Verificación y empaque**

Se verifican cada uno de los pedidos, se empaican y se rotulan las cajas con la información del cliente y contenido de cada unidad de empaque.

- **Despachos**

En el proceso de despachos se asigna la forma de transportar los pedidos ya sea por convenio con transportadora, ruta propia, o camiones contratados para cargues masivos.

### 3.2 Identificación del problema

Para la identificación de problema se construyó un diagrama causa y efecto del proceso de picking, se agruparon las observaciones y se les asigno una calificación para elaborar un diagrama de Pareto, con el objetivo de identificar cuales de estas observaciones eran las mas relevantes y se debían corregir para mejorar la eficiencia del proceso de picking.

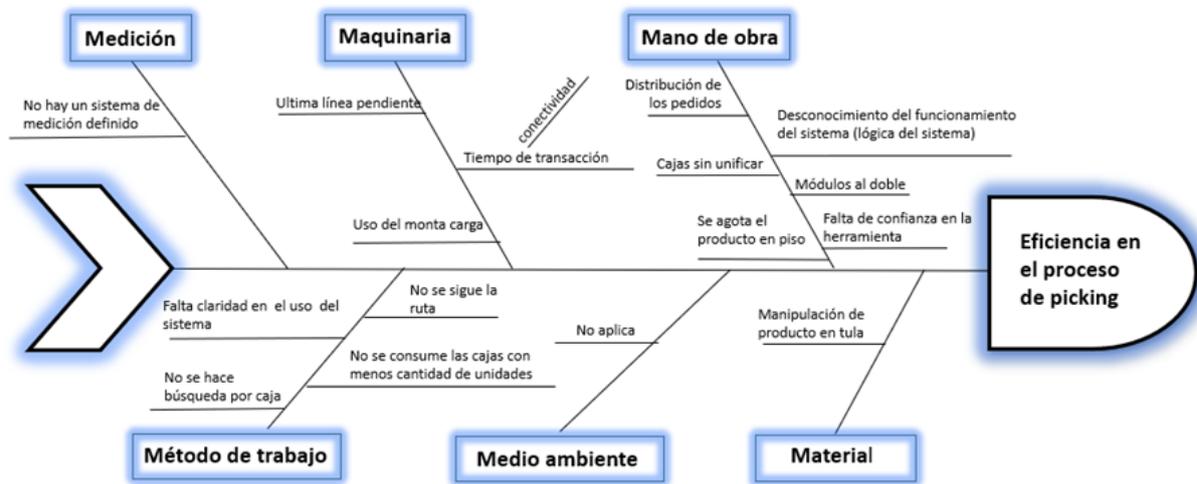


Ilustración 2: Diagrama causa y efecto. Fuente: Elaboración propia

El diagrama causa y efecto que se muestra en la ilustración 2 fue construido por medio de la observación directa del proceso de picking, y se tuvieron en cuenta las 6m's. Para esto fue necesario hacer seguimiento del proceso durante una semana, con el fin de que presentaran la mayor cantidad de situaciones que pudieran interferir en la eficiencia del picking. Además, se incluyeron las observaciones de todos los operarios de este proceso y también del personal de otras áreas que esporádicamente apoya la separación de pedidos.

<b>Medición</b>
No hay sistemas de medición definidos
<b>Maquinaria</b>
Ultima línea pendiente
Tiempo de transacción
Uso de montacarga
<b>Mano de obra</b>
Desconocimiento de la lógica del sistema
Distribución de pedidos
Cajas sin unificar
Módulos al doble
Producto agotado en piso
Falta de confianza en la herramienta
<b>Método de trabajo</b>
No se busca por caja
Falta de claridad en el uso del sistema
No se sigue la ruta

No se consumen las cajas de menos unidades
<b>Material</b>
Manipulación del producto en tula

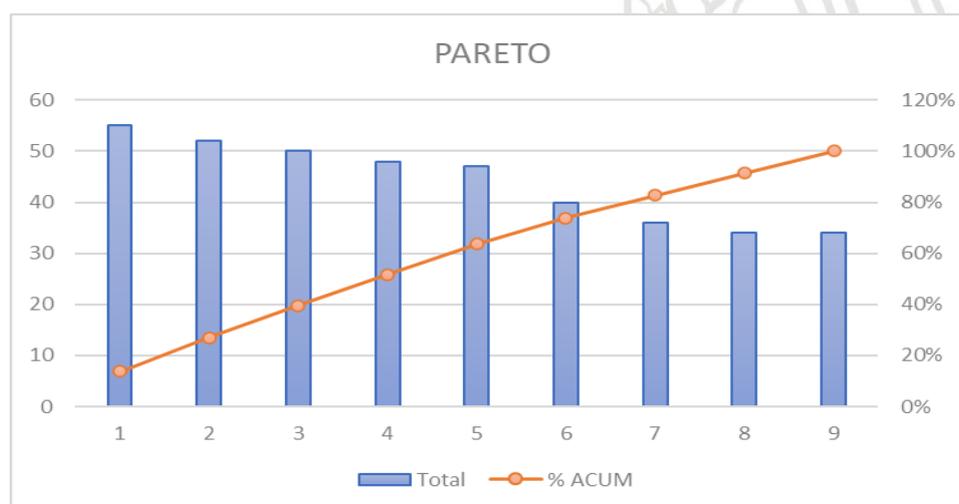
Tabla 4: factores del diagrama causa efecto. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se ubicaron todas las observaciones obtenidas del diagrama causa efecto, con el fin de identificar cuáles de estas debían agruparse o ya estaban contenidas en una general. Tal como sucedió con las observaciones de módulos al doble, cajas sin unificar y producto agotado en piso que hacían parte del abastecimiento.

#	Observaciones relevantes	CAL 1	CAL 2	CAL 3	CAL 4	CAL 5	CAL 6	Total	%	% ACUM
1	No se sigue la ruta	10	8	8	9	10	10	55	14%	14%
2	Ritmo de trabajo	8	10	7	10	10	7	52	13%	27%
3	Abastecimiento	7	10	9	8	8	8	50	13%	40%
4	Wms y/o conectividad	10	8	8	8	8	6	48	12%	52%
5	Desconocimiento del funcionamiento del sistema (lógica del software)	6	9	8	8	8	8	47	12%	64%
6	Dificultad en la lectura del Ean	8	7	7	7	6	5	40	10%	74%
7	Uso de monta carga	8	5	5	6	7	5	36	9%	83%
8	Falta de confianza en la herramienta	5	4	5	6	6	8	34	9%	91%
9	Manipulación del producto en tula	7	6	5	5	5	6	34	9%	100%

Tabla 5: calificación de las observaciones. Fuente: Elaboración

Después de agrupar las observaciones con la ayuda de los líderes de cada proceso, el director logístico y un operario picking se calificaron cada una de estas, considerando la severidad y la frecuencia con la que ocurrían tal como se observa en la tabla 5. Cada calificador debía dar un puntaje de uno a 10 donde se promedió la severidad y la ocurrencia siendo 10 grave y 1 leve.



Grafica 3: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de Pareto gráfica 3, se puede concluir que para solucionar el 80% del problema se deben intervenir 7 observaciones, entre ellas, el proceso de abastecimiento en el cual se

debía hacer un análisis más profundo, ya que para los otros factores se pudieron tomar acciones simples y más inmediatas como un cambio entre líderes de procesos, que se relaciona con el ritmo de trabajo del personal de picking y capacitación y soporte por parte del proveedor de WMS.

### **3.3 Propuesta de mejora**

Se propuso una redistribución de la bodega con ubicaciones fijas por referencia, es decir, a cada referencia se le asigna un número de módulos fijos con base en el porcentaje de ventas. Esto con el fin de que las referencias de mayor rotación queden más cerca de las salidas para recorrer distancias más cortas en el picking. Adicionalmente, se propuso una metodología de abastecimiento dinámico que tenga como prioridad garantizar que todos los ítems con existencia tengan unidades en ubicaciones de piso, y llevar a posiciones elevadas la menor cantidad de producto posible exceptuando el de exportación, ensambladoras y licitaciones, así se reduce el uso del montacarga que primero elevaba la mercancía para almacenarla por un periodo de tiempo muy corto, para luego hacer el abastecimiento en las opciones de piso.

#### **3.3.1 Análisis de datos para la redistribución de bodega**

Para realizar la distribución de la bodega se tomó el histórico de ventas de enero, febrero y julio. Inicialmente, se calculó el porcentaje de ventas de producto nacional e importado con el fin de dar un número de posiciones de piso proporcional al volumen de ventas. Posteriormente para las referencias de producto nacional, se realizó el mismo ejercicio de calcular el porcentaje de ventas con el histórico de tres meses; pero adicionalmente, se hizo un análisis que permitió identificar cuáles referencias venían creciendo y cuáles estaban en una etapa de declive. Con base en esta información se definió el porcentaje de ubicaciones para cada referencia de producto nacional.

#### **3.3.2 Propuesta de distribución**

se propuso una primera distribución considerando el método de pasillos transversales, donde la referencia de mayor volumen de ventas se encuentra a lo largo de los pasillos delanteros, y los productos de menor volumen se encuentran a lo largo de los pasillos traseros. Adicionalmente, antes de la distribución de la bodega por referencia se consideraron unas posiciones fijas que se asignaron a maleteros, caretas, accesorias y se reservó un espacio de back up, con el fin de suplir las necesidades de ampliar la capacidad de cualquiera de las referencias en caso de ser necesario, o para ubicar producto importado que ingrese de manera extemporánea.

#### **3.3.3 Modelo ajustado**

Para llegar a un modelo ajustado, se realizó un foro donde se consideraron las observaciones hechas por los líderes de proceso, personal de picking y abastecimiento, quienes son los encargados de realizar las funciones diarias además de conocer el proceso de una manera más

práctica. Esto con el fin de hacer modificaciones al modelo inicial en cuanto a ubicaciones por referencias, y a la decisión de guardar posiciones para las otras referencias que tuvieron muy poca participación en la clasificación de ventas por ser muy antiguas, y/o de las cuales ya no se producen más.

### 3.3.4 Propuesta de metodología de abastecimiento

Se propuso una metodología de abastecimiento diseñada para que el producto que ingresa de planta sea ubicado directamente en las posiciones de primer nivel; para esto es necesario tomar como referencia la programación del producto que ingresa de planta en la que especifica por ítem y por semana, adicionalmente se tiene una programación de unidades por referencia que salen a la venta semanalmente.



*Ilustración 3: Metodología de abastecimiento: Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 6 se explica paso a paso las actividades que se deben seguir para aplicar la metodología de abastecimiento.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>OBJETIVO</b>
1. Clasificar los ítems por referencia en colección vigente, colección pasada y próxima colección.	Ubicar las colecciones antiguas en los lugares más lejanos y las vigentes o próximas a lanzar en lugares de fácil acceso.
2. Caracterizar los ítems de acuerdo con el número de unidades existentes y próximas a ingresar.	Garantizar que los ítems con menor número de unidades estén todas en ubicaciones de piso, y lo que tienen muchas existencias se lleven en una proporción a posiciones de altura.

3. Unificar el producto que no ingresa en esa semana con base en la programación de producto que ingresa a la bodega.	Liberar espacio para ítems que ingresan nuevos o para aumentar la capacidad de los ítems que entran con más unidades.
4. Revisar la programación semanal de ingresos de planta para conservar el espacio de los ítems próximos a ingresar, y compararlos con la programación de ventas.	Analizar la rotación del producto comparando las entradas con las salidas.

Tabla 6: Paso a paso metodología de abastecimiento. Fuente: elaboración propia

### 3.3.5 indicadores

Para medir los resultados de la mejora se definieron dos indicadores.

1. Eficiencia de picking: mide las unidades alistadas por operario en un turno laboral.

$$\text{Eficiencia de picking} = \frac{\text{unidades promedio diarias}}{\text{numero de operarios}}$$

Partiendo del indicador de productividad de almacenamiento encontrado en la literatura que mide las unidades movidas por operario, este se adaptó al proceso de picking, calculando las unidades alistadas por picker con el fin de medir la eficiencia de este proceso.

2. Almacenamiento: Mide el porcentaje de utilización de posiciones de primer nivel.

$$\% \text{ Utilización} = \frac{\text{ubicaciones ocupadas}}{\text{ubicaciones totales}} * 100$$

Con este segundo indicador se midió el cumplimiento del uso de la metodología de abastecimiento definida.

## 4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados se analizaron en tres etapas:

- La etapa inicial comprende todos los datos históricos de ventas con que se hizo la clasificación ABC para producto nacional, ya que debido a la poca participación del producto importado no se consideró necesario para este.
- La segunda etapa de los resultados muestra los diseños de distribución de la bodega donde fue muy importante conocer con las estrategias de almacenamiento que se encontraron en la literatura.
- Por último, se muestran los resultados de los indicadores con los cuales se midió si la mejora cumplió los objetivos establecidos.

#### 4.1 Análisis de datos

- Porcentaje de ventas de producto nacional e importado

La tabla 7 muestra la proporción de ventas de producto nacional e importado durante tres meses y se calcula un % total que es el promedio de los meses analizados.

	% MES 1	% MES 2	% MES 3	% TOTAL
<b>IMP</b>	8%	8%	9%	<b>8%</b>
<b>NAL</b>	92%	92%	91%	<b>92%</b>

Tabla 7: Porcentaje de ventas de producto nacional e importado. Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 7 se puede concluir que el 8% de las ventas que salen del Cedi de Itagüí corresponden a productos importados y el 92% al producto nacional, por cual se determinó ocupar el 15 % de las posiciones disponibles para el producto importado, y el 85% restante quedaba disponible para el producto nacional.

- Porcentajes de ventas por referencia de producto nacional

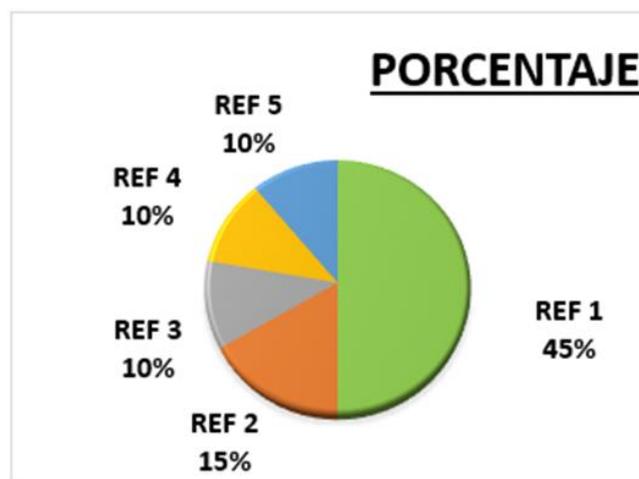
MES 1		MES 2		MES 3	
Referencia	%	Referencia	%	Referencia	%
Referencia 1	61%	Referencia 1	51%	Referencia 1	51%
Referencia 2	21%	Referencia 2	24%	Referencia 2	21%
Referencia 3	10%	Referencia 3	13%	Referencia 3	10%
Otras referencias	6%	Referencia 4	7%	Referencia 4	8%
Otras referencias	1%	Otras referencias	3%	Otras referencias	4%
Otras referencias	0%	Otras referencias	1%	Otras referencias	2%
Otras referencias	0%	Otras referencias	0%	Otras referencias	2%
Otras referencias	0%	Otras referencias	0%	Otras referencias	1%
Otras referencias	0%	Otras referencias	0%	Otras referencias	0%

TOTAL	
Referencia	%
Referencia 1	54%
Referencia 2	22%
Referencia 3	12%
Referencia 4	5%
Otras referencias	4%
Otras referencias	1%
Otras referencias	1%
Referencia 5	1%
Otras referencias	0%

Tabla 8: Porcentaje de ventas por referencia. Fuente: Elaboración propia

Con base en la información resumida en la tabla 8 donde se recopiló el porcentaje de ventas de las referencias de producto nacional, se establece que la referencia 1 que representa más del 50% de las ventas se le asignó el 45 % de las ocupaciones de primer nivel; seguido de la Referencia 2 con un 20% de ventas aproximadamente y un 15% de capacidad para almacenar. La referencia 5 es un producto nuevo que a pesar de llevar poco tiempo en el mercado se estima tiene gran potencial de ventas, por lo que se asignó el 10% de las posiciones disponibles, al igual que la referencia 3 y la referencia 4 con una rotación similar.

Respecto a los productos de otras referencias se observa una disminución en las ventas y por el tiempo que lleva en el mercado no se consideró necesario asignarle una ocupación fija en piso, sino que se ubicaban en el espacio de otras referencias que corresponden a las de rotación mínima de acuerdo con las ventas.



*Grafica 4: Porcentaje de posiciones por referencia. Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico 4 se resume el porcentaje de ocupación correspondiente a cada referencia de producto nacional al cual se le asignó el 85% del total de la bodega.

#### **4.2 Distribución de bodega**

- Diseño de distribución inicial.

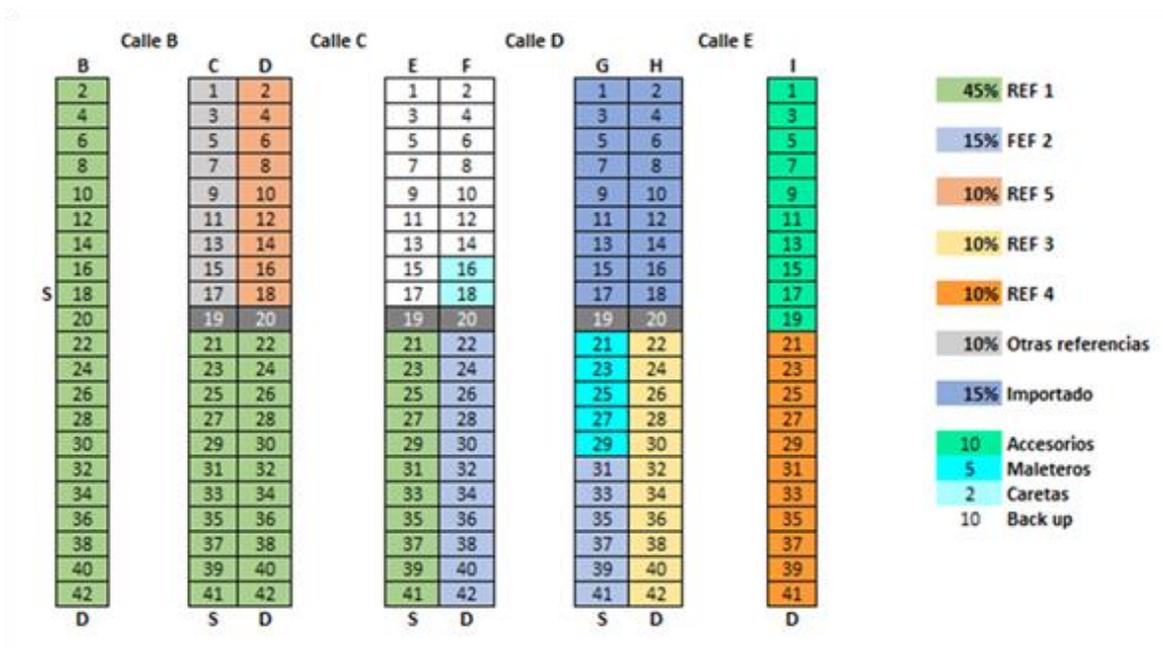


Ilustración 4: Modelo de distribución de la bodega. Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 4 es el resultado obtenido después del análisis de datos y se construyó con el acompañamiento del director logístico.

- Modelo ajustado

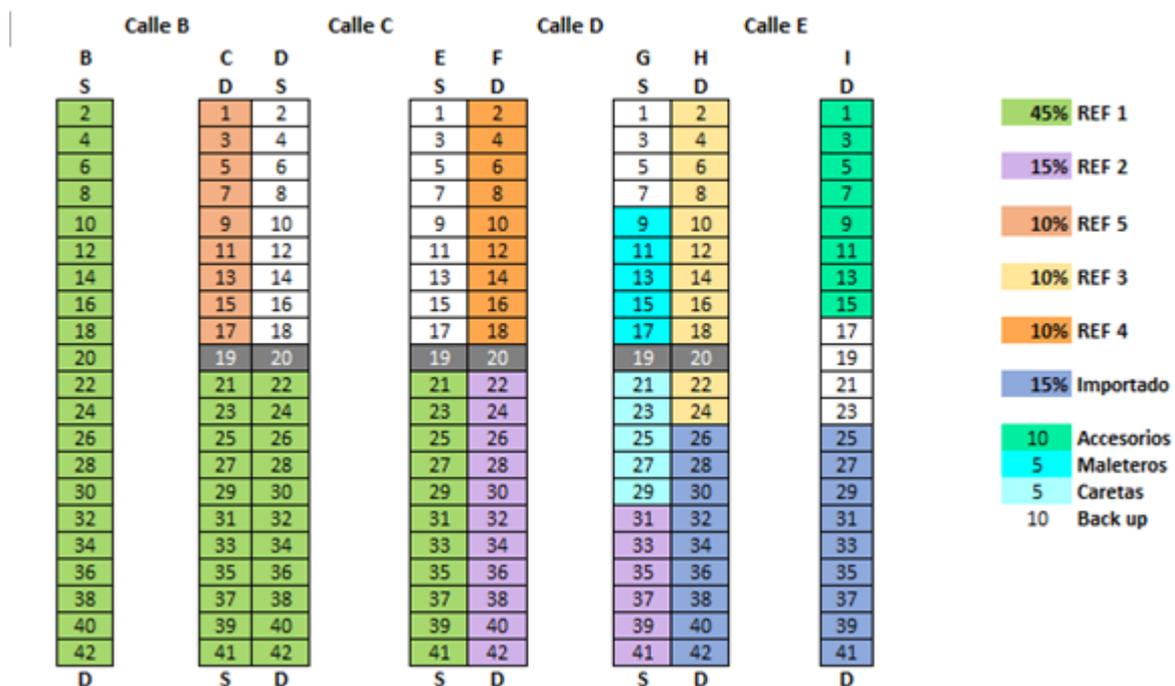


Ilustración 5: Modelo ajustado distribución de la bodega. Fuente: Elaboración propia.

Para este modelo, Observado en la ilustración 5, se modificaron las posiciones del producto importado y de las referencias 3, Referencia 4 y Referencia 5. Además, no se consideró necesario guardar posiciones para las referencias antiguas ya que su rotación era mínima y las unidades existentes en inventario eran muy pocas.

### 4.3 Resultado de indicadores

Como escenario inicial se tomo el año 2019 y se empleó el indicador de eficiencia de picking mencionado en la metodología; se comparó la sede de Cartagena e Itagüí y se resume la información en el grafico 5.



Grafica 5: Eficiencia de picking año 2019. Fuente: Elaboración

Se puede observar que el proceso en Cartagena es más eficiente hasta en un 40% respecto al cedi de Itagüí, en este año el centro de distribución de Cartagena tenía cuatro operarios en el proceso mientras que Itagüí lo hacía con nueve personas y generaba mayor número de horas extra. Partiendo de esta información, se logró definir un objetivo de eficiencia de picking que se quiere alcanzar con la implementación de la propuesta de mejora.

En consenso con líderes de procesos después de analizar las condiciones de los dos centros de distribución y considerando el promedio de unidades diarias que se alistaban, se fijó una eficiencia de 600 unidades por operario sin incluir horas extra.

En el grafico 6 se puede observar el comportamiento de la eficiencia del proceso de picking.

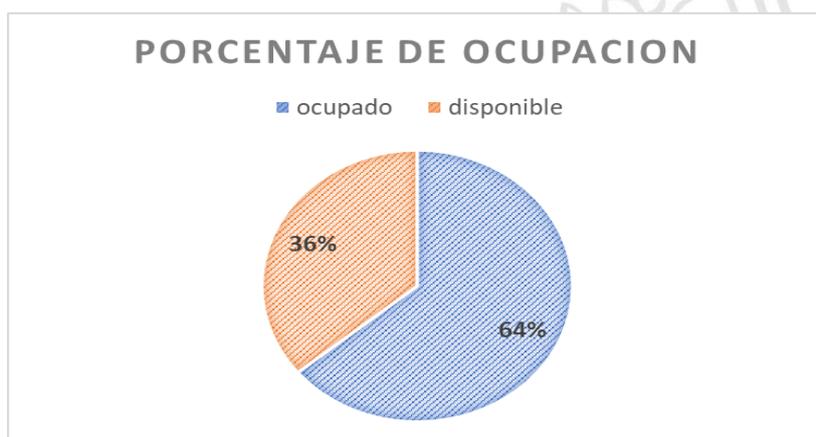


Grafica 6: Eficiencia de picking año 2020. Fuente: Elaboración propia

Los primero tres meses Cartagena seguía siendo más eficiente, sin embargo a partir del mes seis que se normalizó la operación en las dos sedes posterior a la cuarentena y a la implementación de la metodología propuesta que ayudó a tomar decisiones de mejora; se observa como el centro de distribución de itagui en el mes ocho alcanza el objetivo en un 98% y pasa de tener nueve personas en el proceso a un numero de cinco.

El segundo indicador planteado en la metodología calcula el porcentaje de ocupación de piso y de acuerdo con la literatura debe alcanzar un valor de 85%, el cual se toma como referencia inicial; Pero por la dinámica del centro de distribución se estima el 80% como valor ideal.

Antes de la implementación de la metodología de abastecimiento o resurtido, la ocupación de ubicaciones de piso era 64% tal como se muestra en el grafico 7.



Grafica 7: Porcentaje de ubicación de las posiciones de primer nivel. Fuente: Elaboración propia

Este dato se obtuvo de la información suministrada por WMS y lo que demuestra es que se desaprovecha el 20 % de la capacidad de piso, lo que implica mayor uso del montacarga y

más tiempo en la ejecución del picking, ya que cada diez pedidos tres hacían uso del montacarga para uno o más ítems.

## 5 CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este trabajo se logró hacer un reconocimiento general de los seis procesos principales que se realizan en el centro de distribución de la comercializadora Inducascos: recibo, almacenamiento, abastecimiento, picking, verificación empaque y despachos, creando un contexto general de la forma en la que se ejecuta la operación logística.
- Por medio de la evaluación de las 6m se identificó que la forma en la que se abastecían las ubicaciones de piso influía en la eficiencia del picking, debido a que los ítems agotados en las ubicaciones de primer nivel generaban demoras en el alistamiento de pedidos, y un uso inadecuado de la monta carga.
- Para obtener los resultados deseados con la metodología de abastecimiento que se quería lograr fue necesario que la distribución de la bodega fuera adecuada, en este caso se basó en una clasificación ABC, apoyando la idea que a mayor volumen de ventas mayor capacidad de ubicaciones de primer nivel; esto llevo a disminuir las tareas de abastecimiento y optimizo el uso del montacarga.
- En cuanto a la eficiencia de picking se obtuvieron los resultados esperados logrando en 98% la cifra propuesta inicialmente; además, se logró una reducción significativa en los costos de operación, ya que al inicio de este estudio el proceso de picking tenía nueve operarios y se redujo a cinco.
- Para el indicador de almacenamiento no se obtuvo un número esperado de 80% de ocupación de piso; debido a que el flujo de mercancía no era suficiente por cuestiones internas de la empresa.
- Para la implementación de la propuesta de mejora fue muy importante incluir a los líderes y al personal operativo de los procesos implicados, este personal desde su experiencia hizo importantes aportes para ejecutar la propuesta y alcanzar los
- resultados planeados.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benchmarking Logístico. 2015. “Logístico Empresarial Benchmarking Logístico 2015.” “Estado Del Arte En Políticas de Ubicación de Productos En El Almacén.” 2008.
- Gu, Jinxiang, Marc Goetschalckx, and Leon F. McGinnis. 2007. “Research on Warehouse Operation: A Comprehensive Review.” *European Journal of Operational Research* 177(1): 1–21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706001056> (April 19, 2020).
- Estévez G, J. F., & Pérez G, M. J. (2007). SISTEMA DE INDICADORES, para el diagnóstico y seguimiento de la educación superior en México. México D.F.: ANUIES.
- Díaz, C. E., & Cadena, J. A. (2013). DECISIONES FUNDAMENTALES PARA ESTUDIAR EL PROCESO DE ALISTAMIENTO DE PEDIDO...: EBSCOhost. Retrieved May 26, 2020, from <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2259/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=72dd7332-4c0c-4b3a-a855-3dc9e36a3204%40sdc-v-sessmgr02>
- García, P. (n.d.). El Slotting - Zonológica. Retrieved May 27, 2020, from <https://zonologica.com/el-slotting/>
- Gaviño, G., Casarrubias, H., & Maribel, C. (2020). ANÁLISIS DE TÉCNICAS FORMALES EN OPERACIONES DE PEDIDO EN UN CEDIS 3PL DE PRODUCTOS TERMINADOS, 41(2), 326–343. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Desktop/ContentServer.pdf
- Kovac, M., & Djurdjevic, D. (2020). OPTIMIZATION OF ORDER-PICKING SYSTEMS THROUGH TACTICAL AND OPERATIONAL DECL...: EBSCOhost. Retrieved May 27, 2020, from <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2277/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=28dcb26e-ac74-4593-906e-e2338576f3b0%40pdc-v-sessmgr05>
- Marín, R. (2016). El Picking... ¿Problema o Solución? (II). Retrieved May 27, 2020, from <https://zonologica.com/el-picking-problema-o-solucion-ii/>
- Sinha, S. (2020). Order Picking: A Survey of Methods and Problems. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(1), 1876–1885. <https://doi.org/10.37200/IJPR/V24I1/PR200290>