

Mejora de productividad de picking para el cliente P

José Tomás Sanhueza Perez

Ingeniería civil industrial

Diciembre 2023

Resumen ejecutivo:

En la industria logística, el proceso de picking es reconocido como fundamental para la cadena logística debido a su impacto directo en la rentabilidad y el nivel de servicio. Las empresas líderes de la industria se distinguen por un proceso de picking de primer nivel, eficiente, estandarizado y adaptado a las necesidades del cliente. Este proyecto se llevará a cabo en EIT Logística, el operador de logística tercerizada del Grupo Mewes. Dentro de los clientes de EIT se encuentra la marca de vestuario denominada Cliente P, con una productividad de picking inferior al resto de clientes de la industria. Esto se debe a que la estrategia de almacenaje actual no se ajusta al formato de salida de los productos, generando una brecha de productividad y margen operacional para el Cliente P en comparación con los estándares de la industria.

El objetivo principal de este proyecto es mejorar la productividad del Cliente P mediante la implementación de la metodología de Slotting Dinámico. Se ordenarán los productos según su rotación y se llevará a cabo un análisis volumétrico de la demanda, buscando reducir el picking de altura y las horas destinadas al proceso. Se destaca la metodología de Slotting por su bajo costo de inversión en comparación con otras soluciones.

Los resultados del proyecto fueron simulados utilizando los datos operativos de las últimas semanas, en consonancia con la implementación de un Máster plan a nivel de la compañía, alineado con el presupuesto del 2024. Cada centro se especializará en un tipo específico de cliente, mejorando así la rentabilidad y el nivel de servicio de la compañía. La implementación de proyectos enfocados en clientes específicos fuera del marco temporal de este proyecto se postergará. Sin embargo, la simulación demuestra que la aplicación de Slotting Dinámico arroja resultados favorables en la productividad de picking, en la reducción de horas invertidas en el proceso y en la mejora en el margen operacional.

Palabras clave: Picking, Productividad de picking, Picking de altura, Slotting.

Abstract:

The logistic industry recognizes the picking process as crucial to the logistic chain, impacting both service levels and profitability. Leading companies are distinguished by an efficient and standardized picking process adapted to each client's needs. This project will be carried out at EIT Logistics, a third-party logistics operator within the Mewes Group. Among EIT's clients is Client P, a clothing brand experiencing low productivity in the picking process due to chaotic storage against products following a known output pattern with seasonal variations and high turnover items. This creates a gap compared to other clients in the same industry, failing to meet the established operational margin for the apparel industry.

The main objective of this project is to enhance Client P's productivity through the dynamic Slotting methodology, organizing products based on ABC categorization according to their rotation and a volumetric analysis of demand. This optimization aims to reduce the percentage of high-level picking and the hours dedicated to this process, simultaneously improving client productivity and the operational margin. This methodology is recommended for its low investment cost.

The project results were simulated using operational data from the past weeks, owing to the implementation of a company-wide Master plan aligned with the 2024 budget. Each center is specialized in a specific client type, enhancing the company's profitability and service levels. The implementation of projects focused on specific clients is postponed beyond the timeframe of this project. However, through simulation, it does demonstrate that the application of dynamic Slotting yields favorable results in picking productivity, reduces hours invested in the process, and improves the operational margin.

Keywords: Picking, picking productivity, high level picking, Slotting.

Contenido

Introducción	1
Contexto.....	1
Problemática:	3
Análisis de causas:.....	5
Objetivos y medidas de desempeño	10
Estado del Arte	11
Marco referencial.....	11
Caso de éxito	13
Análisis de solución	15
Escenario 1	15
Escenario 2	19
Metodología.....	24
Desarrollo e implementación.....	25
Resultados.....	31
Conclusiones	35
Referencias	37
Anexos.....	38
Anexo 1	38
Anexo 2.....	40
Anexo 3:.....	43
Anexo 4:.....	43

Introducción

Contexto

EIT Logística S.A. es una empresa especializada en logística tercerizada. A través de servicios de almacenaje, gestión y distribución de mercancía, opera la cadena logística completa de sus clientes. La compañía se fundó en 1970 a través de la fusión de dos empresas del grupo Mewes, con el fin de ampliar los servicios que ofrecía la Agencia de Aduanas Mewes Ltda.

El centro de distribución (CD) principal de la empresa se ubica en Enea, donde están 45 de los 80 clientes que tiene EIT, siendo el único centro que tiene clientes B2B (business to business) que proveen a otras empresas con sus productos y clientes B2C (business to consumer) que realizan la venta de sus productos a los consumidores finales. A continuación, se muestran en la Imagen 1 las características generales del CD Enea.



Imagen 1: Características del centro de distribución Enea

Dentro del CD se realizan seis procesos distintos, apoyados por un WMS (Warehouse Management System), software de gestión de almacenes, separados en dos etapas: la

entrada de productos (Inbound) y la salida de productos (Outbound). A continuación, el Diagrama 1 muestra el flujo de productos a través de los distintos procesos.

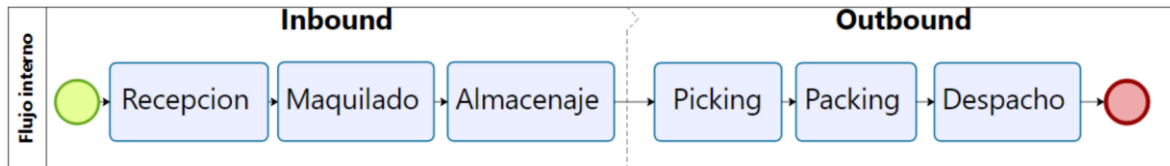


Diagrama 1: Diagrama de flujos interno de operaciones

Inbound abarca los siguientes procesos:

- **Recepción:** Se registran los bultos (cajas) que ingresan al CD, asignándoles un código identificador LPN (License Plate Number) que referencia los productos que contiene cada bulto en el WMS.
- **Maquilado:** Proceso de valor agregado. Se realizan cambios de packaging (empaquetado comercial del producto), etiquetado y elaboración de packs promocionales según lo requiera el cliente.
- **Almacenaje:** Se almacenan los bultos en dos formatos distintos, en pallets completos o cajas, dependiendo de a qué ubicación se destinen los productos a través de una estrategia caótica que busca maximizar la utilización efectiva del CD, utilizando cualquier ubicación disponible en el momento.

Outbound consta de los siguientes procesos:

- **Picking:** Proceso de recolección de los productos solicitados por los clientes, a través de una ruta de picking específica, manejando dos estrategias distintas. Picking por ola, agrupando varios productos según un criterio específico, como el transportista, fecha de salida, ubicación, entre otros. Segundo, picking por lote donde se agrupa un lote de pedidos similares, recolectando las unidades necesarias para esos pedidos específicamente.
- **Packing:** Etapa donde se reciben los productos del picking y se preparan los pedidos, separando los productos correspondientes, embalando el bulto y etiquetándolo según el criterio de destino.

- Despacho: Se chequea en cantidad y forma los distintos pedidos, separándolos por ruta de despacho y asegurándose de que salgan a la hora y con el transportista correspondiente, última etapa donde se pueden detectar posibles errores.

En el Anexo 1 se detalla el Layout de operaciones del CD Enea donde se realizan los procesos anteriormente mencionados.

Dentro de los procesos logísticos mencionados, la industria considera el picking como el proceso clave de la operación, debido a que es el proceso inicial de la preparación de un pedido, siendo sensible a la tendencia de demanda de los productos y al formato de almacenaje de ellos, utilizando distintas estrategias de picking para cada cliente, haciéndolo un proceso crítico en la cadena logística. Las compañías líderes de la industria destacan por tener un proceso de picking de primer nivel, eficiente y exacto; por el contrario, un proceso poco estandarizado y que no integra la estrategia de almacenaje con la tendencia de demanda, implica un proceso ineficiente y con elevados costos operativos en personal para cumplir con los requerimientos del cliente.

Problemática:

La eficiencia es el rendimiento de los recursos invertidos, en los procesos operativos se miden los resultados del proceso con la cantidad de tiempo invertido a través de la productividad. En el CD de Enea existen dos canales de salida, E-commerce con pedidos unitarios y entrega Same day (mismo día) o Next day (día siguiente) y distribución destinada a los distintos puntos de venta, con pedidos de mayor volumen para abastecer el stock físico de las tiendas. Para estos canales de venta, la productividad del proceso de picking se mide según las siguientes fórmulas.

$$\text{Productividad ecommerce: } \frac{\text{Total de pedidos recolectados}}{\text{Tiempo total de picking}}$$

$$\text{Productividad distribución: } \frac{\text{Total de unidades recolectadas}}{\text{Tiempo total de picking}}$$

A través de estas fórmulas se puede comparar el proceso de picking de cada cliente, además de poder estimar el tiempo necesario para cumplir con el pronóstico de venta de

cada cliente, a continuación, se muestra en la Tabla 1 la productividad de los principales clientes E-commerce y en la Tabla 2 los clientes de distribución.

Cientes	Productividad (Pedidos/Hora)
Cliente B	90
Cliente L	56
Cliente H	39
Cliente P	28
Promedio	51

Tabla 1: comparación productividad E-commerce

Cientes	Productividad (Unidades/Hora)
Cliente L	113
Cliente G	105
Cliente CD	103
Cliente C	40
Cliente P	34
Promedio	80

Tabla 2: comparación de productividad en distribución

En ambas tablas se muestra como el cliente P tiene la productividad más baja de ambos canales de venta, comparado con clientes del mismo rubro (vestuario) como lo son el cliente L, cliente CD y cliente H, evidenciando que está por debajo de la productividad del sector más de un 50% en ambos canales.

El impacto de esta problemática se observa en el margen operacional del cliente, entendido a través de las siguientes fórmulas.

$$\text{Costo operacional} = \text{Total horas trabajadas} * \text{Valor hora}$$

$$\text{Venta operacional} = \text{Venta de manipulación} + \text{Venta de insumos} + \text{Venta de otros}$$

$$\text{Margen operacional} = \frac{\text{Venta operacional} - \text{Costo operacional}}{\text{Venta operacional}}$$

Para los clientes de vestuario se tiene presupuestado un margen operacional de un 45%, a continuación, en la tabla 3 se detalla el margen operacional del cliente P.

Detalle costo operativo cliente P		
	Ítem	Valor
Ventas	Manipulación	\$ 18.158.341
	insumos	\$ 341.470
	otros	\$ 1.578.888
Venta total		\$ 20.078.699
Costo operacional	Horas	\$ 12.636.200
Margen operacional	Real	37%
	Presupuestado	45%

Tabla 3: detalle margen operacional

Se muestra como el cliente P tiene un margen operacional real de 37% lo que representa una brecha de 8% con respecto al margen operacional presupuestado para los clientes del sector de vestuario. El costo operacional de cliente representa un total de 2.106 horas trabajadas para el cliente p. evidenciando el impacto que tiene la baja productividad del cliente P.

Por lo que la problemática central de este proyecto será en torno brecha de productividad que presenta el cliente P con respecto al promedio de la industria de vestuario.

Análisis de causas:

A continuación, se explican distintos conceptos del proceso de picking:

- Secuencia de picking: Orden de la ruta de picking según un criterio como el producto, ubicación o pedido, estableciendo una ruta óptima, completando un criterio a la vez, ejemplo, recolectar todas las unidades de un mismo producto en distintas ubicaciones para recolectar el total de unidades del siguiente producto.
- línea de picking: hace referencia a una parada para extraer el o los productos indicados en la secuencia de picking, la cantidad de líneas de picking dependerá de la cantidad de unidades disponibles y de la estructura de la secuencia.
- Profundidad de picking: cantidad de productos que se extraen por línea de picking.
- Profundidad de ubicación: stock del producto disponible en cada ubicación
- Picking de altura: recolección de productos desde ubicaciones de altura, utilizando una grúa para bajar los productos, haciendo el picking menos eficiente por los

tiempos de espera, ubicar el bulto y extraer el producto, además de tener costos adicionales por el uso de la grúa.

La ineficiencia en el proceso de picking del cliente P tiene distintas causas que se muestran a continuación en el Diagrama 2.

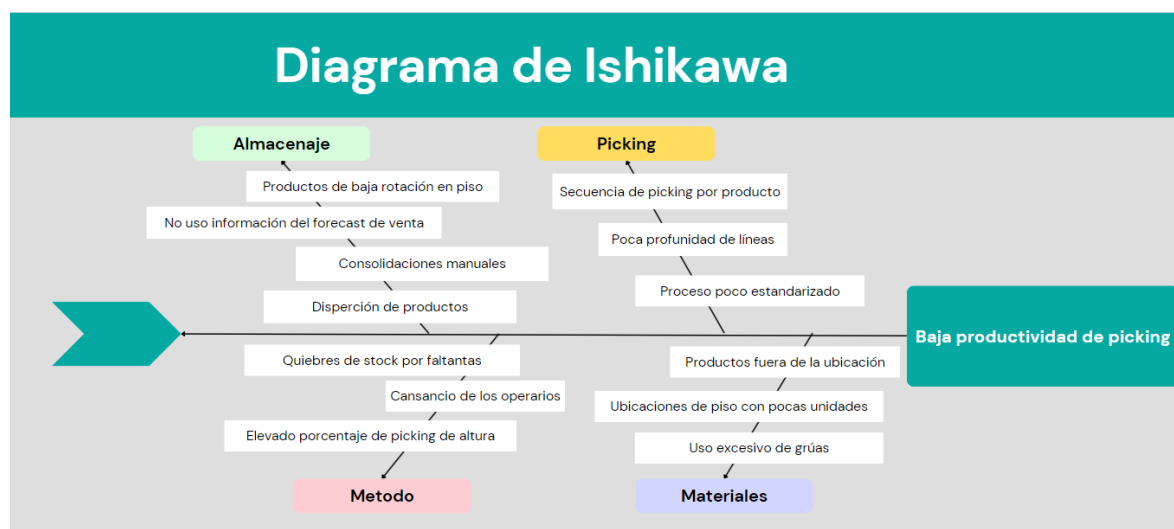


Diagrama 2: diagrama de Ishikawa

Los factores más críticos de esta problemática tienen origen en la diferencia entre la estrategia de almacenaje con la tendencia de demanda de los productos, identificando temporadas de verano (SP), invierno (FA), y Básico, que tiene una venta regular todo el año. Según el criterio de almacenaje caótico, los productos de la temporada actual quedan ubicados en altura y productos de temporadas pasadas en ubicaciones de piso o en el edificio, provocando un elevado porcentaje de picking de altura, provocando una pérdida de eficiencia en el proceso, ya que el picking de altura es menos eficiente por el uso de maquinaria y tiempo requerido para acceder a los productos, a continuación, en la Tabla 4 se comparan las productividades por ubicación del cliente P.

Productividad cliente P	
Ubicación	Productividad (Unidades/Hora)
Altura	15
Piso	35
Edificio	63

Tabla 4: Productividad por sector cliente P

El picking de altura es 58% menos eficiente que el picking de piso (primer nivel de los racks) y 77% menos eficiente que el picking en el edificio. Esta diferencia afecta a la productividad general del cliente en la magnitud de la cantidad de líneas que se realicen en altura, es decir, a mayor cantidad de líneas de picking en altura, mayor será la pérdida de eficiencia en el proceso de picking, en promedio el cliente realiza 16.000 líneas de picking mensuales, el Gráfico 1, muestra la tendencia de los últimos 4 meses de picking de altura.

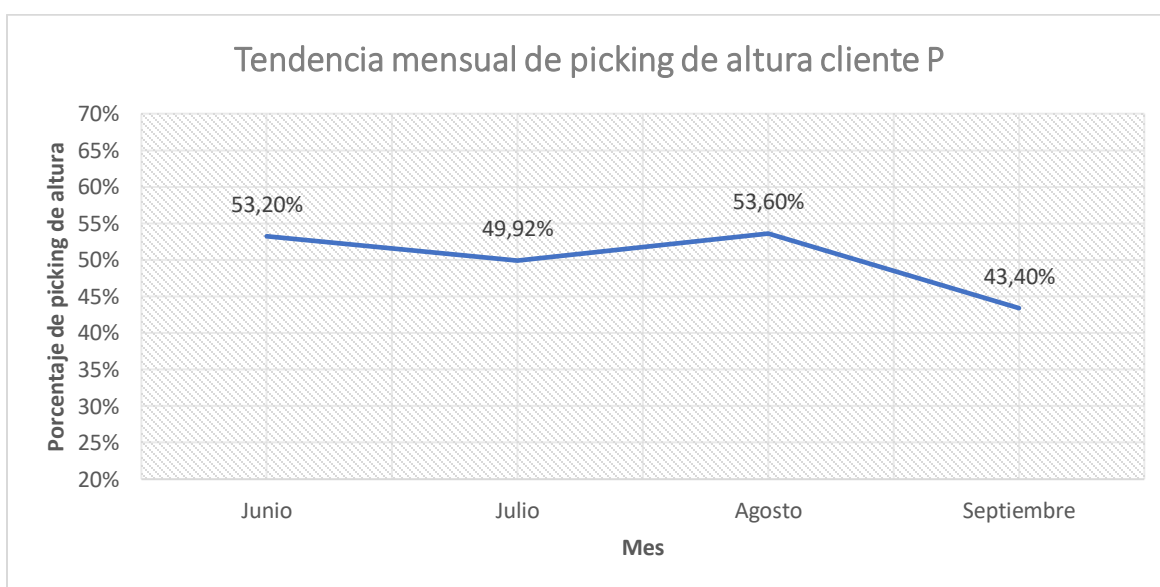


Gráfico 1: Tendencia mensual de picking de altura.

En promedio se realiza el 50% del total de líneas de picking en altura, lo que significa cerca de 6.880 líneas picking en ubicaciones de altura con una productividad de 15 unidades por hora, la más baja de los 3 sectores de almacenaje, limitando la productividad general del cliente.

El picking de altura tiene origen en la estrategia de almacenaje de los productos de almacenaje caótico, la cual no responde a la tendencia de venta de productos, como se muestra en la Tabla 5, existe una tendencia de venta por temporadas.

Tendencia mensual de venta por temporadas				
Temporada	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
BASICO	38,7%	29,1%	31,2%	31,7%
SP23	14,6%	35,5%	56,7%	43,5%
FA22	28,3%	18,9%	3,9%	8,1%
BASICO-SP	0,1%	1,8%	3,5%	3,0%
SP22	6,3%	5,7%	2,7%	5,9%
Otras temporadas	12,0%	9,0%	2,0%	7,8%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 5: Demanda mensual por temporadas

Se puede ver como la temporada FA pierde fuerza de venta a medida que se termina el invierno y entra la temporada SP, además la temporada de productos básicos, tiene una demanda constante en los meses estudiados.

Este factor es relevante cuando se realizan los cambios de temporada en las tiendas físicas, devolviendo al CD el stock de productos que no tuvo ventas para recibir los productos de la nueva temporada. En el CD se ingresan de la misma manera los productos devueltos por las tiendas como los productos de las nuevas temporadas, generando que a través del almacenaje caótico se ubiquen con la misma prioridad productos que no se vendieron y los productos de la nueva temporada, provocando que en ubicaciones de piso o edificio queden almacenados productos de las temporadas pasadas, ubicaciones estratégicas para los nuevos productos, que a través del almacenaje caótico, no es posible percibir este comportamiento.

El cliente actualmente tiene un stock de 12.992 productos distintos, a continuación, en el Gráfico 2 se muestra la dispersión de productos, descartando 2.563 productos con stock unitario, se grafica en el eje Y la cantidad de ubicaciones distintas que contienen el producto y el eje X la cantidad de productos distintos almacenados en Y ubicaciones.

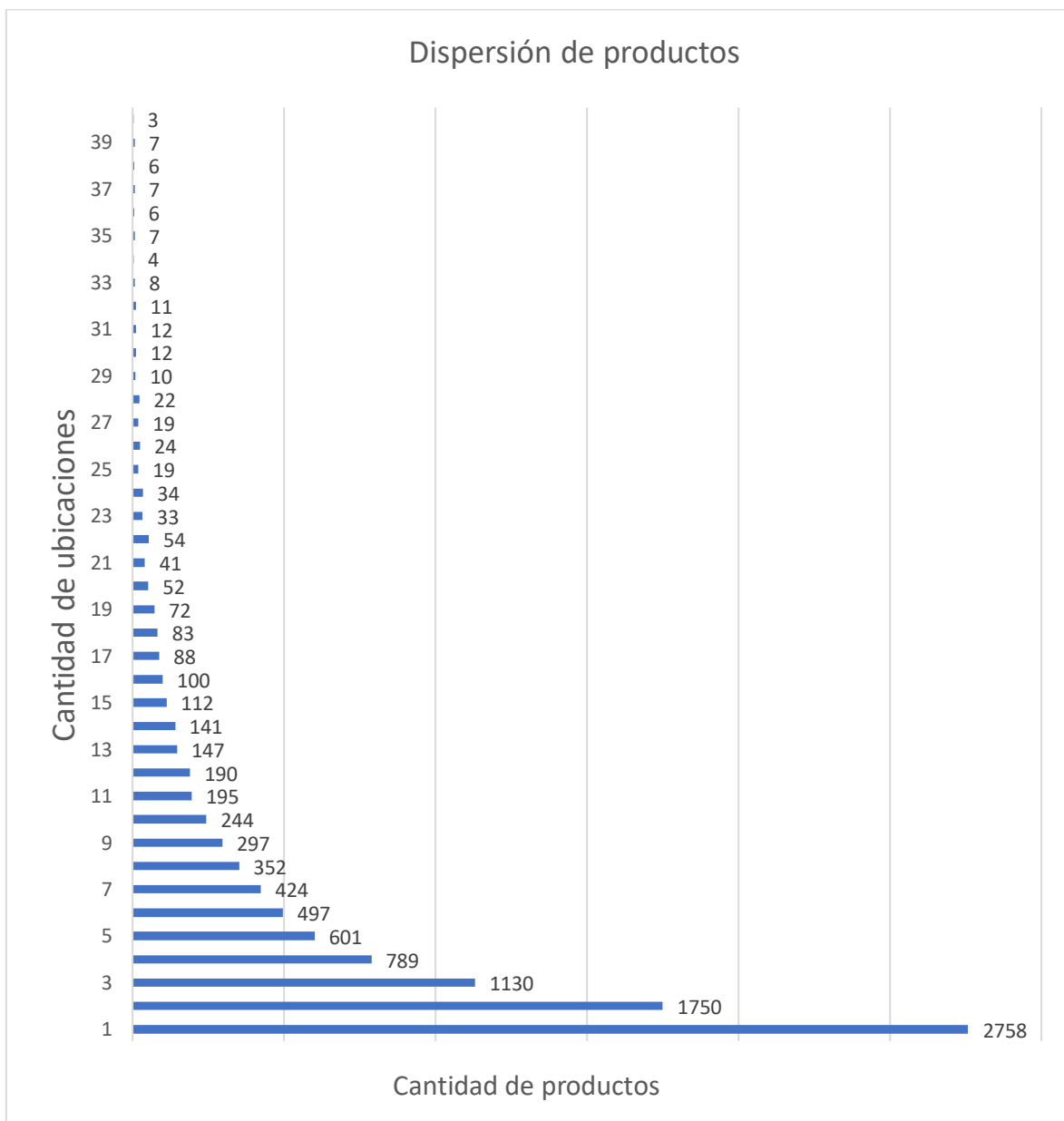


Gráfico 2: dispersión de unidades

De un total de 10.429 productos con más de una unidad en el CD, se muestra en el Gráfico que hay 2.758 productos con el stock completo del producto en una ubicación, situación ideal para el picking, debiendo realizar una línea para abastecer el total de unidades de ese producto, por el contrario, existen 7.671 productos con su stock disperso en más de dos ubicaciones, un 73% del total de productos.

La dispersión de productos en el CD implica una baja profundidad de las líneas de picking, teniendo que realizar más de una línea por producto para cumplir con los pedidos solicitados, esto impacta en el tiempo total del proceso de picking, ya que a más líneas de picking mayor es el tiempo que se invierte en él, resultando en un elevado costo operacional para el mismo resultado en número de pedidos recolectados.

Objetivos y medidas de desempeño

Como objetivo general de este proyecto se plantea lo siguiente.

1. Mejorar la productividad de picking del cliente P en al menos un 20%

$$\text{Productividad de picking} = \frac{\text{Cantidad de unidades recolectadas}}{\text{Tiempo total utilizado}}$$

Se plantean los siguientes objetivos específicos para este proyecto.

1. Reducir un 15% el picking de altura del cliente.

$$\text{Picking de altura} = \frac{\text{Total líneas en ubicaciones de altura}}{\text{Total líneas de picking}}$$

2. Disminuir en un 20% las horas totales de picking

Estado del Arte

Marco referencial

Existen dos metodologías de operación de picking. La primera, llamada "Goods to picker" (bienes a recolector), donde el flujo es de los bienes hacia los operarios a través de soluciones automatizadas que permiten el funcionamiento 24 horas del día, mayor velocidad y precisión en los pedidos, entre otros beneficios. Sin embargo, para considerar este tipo de soluciones, es necesario tener en cuenta diversas variables. Según la literatura (Richard, 2014), se requiere un flujo diario mínimo de 3,000 bultos para considerar una solución de este tipo. Además, se debe contar con un proceso altamente estandarizado y un sistema de soporte técnico con capacidad de respuesta inmediata, ya que la operación depende completamente del sistema. Gwynne Richard también destaca que "no se debe considerar la automatización para un proceso con falencias o pérdidas de eficiencia. Primero, se debe buscar que el proceso sea lo más eficiente posible sin necesidad de soluciones tecnológicas". Esto se debe a que el proceso automatizado requiere una alta estandarización para funcionar de manera óptima. La problemática del cliente P tiene su origen en el almacenaje y sus estrategias, por lo que considerar soluciones de automatización no resolvería la causa raíz del problema, además que el volumen del cliente es inferior al volumen mínimo para que se justifique la inversión.

La segunda metodología, utilizada por la mayoría de los CD, "picker to goods" (operarios a bienes) ideología donde el flujo es de los operarios en el CD, permite más flexibilidad en el proceso a distintos escenarios del cliente, existen 4 estrategias para abarcar esta ideología de picking que se explican a continuación (Chan, 2011)

- Almacenaje: esta estrategia busca ordenar los productos de la manera más eficiente y coherente con la salida de los productos, con 3 formatos, desde el más general al más específico:
 1. Almacenaje caótico: Tipo de almacenaje más simple que busca maximizar la utilización del centro, no considera el formato de salida de los productos, ubicando los productos en cualquier ubicación disponible.

2. Almacenaje sectorizado: estrategia que separa los productos según un criterio en común como las temporadas, tipo de producto, Rotación, entre otros. Esta categorización usualmente se rige por la regla de Pareto, donde un 20% de los productos representa el 80% del volumen de salida, el 30% siguiente representa el 15% del volumen de salida y el 50% restante de productos representa un 5% del volumen de salida
 3. Almacenaje dedicado: estrategia donde se le asigna una ubicación específica a cada grupo o producto independiente si hay stock o no, dándole prioridades estáticas. Esta estrategia es útil ante clientes con salidas muy regulares y con productos pocos productos muy diferenciados entre sí.
- Estrategia de picking: abarca el cómo se va a recolectar a nivel general, teniendo las siguientes estrategias:
 1. Picking por ola: estrategia que junta varios pedidos según un criterio similar de salida, como el cliente, hora de salida, formato de salida, entre otros. Para recolectar el total de productos.
 2. Picking por lote: Separa el total de pedidos en pedidos similares en productos, enfocando cada operador a un número de pedidos.
 3. Picking zonificado: utilizando alguna de las estrategias anteriores se dividen los operarios en zonas determinadas.
 - Secuencia de picking: definición del orden de recolección de los productos, destacando los siguientes:
 1. Ubicación: secuencia donde se busca extraer la mayor cantidad total de unidades por ubicación, independiente si son productos distintos.
 2. Producto: orden por producto, recolectando el total de unidades de un producto en las ubicaciones necesarias para seguir con otro producto.
 - Layout: Estrategia que comprende toda la operación, que busca adaptar el espacio físico al proceso, implementando un diseño que responda al formato de salida de los productos, mejorando el flujo operativo.

Caso de éxito

Un proyecto de tesis de grado realizado para la universidad San Ignacio de Loyola en Perú dentro de una distribuidora de productos de cuidado personal de consumo masivo, estudio en detalle el proceso de picking, teniendo como objetivo principal mejorar la productividad de picking a través de una metodología de slotting buscando reducir tiempos muertos de picking y tiempos de entrega a clientes finales, teniendo como situación inicial los siguientes parámetros:

- 14.000 pedidos mensuales.
- 13.000 horas destinadas al picking.
- 34% de picking en altura.
- Productividad de 8 ubicaciones por hora

Se realizó una recolección de datos operativos de picking, determinando las actividades críticas el proceso, para luego aplicar la metodología de slotting según los siguientes pasos:

1. Dimensionar capacidad del CD, contabilizando las ubicaciones y su capacidad en metros cúbicos de almacenaje.
2. Identificación del comportamiento comercial de los productos como la rotación, dimensiones de cada uno, factor de conversión y formato de venta.
3. Agrupación por índices de rotación a través de un análisis ABC, determinado la distribución e inventario necesario para cada categoría de productos con respecto a las ubicaciones disponibles.
4. División del CD de acuerdo con el análisis ABC para mejorar el flujo de operaciones.
5. Cambio de estrategia de picking de directo a zonificado.
6. Establecer orden del CD con ubicaciones en el primer nivel del rack para todos los productos.
7. Orden inicial de los productos ubicándolos según el slotting.

El impacto de esta metodología se midió a través de un estudio de tiempos de picking resultando en las siguientes mejoras en el proceso de picking:

- Mejora de 50% de productividad de picking, de 8 a 12 ubicaciones por hora.
- Reducción a un 12,4% de picking de altura.
- Reducción de un 24% en horas totales de picking.
- Generando un ahorro anual de 188.572,50 unidades monetarias

Evidenciando que la implementación de la metodología de slotting, ubicando los productos de manera estratégica mejora la productividad de picking, reduce el picking de altura y las horas totales de picking.

Análisis de solución

A través del estado del arte se proponen distintas soluciones para la problemática planteada. Las dos soluciones que mejor se adecuan al escenario de la problemática se evalúan a continuación, comparando los escenarios con la situación actual en un marco temporal de las semanas 36, 37, 38 y 39 en un escenario inicial de picking mostrado en la Tabla 6.

Escenario inicial					
Porcentaje de picking por ubicación semanal					
Ubicación	36	37	38	39	Unidades totales
EDIFICIO	39%	36%	31%	24%	11.729
PISO RACK	14%	16%	23%	15%	5.183
ALTURA	47%	48%	45%	61%	17.388
Productividad (unidades/hora)	37	35	35	30	34.300

Tabla 6: Escenario actual de picking.

Con una productividad promedio en las 4 semanas estudiadas de este escenario de 34 unidades por hora, un porcentaje de picking de altura promedio de 50%, necesitando un total de horas para recolectar las 34.300 unidades de 1.132 horas con un costo de operación de \$6.792.000.

Escenario 1

En el primer escenario de solución se plantea una ampliación de las ubicaciones de edificio de picking, debido a que son las ubicaciones con mejor productividad y es el recurso más escaso de los tres tipos de ubicaciones, buscando almacenar el total de la temporada SP 23 y Básico como se mostró en la Tabla 6 representan el 80% de la salida de productos en las semanas estudiadas, por lo que a través de esta ampliación se busca mejorar la productividad de picking del cliente P.

Inicialmente, se calcula el volumen total que representan ambas temporadas a través de un análisis volumétrico detallado en el Anexo 2 resultando en la siguiente tabla.

Volumetría de temporadas SP23 y Básico			
Temporada	Unidades	Bultos	Volumen
Básico	154.515	7.381	709
SP23	90.645	3.713	356
Total	245.160	11.094	1.065

Tabla 7: volumen de almacenaje necesario

Con estos datos se sabe que el edificio actual de picking destinado a este cliente tiene una capacidad de 317 metros cúbicos de almacenaje, por lo que a continuación, en la Tabla 8 se detallan las especificaciones necesarias de ampliación del edificio.

volumetría y utilización temporada Básico y SP23			
ITEM	UNIDADES	BULTOS	M3
BASICO	154.515	7.640	733,4
SP23	90.645	4.148	398,2
Total	245.160	11.788	1.132
Edificio actual	77.087	3.300	317
ampliación edificio	168.073	8,488	815

Tabla 8: ampliación necesaria edificio

Debiendo incurrir en costos de la infraestructura nueva y en costos de movimiento del total de productos de ambas temporadas, considerando una productividad de almacenaje de 50 bultos por hora, estos costos se detallan a continuación en la Tabla 9.

Inversión escenario 1				
Concepto	Cantidad	Valor unitario	Total	
Edificio con estanterías	815	\$ 92.918	\$	75.728.170
Operario para almacenaje	170	\$ 6.000	\$	1.020.000
Maquinista	170	\$ 6.770	\$	1.150.946
Grúa horquilla	170	\$ 7.711	\$	1.310.818
Valor total inversión			\$	79.209.934

Tabla 9: inversión escenario 1

Considerando esta inversión, se logra almacenar el total de ambas temporadas en ubicaciones de estantería en edificio, simulando los pedidos realizados en el marco temporal de estudio, con los productos de ambas temporadas en ubicaciones de estantería, se produce una mejora de productividad de un 56% promedio de las semanas estudiadas, como se muestra en el Gráfico 3.

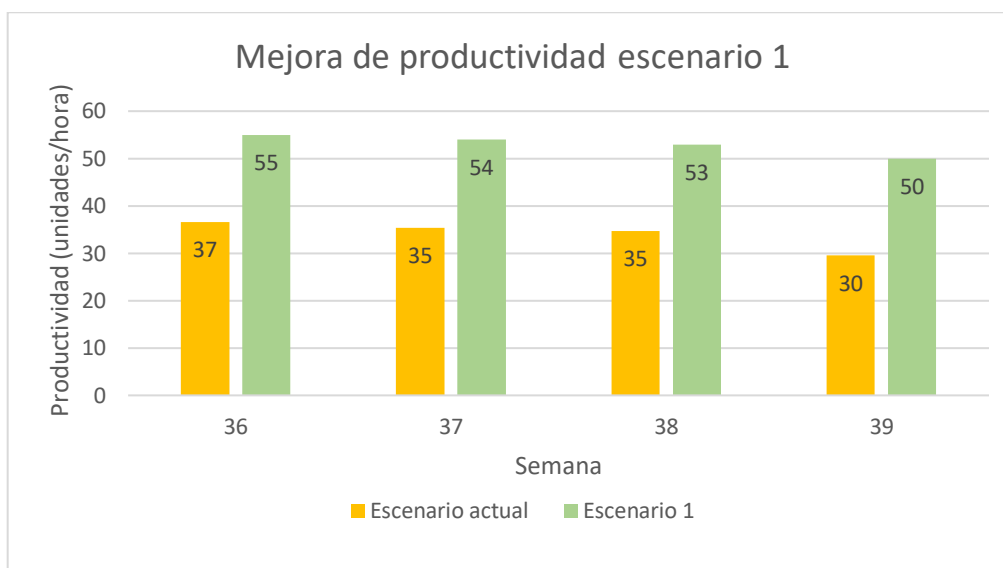


Gráfico 3: mejora en productividad escenario 1

Además, este escenario logra reducir las líneas de picking en altura en un 43% sobre la situación actual como se muestra en el Gráfico 4.

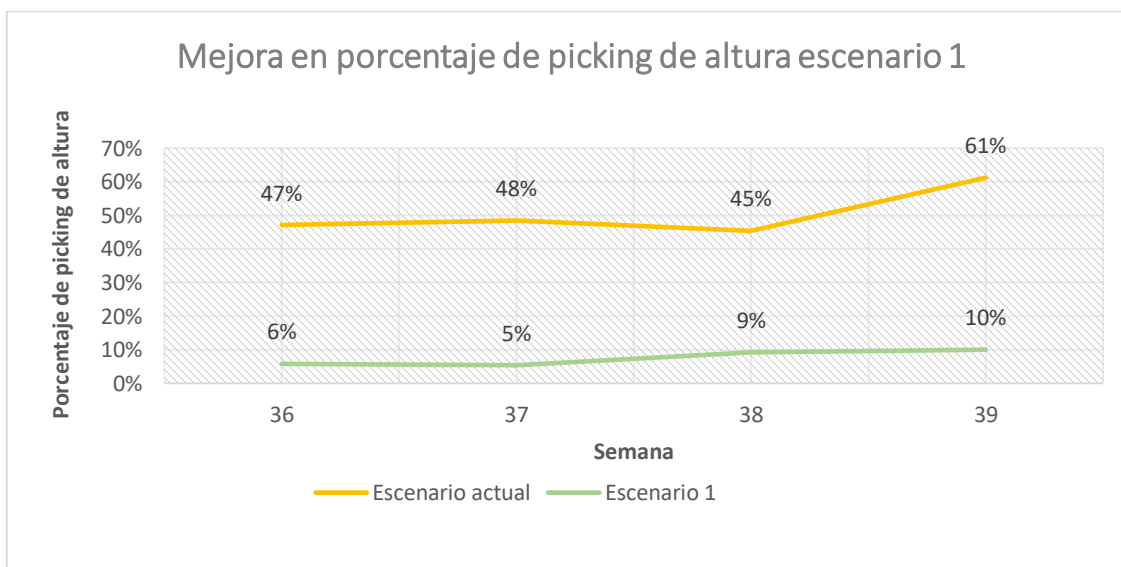


Gráfico 4: porcentaje de mejora picking de altura escenario 1

Esta situación genera una reducción de horas de picking 386 horas de picking pasando de un total de 1132 horas de picking a 746 horas de picking, a continuación, en el Grafico 5 se muestra la reducción semanal de horas de picking.

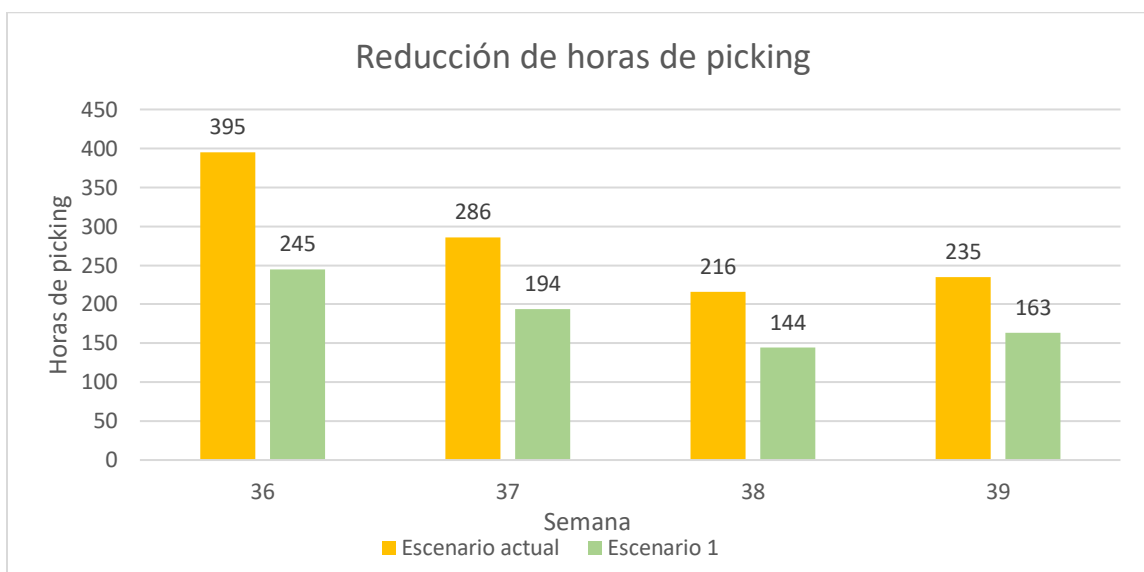


Gráfico 5: reducción de horas totales de picking escenario 1

Esta solución cumple con los objetivos generales y específicos propuestos, generando un ahorro de \$2.316.000 en el periodo estudiado, anualmente generaría un ahorro de \$27.801.797, sin embargo, se debe considerar el pago de la inversión inicial en el flujo del proyecto de \$79.209.934, además de que al prestarle servicios al cliente P se debe considerar como plazo máximo de retorno de la inversión inicial la duración del contrato con el cliente que es de 3 años máximo, considerando una tasa interna de retorno de la industria de un 12%, resultando en la siguiente tabla de flujos a 3 años.

Flujo Escenario 1	
Concepto	Valor
Ahorro Anual	\$ 27.801.797
Cuota 3 años	\$ -35.049.033
VAN a 3 años	\$ 5.233.835

Tabla 10: valor presente escenario 1

Resultando en una cuota anual de \$35.049.033, mayor al ahorro que genera este escenario de \$27.801.797, cumpliendo con el retorno de la inversión inicial en el 4 periodo, como se muestra en el Gráfico 6, a continuación.



Gráfico 6: Retorno inversión inicial

Este proyecto al largo plazo es atractivo si se considera un plazo de retorno mayor, debiendo estipular un nuevo contrato con el cliente, sin embargo, por el tamaño de la operación del cliente, la competitividad del mercado y los altos estándares de calidad de la industria de vestuario, los clientes no acceden a contratos mayores a 3 años con el fin de poder elegir el mejor operador logístico para ellos. Por lo que en los 3 años estipulados de contrato este escenario no logra cumplir con la cuota de pago de la inversión inicial.

Escenario 2

En el segundo escenario se plantea una estrategia de almacenaje sectorizada y enfocada en ubicar los productos con mayor rotación en las ubicaciones estratégicas a través de la metodología de slotting dinámico, utilizando los datos de las 3 semanas anteriores siendo el marco temporal que mejor se ajusta a la demanda futura, para este análisis de solución se utilizaron los datos de las semanas 33, 34 y 35 del presente año, a continuación, en la Tabla 11 se muestra la cantidad de productos por categoría diferenciados de la siguiente manera, productos A, ítems que se solicitaron 2 o 3 semanas, productos B ítems que se solicitaron solo una semana y productos C que no se solicitaron en las 3 semanas del marco temporal.

Categorización por rotación		
Categoría	Productos	Porcentaje
A	1.874	16%
B	1.743	14%
C	8.405	70%
Total	12.022	100%

Tabla 11: categorización de productos ABC por rotación

Con la categorización de productos establecida, se define una política de almacenaje sectorizada, destinado el edificio a los productos A, Piso rack para productos B y altura para productos C, considerando el volumen de demanda de las categorías y la capacidad de almacenaje que tiene cada sector debido a que se cuenta con ubicaciones limitadas de edificio y de piso rack, teniendo que implementar políticas de reposiciones para los productos A, a continuación, en la Tabla 12 se muestra la cantidad de productos y volumen en metros cúbicos despachados en el marco temporal estudiado.

Volumetría despachada semanas 33-34-35		
Productos	Cantidad	Volumen
A	25.657	278
B	5.670	118
C	1.331	127
Total	32.658	523

Tabla 12: volumen despachado semanas 33-34-35

Comparando el volumen despachado de cada categoría con la capacidad de almacenaje de cada sector (detallado en el Anexo 3) es posible almacenar el total de la demanda en cada sector, haciendo que se deban realizar 127 reposiciones en el periodo establecido, además de tener que realizar 1.109 movimientos considerando el orden inicial de los productos para implementar el slotting, a continuación, se muestra la Tabla 13, detallando los costos de implementación del escenario 2.

Costos implementación Slotting		
Ítems	Horas	Costo
Operario	22,18	\$ 133.080
Maquinista	22,18	\$ 150.159
Grúa	22,18	\$ 171.030
reposiciones	2,54	\$ 15.240
Costo total	\$	469.509

Tabla 13: costos de slotting

Bajo este escenario de almacenaje se producen las siguientes mejoras de productividad en las semanas estudiadas, a continuación, se muestra el Grafico 7.

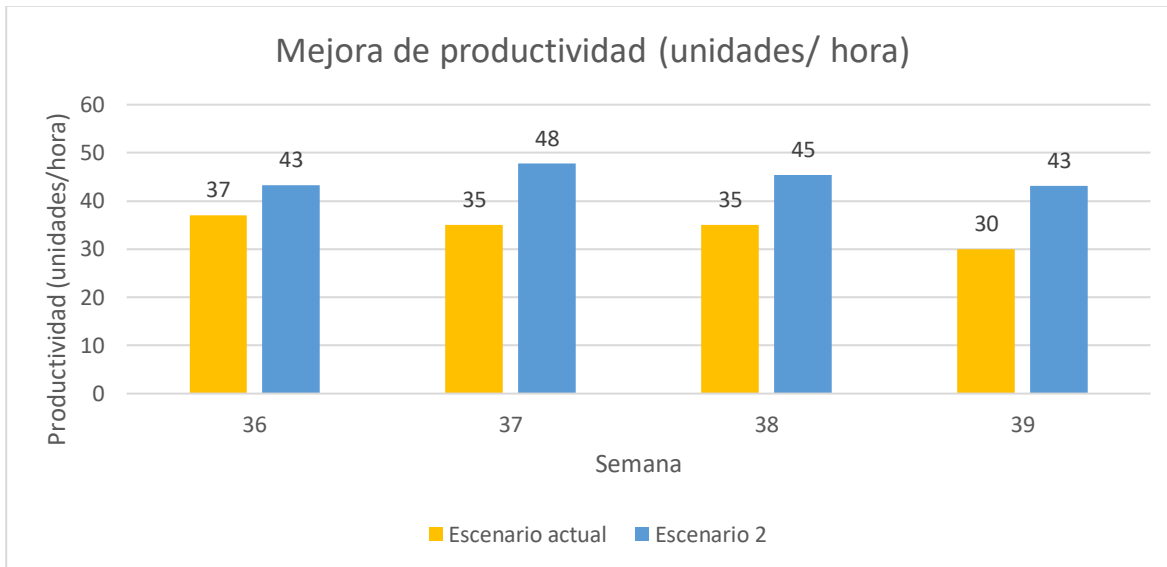


Gráfico 7: comparación productividad semanal escenario 2

Se logra una mejora de productividad de 32% sobre el escenario inicial de productividad, por otro lado, se logró reducir el picking de altura en un 19,7% como se muestra a continuación, en el Grafico 8.

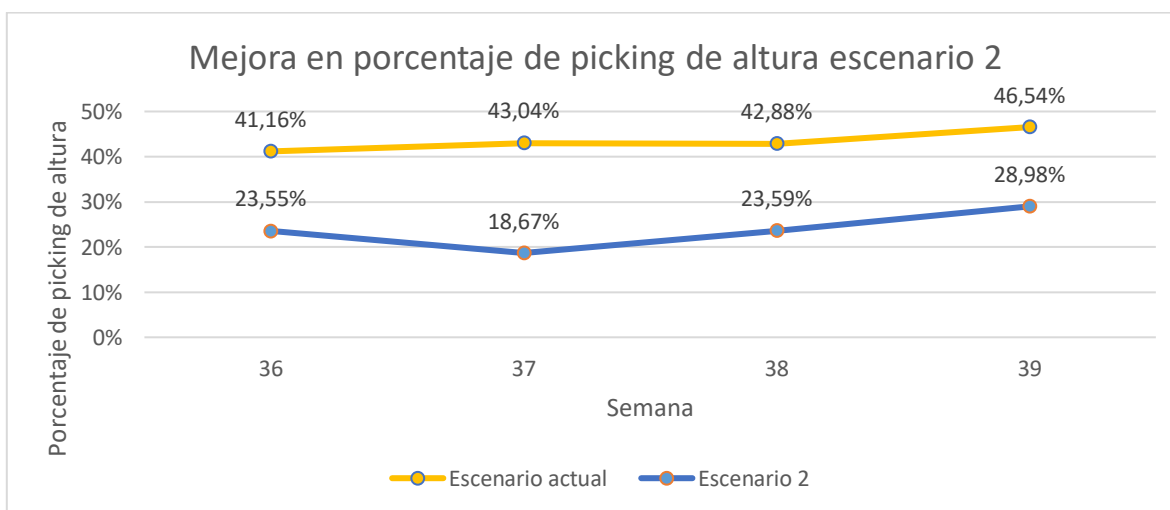


Gráfico 8: mejora en picking de altura escenario 2

Sobre el objetivo específico de la reducción de horas se muestra el siguiente Gráfico 9, logrando reducir de 1.132 horas totales de picking a 876, generando un ahorro de 256 horas de picking, reduciendo en un 21% las horas de picking.

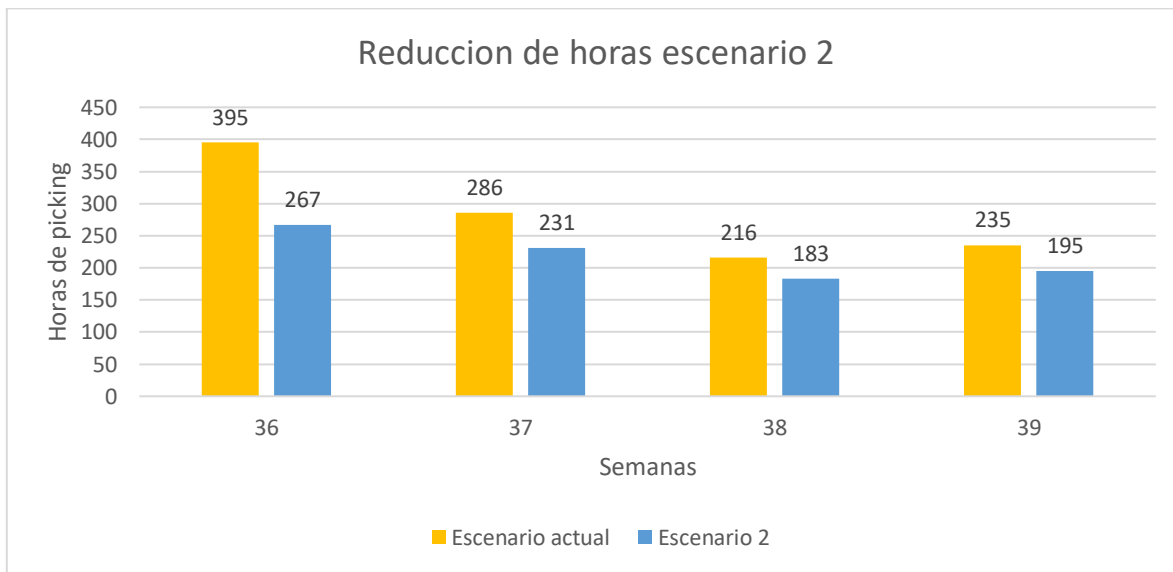


Gráfico 9: horas totales de picking por escenario

Este escenario genera un ahorro de \$1.535.325 mensual, versus la inversión mensual de \$469.509, se genera un ahorro real de \$1.065.816, de forma anual es equivalente a \$12.789.797, generando un ahorro constante anual, ya que los costos de implementación son bajos en relación con el ahorro que se genera. Como se muestra a continuación en el Gráfico 10 en 4 periodos.

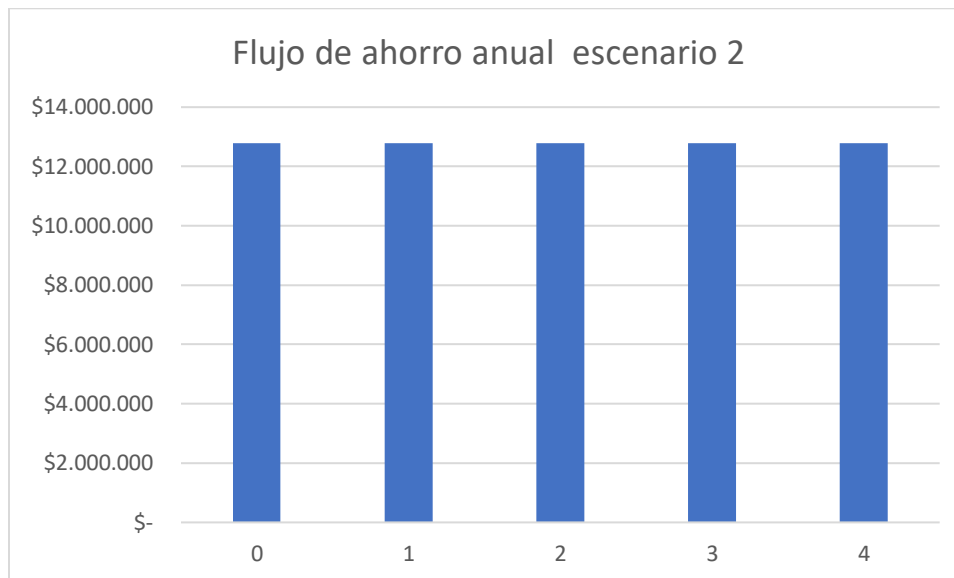


Gráfico 10: flujo de ahorro escenario 2

Escenario donde se genera un ahorro anual constante considerando los costos de implementación del slotting, sin embargo, se deben considerar los siguientes riesgos de implementación de esta solución.

- No actualización del slotting: el no actualizar la categorización de los productos, implicaría volver a una estrategia de almacenaje caótico y una sectorización no eficiente de los productos, teniendo un riesgo medio, ya que el orden en temporadas de alta demanda al no ser una actividad de valor agregado para el cliente pasa a segundo plano y se prioriza el completar los pedidos, sin embargo, luego de estos periodos es posible implementar nuevamente el slotting.
- Cambios de temporada: al comenzar con una demanda de productos nueva, se debe considerar este cambio en la demanda en la categorización de los productos, ya que las 3 semanas anteriores estarán compuestas por productos de las temporadas pasadas, por lo que en estos periodos el slotting puede ser menos eficiente de lo pronosticado, ocurriendo un cambio de temporada al año, por lo que tiene un riesgo bajo de impactar en esta solución.

Metodología

La Metodología para seguir en el presente proyecto es el slotting dinámico de los productos según la rotación de ellos, esta metodología consta de los siguientes 4 pasos:

1. Estudio de tendencia de demanda: El primer paso de esta metodología pretende analizar la tendencia de demanda de los productos, dependiendo de la época del año en la que se esté y cómo se comportan las distintas temporadas.
2. Volumetría del stock: en este paso se realiza un estudio del volumen que significa el stock, el factor de conversión (Cantidad de unidades por caja) en que se maneja cada tipo de producto y relacionar la demanda de los productos con el movimiento volumétrico, relacionando la capacidad de las ubicaciones con una cantidad máxima de abastecimiento de cada producto.
3. Categorización ABC: Con los datos históricos se analiza la rotación de los distintos productos, buscando identificar productos de alta rotación (A) que significan cerca del 75% de la salida de productos, rotación media (B) que representan un 15%-20% de la salida de productos y baja rotación (C) que representan un 5% de la salida de productos, relacionando los productos de las temporadas actuales y productos de alta rotación de temporadas pasadas, logrando identificar productos que deben ir en ubicaciones estratégicas y productos que deberían ir en ubicaciones no estratégicas.
4. Abastecimiento y orden: se realiza la reubicación de los productos según sus categorías, con el stock determinado en las ubicaciones establecidas y la integración de estas categorías y su stock en el WMS.

Desarrollo e implementación

1. Estudio de tendencia de demanda: El cliente posee 12 tiendas en total a lo largo del país que se abastecen de manera semanal y su canal de E-commerce, como se mostró con anterioridad la tendencia por temporada que tienen los productos, por lo que a continuación, se muestra en la Tabla 14 un resumen semanal de las líneas de picking, cantidad de productos y profundidad de las líneas de picking y en la Tabla 15 la distribución de líneas semanales por ubicación

Cantidad semanal de líneas de picking y productos						
Semana	40	41	42	43	44	Total
líneas de picking	5.073	738	4.036	5.219	1.013	19.343
Cantidad de productos	8.459	1.784	6.096	9.655	1.933	36.091

Tabla 14: tendencia semanal líneas de picking y cantidad de productos

distribución semanal de líneas por ubicación						
Ubicación	40	41	42	43	44	Total
Edificio	34,2%	32,4%	29,3%	34,0%	32,1%	32,7%
Piso rack	24,5%	23,2%	27,6%	22,1%	21,8%	24,3%
Altura	41,3%	44,4%	43,2%	43,8%	46,1%	43,0%
Cantidad de líneas	5.073	738	4.036	5.219	1.013	16.079

Tabla 15: distribución semanal de líneas por ubicación

2. Volumetría del stock: Para el análisis volumétrico del stock, se separaron los productos según la familia del producto y categoría, debido a que la misma categoría tiene distinto factor de conversión (Cantidad de productos por bulto) según la familia del producto, considerando un bulto estándar de 0,4 X 0,4 X 0,6 m. y los factores de conversión respectivos, se obtiene la siguiente tabla resumen de la volumetría del stock para la semana 44. (el Anexo 2 explica en detalle la volumetría por cada categoría).

ANÁLISIS VOLUMETRICO STOCK CLIENTE P				
FAMILIA	CATEGORIAS	CANTIDAD	BULTOS	VOLUMEN M3
Accessories	5	21.667	378	36
Alpine	3	65.161	3.600	346
Equipment	4	18.714	1.646	158
Fishing	6	7.331	765	73
Hike	3	43.017	1.785	171
Kids	7	46.821	1.485	143
Logo	2	82.967	2.545	244
Logo Qtm	1	9	0,4	0,0
Mountain Bike	3	4.155	173	17
M's Sportswear	4	67.296	2.873	276
Outside Vendor	1	1.326	111	11
Provisions	1	250	13	1
Snow	1	2.387	199	19
Special Make Up	1	1	1	0,1
Surf Apparel	2	1.678	72	7
Trail Running	4	6.861	316	30
Wetsuits	1	3.318	415	40
Workwear	5	4.158	195	19
Worn Wear	1	1.218	81	8
W's Sportswear	5	41.919	1.798	173
TOTAL		420.254	18.450	1.771

Tabla 16: Tabla resumen volumetría por familia

Teniendo un total de 1.771 metros cúbicos de stock repartido en 3 tipos de ubicaciones distintas, siendo las ubicaciones de estantería en el edificio un recurso limitado, a continuación, la Tabla 17 muestra la cantidad de productos y de ubicaciones utilizadas por el cliente P.

Almacenaje cliente P		
Tipo de ubicación	Cantidad	Ubicaciones
Edificio	76.897	3.300
En transito	15.352	11
Piso rack	62.167	362
Altura	265.838	1.249
Total	420.254	4.922

Tabla 17: Almacenaje del cliente P

Teniendo en edificio una capacidad de almacenaje de 319,3 metros cúbicos destinados al cliente, valor fundamental para relacionar el volumen de salida con la capacidad de las ubicaciones estratégicas disponibles, a continuación, se muestra la Tabla 18 con el volumen semanal de despacho del cliente.

Volumen semanal de despacho		
Semana	Cantidad de unidades	Volumen de salida
33	7.513	280
34	13.755	157
35	11.390	86
36	13.452	80
37	10.468	92
38	2.216	26
39	8.164	102
40	8.459	87
41	1.784	21
42	6.096	64
43	9.655	75
44	1.933	13
Total	94.885	1.083

Tabla 18: volumen semanal de despacho

3. Categorización ABC: Para la categorización de los productos se analizó la demanda de productos desde la semana 42 a la semana 44 proponiendo una categorización para las semanas 45 a 47 del presente año, definiendo los productos A como los productos que tuvieron rotación desde 2 semanas, productos B como productos que tuvieron salida una semana y productos C que no tuvieron salida en las 3 semanas anteriores, resultando en una

categorización de productos mostrada en la Tabla 19, detallando la categorización en el Anexo 4.

CATEGORIZACION POR ROTACION		
categoría	Productos	Porcentaje
A	1.461	11%
B	2.148	16%
C	9.313	72%
TOTAL	12.922	100%

Tabla 19: categorización ABC implementación

De esta categorización se produce el stock mínimo para las siguientes 3 semanas de productos A y B, ya que los productos C estarán en altura no requieren de un stock, resultando en la siguiente Tabla.

volumetría de stock para productos A y B			
Productos	Cantidad stock	bultos	M3
A	11.640	567	54
B	5.786	805	77

Tabla 20: volumetría por categoría para stock

Este volumen de stock permite almacenar más productos de los que estima el stock de las semanas anteriores en el edificio por lo que las reposiciones no deberían realizarse para este periodo abasteciendo el edificio, enfrentando el siguiente escenario de demanda.

Demanda semanal de productos				
Productos	45	46	47	Total
A	5.649	946	2.841	9.436
B	2.228	784	1.078	4.090
C	1.624	290	612	2.526
Total	9.501	2.020	4.531	16.052

Tabla 21: demanda de productos por semana de simulación

Destacando la composición de las categorías de productos como se muestra a continuación donde para la categoría A y B existen productos de temporadas pasadas, que predominan sobre productos de la temporada actual, Predominando la rotación de los productos sobre la temporada a la que pertenecen los productos.

CATEGORIZACION A	
TEMPORADA	PRODUCTOS
BASICO	430
BASICO-FA	4
BASICO-SP	63
FA20	4
FA21	22
FA22	132
FA23	1
Insumos	3
SP21	10
SP22	94
SP23	698
TOTAL	1461

Tabla 22: categorización productos A

CATEGORIZACION B	
TEMPORADA	PRODUCTOS
BASICO	349
BASICO-FA	13
BASICO-SP	35
FA20	24
FA21	107
FA22	429
FA23	28
Insumos	33
SP21	27
SP22	380
SP23	714
SP24	9
TOTAL	2148

Tabla 23: categorización producto B

CATEGORIZACION C	
TEMPORADA	PRODUCTOS
BASICO	1080
BASICO-FA	314
BASICO-SP	51
FA10	4
FA12	2
FA13	1
FA14	13
FA15	25
FA16	11
FA17	50
FA18	33
FA19	9
FA20	123
FA21	225
FA22	1393
FA23	3194
FA24	11
Insumos	593
SP10	8
SP12	1
SP13	30
SP14	8
SP15	49
SP16	29
SP17	28
SP18	20
SP19	15
SP20	2
SP21	96
SP22	688
SP23	1087
SP24	120
TOTAL	9313

Tabla 24: categorización producto C

Resultados

Los resultados de este proyecto debieron ser simulados debido a que en el transcurso del desarrollo de este proyecto, la compañía se vio en la obligación de implementar un Master plan de reorganización global de clientes buscando el funcionamiento estratégico y especializado de cada centro en clientes de mismas sectores, en el cual se llevaran todos los clientes de E-commerce y despachos a Retail (segmento que incluye al cliente P) a un CD especializado con un Layout optimizado para su operación y al CD de Enea se llevaran clientes del sector industrial y perfumería debido a que cuentan con una bodega de elementos peligrosos, por lo que este CD se especializara en clientes con productos peligrosos, por lo que la implementación de este proyecto se vio postergada fuera del plazo establecido; sin embargo, en el nuevo CD se comenzara a implementar esta solución dirigida internamente por la empresa. Por lo que los resultados de este proyecto fueron simulados y proyectados en las semanas 45, 46 y 47.

La implementación del Slotting dinámico basado en los datos de las semanas 42, 43 y 44 dieron los siguientes resultados, para el objetivo principal de este proyecto, se produjo una mejora en la productividad de picking de un 24% en las tres semanas simuladas, cumpliendo con un 4% sobre el objetivo propuesto inicialmente como se muestra a continuación en el Gráfico 11.

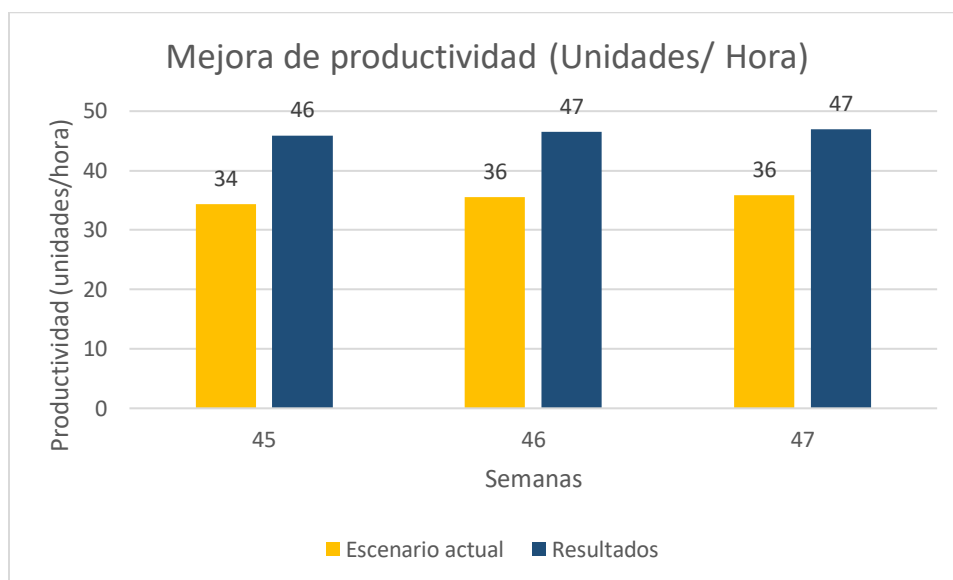


Gráfico 11: mejora en productividad simulación

Para los objetivos específicos planteados se generó una reducción en las líneas de picking de altura en un 23% promedio, superando el 15% previsto en los objetivos específicos, como se muestra a continuación en el Gráfico 12.

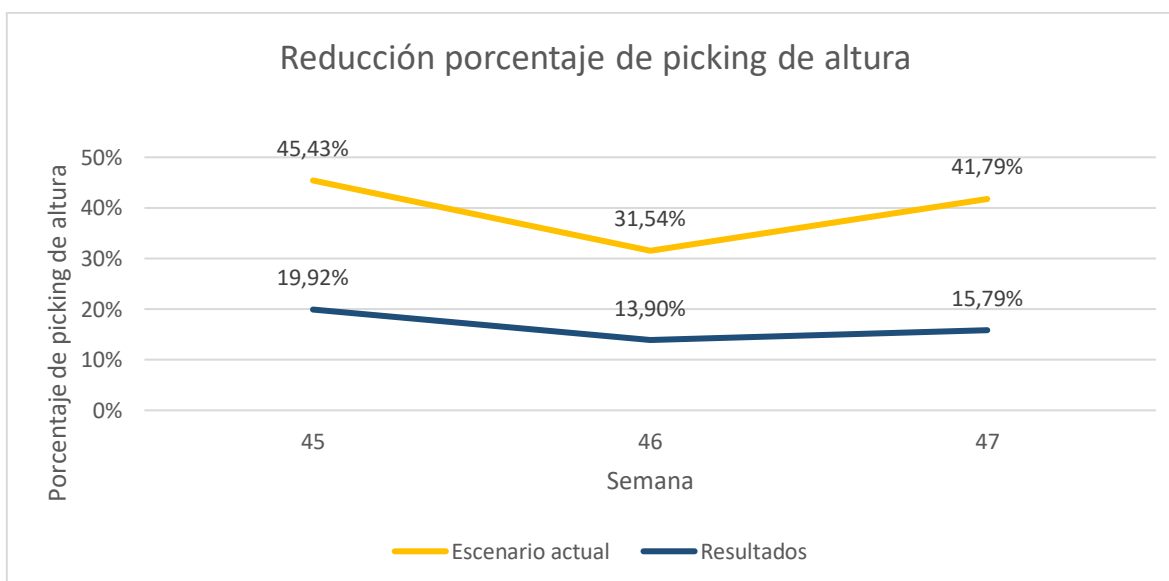


Gráfico 12: mejora porcentaje de picking de altura

Por último, el objetivo específico de la reducción de horas se logró una reducción en promedio de 15% en horas de picking.

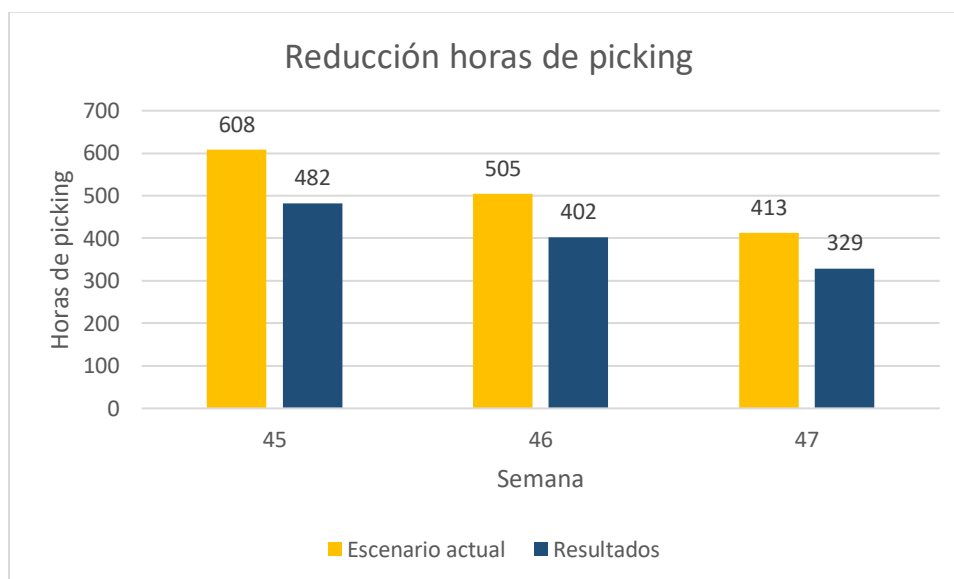


Gráfico 13: reducción de horas de picking

Una reducción de 313 horas en el total de las 3 semanas simuladas. Estas mejoras en el proceso de picking generan una mejora del margen operacional del cliente sobre la situación actual de un 18% mostrado a continuación, en la Tabla 26.

Margen operacional Actual		
ítems	Valor	
Costo de operación	\$	9.150.000
Venta total	\$	11.133.146
Margen operacional		18%

Tabla 25: margen operacional actual

Mejorando el margen operacional mostrado, a los siguientes resultados de la simulación, en la Tabla 27.

Margen operacional simulación		
ítem	Valor	
Costo de operación	\$	7.442.000
Venta total	\$	11.133.146
Margen operacional		33%

Tabla 26: margen operacional simulación.



Generando un ahorro anual de \$20.568.000 sobre la situación actual de estudio y cumpliendo con los objetivos generales y específicos planteados, mejorando además en un 15% el margen operacional de cliente.

Conclusiones

Este proyecto concluye habiendo cumplido y superado los objetivos propuestos, mejorando la productividad de picking a través de la reducción del picking de altura y reduciendo las horas totales destinadas al proceso de picking, demostrando que a través de la implementación de un slotting dinámico se produce una mejora en la productividad de picking y que la estrategia de almacenaje y la estrategia de salida de productos debe estar relacionadas para tener un proceso de picking eficiente. Sin embargo, para el marco temporal establecido de simulación no se cumple con el margen operacional presupuestado para el tipo de cliente, teniendo en consideración el impacto a nivel anual que pueda tener esta implementación con las distintas variaciones de demanda y flujos. Por otro lado, existen variables como el resultado de la categorización ABC de productos, que incluía productos de 11 temporadas distintas, que resultaron distintas al planteamiento inicial de dos temporadas, lo que hace pertinente cuestionar o reconsiderar la clasificación por temporadas en un análisis futuro. Además, cabe mencionar que la simulación es un ambiente controlado, por lo cual quedan fuera las variaciones reales de productividad que podría haber tenido la implementación real del slotting, no obstante, este estudio será considerado para la implementación de un slotting bajo el Layout propuesto para el cliente en el Master Plan de la compañía, aportando con análisis de rotación de los productos y un análisis volumétrico que hasta el momento era inexistente.

Limitaciones del proyecto.

Cabe mencionar que para la realización de este proyecto, se estudió al detalle el cliente P descartando el estudio macro del CD haciendo que el escenario de solución 1 no se pueda implementar debido al costo que conlleva, sin embargo, en un análisis macro de todos los clientes, un proyecto que contemple a más clientes como lo es el master plan que implemento la empresa, permite la implementación de proyectos con mayor inversión, debido a que se estudia la rentabilidad y eficiencia a nivel CD y a nivel compañía, por lo que un plan de implementación a nivel cliente pierde relevancia cuando se compara con un proyecto donde se destina gran parte del presupuesto del próximo año y se busca una mejora global de la compañía, por lo que sería de interés analizar el rendimiento de los

clientes en el nuevo Layout y levantar nuevamente la problemática de eficiencia nuevamente.

Mejoras y dificultades.

La implementación de la metodología de Slotting requiere una mejora continua de procesos como también una mantención de data para que el Slotting sea eficiente, debiendo actualizar constantemente las categorizaciones, sin esta actualización de datos, implica que el proceso deje de ser eficiente y se pierda registro de los productos con alta rotación, obligando a volver a una estrategia caótica de almacenaje, por otro lado, se consideran los cambios de temporada del cliente como puntos de reorden teniendo que utilizar la data histórica para estimar la demanda de productos o bien actualizar el slotting sin hacer un cambio de temporada, teniendo un margen de productividad esas semanas, pero obteniendo la rotación real de los productos, sin estas actividades un slotting dinámico no tendría el impacto estimado, ya que se pierde registro y eficiencia ante la no actualización de la rotación de productos.

Referencias

- Chan, F. T., & Chan, H. (2011b). Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2686-2700. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>
- Richards G. (2017). *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse* (3rd ed.). Kogan Page Limited. Retrieved October 24 2023 from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1621032>.
- Hernández Guerra, C. (2017). *Diseño y aplicación de slotting para mejorar la productividad de picking en un centro de distribución*. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/20.500.14005/3566>.

Anexos

Anexo 1

El CD de Enea tiene el siguiente Layout de operaciones.



Ilustración 1: Layout CD Enea

Las zonas marcadas con una A corresponden a ubicaciones de racks verticales de almacenaje, con ubicaciones de altura en formato pallet, que comprenden todas las ubicaciones desde el segundo nivel del rack hasta el sexto, permitiendo maximizar la capacidad de almacenaje por metro cuadrado, se necesita adicionalmente de grúas para poder manipular los productos almacenados en estas ubicaciones, a continuación, en la ilustración 2 se muestran en celeste las ubicaciones de rack en altura.

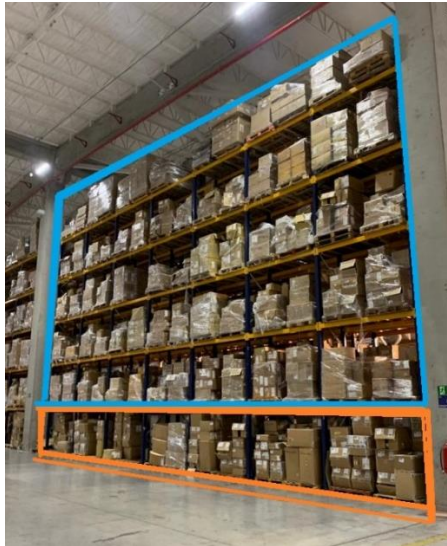


Imagen 2: rack de almacenaje

En naranjo, las ubicaciones de piso rack, las cuales son estratégicas de cara a la salida de productos, donde no es necesario el uso de una grúa para manipular los productos, sin embargo, es un recurso limitado por los metros cuadrados disponibles.

En la Ilustración 1 el sector B es el edificio para clientes B2C que cuenta con tres pisos con ubicaciones de estantería de cinco niveles, a diferencia de las otras ubicaciones en el edificio se almacenan los productos en cajas, permitiendo tener una mayor variedad de productos disponibles y concentrados en un área más reducida haciendo el picking más rápido, en la ilustración 3 se muestra el formato de almacenaje en el edificio.



Imagen 2: Estantería en edificio

Referenciado con una C está el área de Packing y maquilado de productos, cuenta con 7 mesones destinados al packing y 4 mesones destinados al maquilado de productos.

El área D es de recepción y despacho de productos, siendo los 6 primeros andenes de recepción y los 8 restantes de despachos, donde principalmente se mueve la mercadería en pallets para facilitar el flujo de ellos.

Por último, la Zona E es la zona pulmón, la que se utiliza frente a operaciones como Black Friday, Cyber days, o eventos donde la demanda de algún cliente tiene un alza considerable y se utiliza esta zona para entregar la mejor calidad de servicio posible en eventos cruciales de los clientes, además de utilizarla para inventarios generales durante el año.

Anexo 2

Se realizó un análisis volumétrico de los distintos productos que tiene el cliente, considerando un bulto estándar en el que se almacenan los productos de 0,4 X 0,4 X 0,6 m. Resultando en el que dependiendo del tipo de familia del producto y del tipo de producto, varía la capacidad del bulto, por lo que se realizó un estudio en terreno para conocer al detalle el factor de conversión (Cantidad de unidades por bulto) de cada tipo de producto, dividiendo el total de productos de cada tipo para así obtener una cantidad de bultos total de cada uno, luego se multiplica la cantidad de bultos por el volumen del bulto

estándar obteniendo el volumen total del stock por categoría de producto, a continuación, la Tabla 28 con el análisis volumétrico del stock.

ANÁLISIS VOLUMÉTRICO STOCK CLIENTE P					
FAMILIA	CATEGORIA	FACTOR DE CONVERSION	CANTIDAD	BULTOS	VOLUMEN M3
Accessories	Footwear	72	6.304	88	8
	Handwear	50	1.199	24	2
	Headwear	48	8.161	170	16
	Misc Accessories	100	1.730	17	2
	Neckwear	54	4.273	79	8
Alpine	Bottoms	24	4.894	204	20
	Outerwear	17	51.574	3.034	291
	Tops	24	8.693	362	35
Equipment	Bags	12	18.561	1.494	143
	Misc Accessories	20	1	0	0
	Misc Equipment	7	1	0	0
	Sleeping Bags & Blankets	1	151	151	14
Fishing	Bottoms	24	291	12	1
	Footwear	4	657	164	16
	Misc Equipment	4	786	197	19
	Outerwear	15	419	28	3
	Tops	24	3.992	166	16
	Waders	6	1.186	198	19
Hike	Bottoms	24	14.878	620	60
	Intimates	36	514	14	1
	Tops	24	27.625	1.151	111
Kids	Bottoms	24	2.892	121	12
	Headwear	23	2.871	125	12
	Misc Accessories	48	573	12	1
	One Pieces	10	822	82	8
	Outerwear	24	14.664	611	59
	Swimwear	24	640	27	3
	Tops	48	24.359	507	49
Logo	Headwear	48	43.759	912	88
	Tops	24	39.208	1.634	157
Logo Qtm	Tops	24	9	0	0
Mountain Bike	Bottoms	24	2.982	124	12
	Outerwear	23	9	0	0

	Tops	24	1.164	49	5
M's Sportswear	Bottoms	24	8.452	352	34
	Intimates	36	1.324	37	4
	Outerwear	18	6.270	348	33
	Tops	24	51.250	2.135	205
Outside Vendor	Outside Vendor	12	1.326	111	11
Provisions	Dry Goods	20	250	13	1
Snow	Outerwear	12	2.387	199	19
Special Make Up	Misc Equipment	23	1	0	0
Surf Apparel	Bottoms	24	287	12	1
	Swimwear	23	1.391	60	6
Trail Running	Bottoms	24	2.775	116	11
	One Pieces	24	2	0	0
	Outerwear	20	3.639	182	17
	Tops	24	445	19	2
Wetsuits	Wetsuits	8	3.318	415	40
Workwear	Bottoms	24	1.074	45	4
	Misc Accessories	10	16	2	0
	One Pieces	12	313	26	3
	Outerwear	20	900	45	4
	Tops	24	1.855	77	7
Worn Wear	Worn Wear	15	1.218	81	8
W's Sportswear	Bottoms	24	2.611	109	10
	Intimates	36	4	0	0
	One Pieces	25	885	35	3
	Outerwear	18	3.806	211	20
	Tops	24	34.613	1.442	138
TOTAL			420.254	18.449	1.771

Tabla 27: volumetría por categoría de productos.

Se puede ver en la tabla que, para el mismo tipo de producto, existe un factor de conversión distinto debido a la familia del producto, teniendo productos de pesca, surf, ciclismo, nieve, entre otros, resultando en un total de 1,771 metros cúbicos de stock, con este detalle se puede estimar de manera precisa el volumen de salida de productos y establecer una política de almacenaje que responda a esta volumetría.

Anexo 3:

En el CD de Enea, como se detalló en el primer anexo, existen 3 tipos de ubicaciones, de las cuales el recurso limitado son las ubicaciones de estantería en el edificio, limitadas de manera contractual con el cliente a un total de 3.300 ubicaciones, correspondiente a un piso completo del edificio adaptadas a un bulto de entrada y almacenaje estándar del cliente con medidas de 0,4 X 0,4 X 0,6 m. por otro lado, las ubicaciones de pallet, no están establecidas por contrato, teniendo una capacidad estándar de 1 X 1,2 X 1 m. Resultando en la siguiente tabla de capacidad de almacenaje por ubicación.

Capacidad de almacenaje		
Tipo de ubicación	Cantidad	Capacidad en M3
Edificio	3.300	316,8
Piso Rack	362	434,4
Altura	1.408	1.689,6
Total	5.070	2.440,8

Tabla 28: capacidad de almacenaje

Anexo 4:

El análisis de tendencia comercial de los productos se realizó a través de un análisis de rotación semanal de los productos, contabilizando las semanas que el producto se solicitó, esto no considera la cantidad solicitada ni la cantidad de veces solicitado el producto dentro de la semana, utilizando como marco temporal las semanas 42, 43 y 44 correspondientes a las 3 semanas anteriores a la simulación de los resultados, se adjunta la Tabla 28 con un extracto de los 1.474 productos clasificados como A.

Categorización por rotación					
Productos	42	43	44	Rotación	ABC
49447PWCOALL	6	8	5	1,00	A
49361JOYPALL	6	7	4	1,00	A
38296BLKALL	6	8	3	1,00	A
38288BLKALL	6	7	4	1,00	A
49447BLKALL	5	7	4	1,00	A
38283GDNGALL	5	8	3	1,00	A
38288SLVGALL	7	6	3	1,00	A
49301CNYALL	4	6	5	1,00	A
47913BLKALL	5	7	3	1,00	A
49447PEPLALL	5	8	2	1,00	A

38288WITNALL	8	5	2	1,00	A
38289BLKALL	5	7	3	1,00	A
48125BLKALL	3	8	3	1,00	A
38285NENAALL	6	7	1	1,00	A
38296PLGYALL	4	5	5	1,00	A
38292FGEALL	6	7	1	1,00	A
47913EVMAALL	3	5	5	1,00	A
37673NENAL	3	6	4	1,00	A
26176BLKM	5	5	3	1,00	A
26171NENAL	5	7	1	1,00	A
84623BLKL	3	6	3	1,00	A
66032PLRDALL	4	7	1	1,00	A
38289NVYBALL	4	5	3	1,00	A
38292ORTNALL	3	6	3	1,00	A

Tabla 29: extracto de productos A