



ECUADOR – SEPTIEMBRE 2016 - ISSN: 1696-8352

## MEJORA DEL PROCESO DE MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE INTERNO DEL PRODUCTO SKU A-025

**MSc. Ing. Yackleem Montero Santos**

Profesor a tiempo completo. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Carrera de Ingeniería Industrial. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. [ymontero@utn.edu.ec](mailto:ymontero@utn.edu.ec)

**MSc. Ing. Carlos Alberto Machado Orges**

Profesor a tiempo completo. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Carrera de Ingeniería Industrial. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. [camachado@utn.edu.ec](mailto:camachado@utn.edu.ec)

**MSc. Ing. Erik Orozco Crespo**

Profesor a tiempo completo. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Carrera de Ingeniería Industrial. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. [eorozco@utn.edu.ec](mailto:eorozco@utn.edu.ec)

**Jonatan Estiven Mafla Narváez**

Estudiante de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Carrera de Ingeniería Industrial. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. [jemaflan@utn.edu.ec](mailto:jemaflan@utn.edu.ec)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Yackleem Montero Santos, Carlos Alberto Machado Orges, Erik Orozco Crespo y Jonatan Estiven Mafla Narváez (2016): “Mejora del proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del producto SKU A-025”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, (septiembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2016/skua025.html>

### Resumen

Los principales problemas presentados en las bodegas dependen del tipo de negocio que se está explotando. En la actualidad existen organizaciones que tienen out-and-back picking, otras hacen picking en un solo recorrido para diferentes ítems. Para todo esto es necesario tener conocimientos sobre el sistema compuesto por: trabajador – medios de producción. De forma tal que se pueda lograr mejorar la relación que existe entre estos dos elementos, con el fin de visualizar cómo se maneja la logística interna en el almacén de productos terminados de la empresa. Logrando que el sistema de producción o servicio se desarrolle de la forma más eficiente, eficaz y efectiva, garantizando los plazos de entrega proyectados. En la investigación se determinó la cantidad de medios unitarizadores, es este caso específico de las paletas de intercambios, así como la distribución que tendrán los SKU A-025 sobre ella. Además, se calcularon el número necesario de equipos de transporte interno. Se realiza el Layout del almacén, para lograr un mejor ordenamiento espacial de este y se definen los indicadores de aprovechamiento espacial, respecto a la utilización del área, altura y volumen utilizado. El objetivo del proyecto es optimizar el proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del SKU A-025, aplicando métodos y herramientas logísticas.

### Abstract

The main problems presented in the wineries depend on the type of business that is being exploited. There are organizations that have out-and-back picking, picking others make one trip for different items. For this you need to have knowledge of the system consists of: worker - means of production. So that it can be achieved to improve the relationship between these two elements, in order to visualize how internal logistics is handled in the finished product warehouse of the company. Making the production system or service develops in the most efficient, effective and effectively, ensuring

delivery deadlines projected. In researching the amount was determined, it is this specific case pallets exchanges and the distribution will SKUs A-025 on it. In addition, the required number of team's internal transport were calculated. The store layout is done, to achieve better spatial ordering of this and use spatial indicators are defined, concerning the use of area, height and volume used. The aim of the project is to optimize the process of handling, storage and internal transport of SKU A-025, applying methods and logistic tools.

**Palabras claves:** Bodega, almacén, logística, manipulación de materiales, transporte interno.

**Keywords:** Warehouse, logistics, materials handling, internal transport.

**Código de clasificación:** M11 Production Management

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión logística constituye una herramienta importante para la materialización de la cooperación entre las empresas, tan necesaria para el desarrollo de la economía ecuatoriana e internacional. A pesar de los avances realizados en el campo de la logística y las cadenas de suministro, es ineludible el desarrollo de modelos de negocio que empleen eficientemente la información y faciliten la gestión integrada de los flujos logísticos entre los socios, como forma de alcanzar la eficacia y eficiencia del sistema logístico. La presente investigación se realiza con la finalidad de dar a conocer el desarrollo de las actividades internas en la empresa objeto de estudio, con el fin de visualizar cómo se maneja la logística interna en el almacén de productos terminados de la empresa. Su importancia recae en ampliar la observación y el desarrollo de las capacidades de los grupos de estudiantes, bajo la orientación del docente o guías responsables de los diferentes departamentos especializados en logística y distribución. Dicha materia en la que se facilitó el uso adecuado del aprendizaje vivencial y utilizando diversas técnicas para la ampliación de la investigación en un entorno productivo mejorando la calidad de aprendizaje y aplicación de la carrera Ingeniería Industrial. El estudio de la situación actual en la empresa, a partir de la aplicación de varias herramientas arroja que las principales dificultades son el desaprovechamiento del área y el volumen respectivamente.

A partir del análisis y síntesis de los elementos teóricos y prácticos considerados en la investigación, se identifica como problema profesional a resolver el siguiente: ¿Qué elementos y características deben conformar el proceso de manipulación, almacenamiento y transporte interno del SKU A-025; para lograr la optimización del sistema logístico? Por tal efecto, el trabajo de investigación comprende el desarrollo del levantamiento de datos en la distribución interna de productos terminados en almacén, al igual que el aprovechamiento del espacio de almacenamiento, al igual que verificar si se está realizando una distribución correcta en el almacén, redactando medidas de mejora para este proceso.

El trabajo está estructurado de la forma siguiente: introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y un conjunto de anexos que sirven de soporte. El capítulo uno contiene un análisis en los conceptos de logística, el contenido de manipulación de materiales, almacenamiento y transporte interno. El capítulo dos presenta las bases conceptuales, contextuales y metodológicas de aplicación del almacenamiento, manipulación de materiales, y transporte interno. Por su parte el capítulo tres contiene los resultados generales de la aplicación de los procedimientos estudiados en el capítulo dos en la empresa objeto de estudio. Para realizar un análisis de la gestión de la manipulación de materiales que intervienen en el flujo logístico es necesario considerar conceptos.

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Conceptos de logística

Según [1], la logística es: “todo movimiento y almacenamiento que facilite el flujo de productos desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, así como los flujos de información que se ponen en marcha, con el fin de dar los niveles adecuados de servicio al consumidor a un costo razonable”.

La logística “centra sus esfuerzos en la planificación y el control de todas las actividades relacionadas con la obtención, traslado y almacenamiento de materiales y productos, desde la adquisición hasta el consumo, y gestionándolo todo como un sistema integrado.” [2]

Por su parte [3], comenta que para que la logística interna sea utilizada adecuadamente, es importante que todo sistema de producción sea organizado o distribuido correctamente en la planta, pues ésta comprende el momento en el que se comienza a tener contacto con los objetivos, debido a que la distribución en planta incluye determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación productiva. Su objetivo general es disponer estos elementos de manera que se asegure un flujo continuo de trabajo (en la fábrica) o un patrón específico de tráfico (en una organización de servicios).

Para, [4], la logística interna o el subsistema de transformación es aquel en el que tiene lugar la manufactura o transformación de los materiales en la fábrica o planta. Comprende la realización del acoplamiento de elementos y componentes, así como el almacenamiento de los productos acabados con la finalidad de que estén disponibles en óptimas condiciones para su distribución. En este eslabón se tiene en cuenta todo el proceso de transformación de la materia prima: el inventario que llega a la empresa y que se mantiene en unos almacenes y se transporta en el interior de la empresa, de ahí se pasa al proceso de transformación y al final queda como inventario de producto terminado que de la misma forma se almacena en las bodegas de la empresa.

## **2.2 Manipulación, almacenamiento y transporte**

En casi todas las actividades es necesario desplazar los materiales para desarrollar las distintas fases del proceso productivo, procediendo al transporte y al almacenamiento de todas las materias primas, materiales en proceso, productos terminados y materiales auxiliares. Los medios empleados para esta manipulación o transporte deben estar de acuerdo con el tamaño, forma y volumen del material y distancia a recorrer. La mayoría de las operaciones de transporte y almacenamiento se encuentran en la actualidad altamente mecanizadas, existiendo gran variedad de equipos de elevación y manutención mecánica que realizan esta función. El mayor y más frecuente peligro que conlleva la manipulación de estos equipos es el mal funcionamiento de sus elementos, que puede tener graves consecuencias, ya sea por caída de objetos, caídas de altura, golpes o atrapamientos.

## **2.3 Manipulación**

El mayor y más frecuente peligro que conlleva la utilización de los equipos de manipulación y transporte es el mal funcionamiento de sus elementos, que puede tener graves consecuencias, ya sea por caída de objetos, caídas de altura, golpes o atrapamientos, etc. Estos riesgos se pueden reducir cumpliendo una serie de pautas generales:

- La elevación y descenso de la carga se hará lentamente, evitando arranques y paradas bruscas.
- No dejar cargas en suspensión.
- No transportar cargas por encima de personas o puestos de trabajo.
- Prohibir a las personas circular por debajo de cargas suspendidas.
- El maquinista debe situarse en una zona donde controle las zonas de carga y descarga.
- Los conductores deben poseer la formación adecuada.
- Delimitar claramente las zonas de circulación de materiales y personas, y si es posible, separarlas.
- Las zonas de circulación deberán estar libres de obstáculos, estarán bien iluminadas y su anchura será la adecuada, en función de la máquina.

## **2.4 Características y selección de los equipos de transporte interno en los almacenes**

En los almacenes, cuando la mercancía es muy pesada o de gran volumen, se recurre al empleo de medios mecánicos para su manipulación. Hay gran variedad de elementos de manipulación y transporte interno, por lo que es necesario seguir una serie de recomendaciones de seguridad:

- No cargar ningún equipo con un peso superior a la carga máxima.
- Equilibrar y sujetar adecuadamente la carga.

- Desplazar la carga lentamente y sin balanceos.
- No desplazar la carga por encima de zonas donde haya trabajadores.
- Revisar los equipos de manutención y sus dispositivos de seguridad.

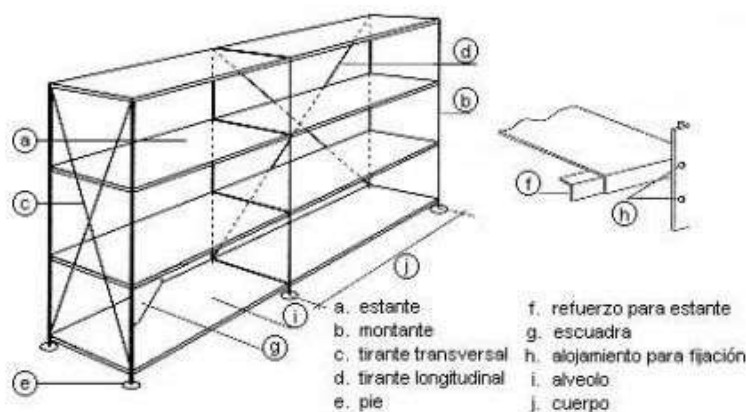
### 2.5 Proceso de almacenamiento

El almacenamiento en estanterías y estructuras consiste en situar los distintos tipos y formas de carga en estantes y estructuras alveolares de altura variable, sirviéndose para ello de equipos de manutención manual o mecánica. Existen distintos tipos de almacenamiento en estanterías y estructuras:

- Almacenamiento estático: sistemas en los que el dispositivo de almacenamiento y las cargas permanecen inmóviles durante todo el proceso.
- Almacenamiento móvil: sistemas en los que, si bien las cargas unitarias permanecen inmóviles sobre el dispositivo de almacenamiento, el conjunto de ambos experimenta movimiento durante todo el proceso.

Los elementos más característicos de las estanterías y estructuras de almacenamiento se muestran, junto con la nomenclatura de los mismos.

Ilustración 1. Estantería



Fuente: NTP 298

## 3. PROCEDIMIENTO PARA LA TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO

A continuación, se describen los elementos necesarios para optimizar el almacén.

### 3.1 Determinación del número de envases

#### 3.1.1 Envases volumétricos

1. Cálculo de la cantidad de unidades de carga que puede contener cada envase (pc)

$$pc = \frac{V_c}{V_p} \cdot K_v \frac{m^3 / env}{m^3 / u.c} = \frac{u.c}{envase} \quad (1)$$

- $V_c$ : Volumen útil del envase según diseño
- $V_p$ : Volumen de una unidad de carga (prod. o envase de consumo)
- $K_v$ : Coeficiente de aprovechamiento del volumen (Ejemplo: los sólidos no adaptan el volumen al recipiente que lo contiene)

2. Cálculo del peso del envase ( $W_m$ ).

$$W_m = pc \cdot W_c \frac{u.c}{env} \cdot \frac{Kg}{u.c} = kg / env \quad (2)$$

- $W_c$ : peso unitario, en kg, de una unidad de carga.

3. Balance entre el peso ( $W_m$ ) y la capacidad de carga del envase ( $C_c$ )

Si:  $W_m > C_c$ , se recalcula pc.

Si:  $W_m \leq C_c$ , no hay problemas.

4. Cálculo de la cantidad necesaria de envases en el período ( $N_m$ )

$$Nm = \frac{V}{Wm * C} + Nr + Ns \text{ Por peso (3)}$$

$$Nm = \frac{V}{pc * C} + Nr + Ns \text{ Por unidades (4)}$$

- C: Número de ciclos de retorno del envase
- V: volumen de carga a mover en el período
- Nr: Cantidad de envases (estimada) en reparación
- Ns: Cantidad de envases en reserva (stock seguridad)

### 3.1.2 Envases planos

1. Confección del esquema de carga
  - a) Plotear dimensiones unidad de carga. Determinar el código de referencia.
  - b) Buscar el patrón según código.
  - c) Confeccionar esquema de carga P'c (uc/cam)

2. Cálculo del número de unidades a ubicar sobre la paleta (pc)

$$pc = \frac{Cc}{Wc} \text{ (5)}$$

- Cc: capacidad dinámica de la paleta intercambio.
- Wc: peso de la unidad de carga. (kg/uc)

3. Cálculo de la cantidad de camadas en cada paleta. (GP: uc/pal)

4. Cálculo del peso (Wm) según el número de u.c sobre la paleta.

$$Wm = pc * Wc \text{ (6)}$$

$Wm \leq Cc$  dinámica. Si pc se recalcula se trabaja con pcr

5. Cálculo de la cantidad necesaria de paletas de intercambio

$$Nm = \frac{V}{pc * c} + Nr + Ns \text{ (7)}$$

Ó

$$Nm = \frac{V}{Wc * c} + Nr + Ns \text{ (8)}$$

### 3.2 Selección de equipos de transporte interno

Se calcula la carga y la capacidad para comprobar que realmente se puede o no transportar los materiales.

- Ne: Número de equipos  $Ne = \frac{Q}{Ce}$  (9)
- Q: Carga a la que se someterán los equipos en un periodo de tiempo
- Cv: Capacidad de un viaje (kg/viaje)
- Ce: Capacidad de un equipo en el periodo

$$Ce = ft(1 - f)km \text{ (10)}$$

- Nv: Número de viajes en el periodo (viaje/periodo)

$$Nv = \frac{vp}{cv} \text{ (11)}$$

- Tv: Tiempo de duración del viaje (min/viaje)

$$Tv = tc + ti + td + tr \text{ (12)}$$

- Ft: Fondo de tiempo
- F: fondo de tiempo dedicado al mantenimiento
- Km: Coeficiente de utilización del equipo (0,4 a 0,6)
- Vcc y Vsc: Velocidad promedio con carga y descarga
- Ti: Tiempo de ida
- Tr: Tiempo de retorno

### 3.3 Indicadores de aprovechamiento del espacio de almacenamiento

1. Coeficiente de aprovechamiento de área (Kat)

$$Kat = \frac{Au}{At} * 100 \quad (13)$$

- Au: área útil de almacenaje (ocupada por estibas o estantes en m<sup>2</sup>)
- At: área total del almacén.

Kat >60% (bueno)

2. Coeficiente de aprovechamiento de altura (Kh)

$$Kh = \frac{Ha}{Hu} * 100 \quad (14)$$

- $\overline{Ha}$ : Altura promedio (m)
- Hu: Altura útil del almacén.

Kh>70% (bueno)

3. Coeficiente de aprovechamiento de volumen (Kv)

$$Kv = \frac{Vu}{Vt} * 100 \quad (15)$$

- Vu: Volumen útil (m<sup>3</sup>)
- Vt: Volumen total de almacenaje (m<sup>3</sup>)

Se considera eficiente el aprovechamiento Kv si se encuentra entre 30% y 40%.

## 4. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO

### 4.1 Cálculo de envases para el producto SKU A-025

A continuación, se muestra los datos recolectados en la empresa, para fines de los cálculos para el producto SKU A-025, como se muestra en el anexo 1.

#### 4.1.1 Envases planos

Tabla 1. Envases planos

Datos:	Cantidad	Unidad
Cajas X24 UNI de 350 ml	438 x 284 x 220	mm
Wm(peso)	17,63	kg
Cantidad de paletas de intercambio	400	PI
1turno/día 20 días/mes	20	días/mes
Ciclo retorno	1	vez/mes
Cantidad de pi para reservas	150	37,50%
p'c (dato actual de la empresa)	6	camadas

Fuente: SKU A-025

1. Calculo de la cantidad de cajas a ubicar sobre Paletas de Intercambio (PI)
2. Pc = 56,7214974 (cajas/PI)
3. Calculo del No de camadas
4. Gp = 9 camadas
5. Comprobación de altura

$$Gp * hc = 6 * 220 = 1320 > 1200$$

6. Recalculando el número de camadas

$$Gp = \frac{1200}{220} = 5,45 \approx 5 \text{ camadas}$$

7. Nuevo cálculo de la cantidad de cajas a ubicar sobre PI  $Pc = 30 \text{ cajas/PI}$   
Cálculo de peso de PI  
 $Wm = 528,9 \text{ Kg/PI} < 1000 \text{ Kg/PI Cumple}$
8. Actualmente la empresa se encuentra laborando de la manera siguiente:
9. La cantidad de camadas que se emplea en la empresa son siete  
Cantidad de cajas ubicadas son de  
 $Pc = 35 \text{ cajas/PI}$
10. Cálculo de peso de  $Wm = 617,05 \text{ Kg/PI} < 1000 \text{ Kg/PI Cumple}$

Como se puede observar en los cálculos realizados para una paleta de intercambio es necesario 36 cajas, con 6 camadas la cual aproxima un peso total de 634,68 kg. Por lo tanto, la paleta de intercambio es capaz de soportar el peso, pero, aunque se está desaprovechando espacio.

Por otro lado, la empresa como política estableció que en cada paleta de intercambio se apilen 42 cajas, en 6 camadas con un peso 740,46 kg, se concluye que aún está dentro de los rangos establecidos en cuanto al peso, pero no se está cumpliendo con la norma en cuanto a la altura.

#### 4.2 Determinación del número de equipos de transporte interno para el producto SKU A-025.

Se tienen los siguientes datos para el cálculo de equipos de transporte:

Tabla 2. Determinación de los equipos de transporte

Datos	Descripción	Valor	Unidad
CAPACIDAD DE UNA CAJA	24 botellas 350 ml de 276,5 gr	6,63	kg
VOLUMEN DE PRODUCCION	3000 botellas/hora 1000Cajas/turno	1000	cajas/turno
CAPACIDAD DE MONTACARGAS	Cantidad de cajas por viaje	42	cajas/viaje
VELOCIDAD MEDIA REGRESO MONTACARGAS	velocidad promedio de regreso en 1 turno de trabajo	33,21	<i>mts/min</i>
TIEMPO MEDIO DE CARGA	Tiempo promedio de carga en 1 turno de trabajo.	35,4	Seg
TIEMPO MEDIO DE DESCARGA	Tiempo promedio de descarga en 1 turno de trabajo.	22,8	Seg
DISTANCIA PROMEDIO A RECORRER	Distancia promedio de recorrido en 1 turno de trabajo.	33,70	mt

Fuente: SKU A-025

Mediante la aplicación del muestreo aleatorio simple (Pérez-López, 2005) se estableció que los valores para la velocidad de montacargas en ida, en un turno de trabajo, es de *16,947 metros/minutos*

1. Cálculo de la Capacidad de un viaje  
*Cv = 42 cajas/viaje*
2. Cálculo del número de viajes en el periodo unidad  
*Nv = 476 viajes/mes*
3. Cálculo de tiempo de duración de viaje                      unidad  
*Tv = 4,20 minuto/viaje*
4. Cálculo de la carga a la que se someterá el equipo es de  
*Q = 2000,55 min/mes*
5. Cálculo de la capacidad de 1 equipo en el periodo  
*Ce = 4800 min/mes*
6. Cálculo del número de equipos  
*Ne = 0,4 ≈ 1 montacarga*

#### 4.2.1 Organización tecnológica y espacial

Para la realización de la proyección tecnológica es necesario conocer los datos siguientes:

- Dimensión de almacén: 120m x 70m x 5,40m
- Paletas de intercambio: 1,93 m
- Capacidad de Elevación Montacargas: 5 m
- Pasillo de trabajo: 5 m
- Masividad: Alta
- Envasada: cajas
- Estibas Directas
- Equipo: Montacargas Frontal Contrabalanceado (MFC)
- Demanda: 400 PI
- Peso PI: 740,46 kg
- Medios unitarizadores: 4

$$Nr\ PI\ en\ altura = \frac{P - 1}{altura} = \frac{5,40 - 1}{1,40} = 3,14 \approx 3\ PI$$

$$MFC = MU * Aaltura\ PI + 0,141 = 3 * 1,35 + 0,141$$

$$MFC = 4,19\ mtr < 5\ mtr$$

$$Nr\ PI\ en\ área = \frac{Demanda}{Nr\ PI\ en\ altura} = \frac{400}{3} = 133,33 \approx 133\ PI$$

#### 4.3 Cálculo de indicadores del aprovechamiento del espacio

Tabla 3. Cálculo del área en estiba directa

ZONA	Au (m <sup>2</sup> )	Ha(m)	Vu(m <sup>3</sup> )
SKU A-025	1302 m <sup>2</sup>	1.93	2512,86 m <sup>3</sup>
	1302 m <sup>2</sup>	1.40	1354,08 m <sup>3</sup>
Sumatoria	2604 m <sup>2</sup>	3.33m	8671,32 m <sup>3</sup>

Fuente: SKU A-025

1. Coeficiente de aprovechamiento de área (Kat)

$$A_T = (120 * 70) = 8400\ m^2$$

$$H_u = (P - 1) = 5,40 - 1 = 4,40\ m$$

$$V_t = (120 * 70 * 5,40) = 45360\ m^3$$

$$Kat = \frac{Au}{At} * 100 = \frac{2604}{8400} * 100 = 31\%$$



Se observa que el coeficiente de aprovechamiento es de 31%, representando un valor muy por debajo al establecido 60 % por lo cual se podrá decir que se está desaprovechando el área en el almacén.

## 2. Coeficiente de aprovechamiento de altura (Kh)

$$Kh = \frac{\overline{Ha}}{Hu} * 100 = \frac{3,33 \text{ m}}{4,40 \text{ m}} * 100 = 75,65 \%$$

El coeficiente de la altura es del 75% que es mayor al valor establecido 70 %; con lo se concluye que se está aprovechando la altura del almacén.

## 3. Coeficiente de aprovechamiento de volumen (Kv)

$$Kv = \frac{Vu}{Vt} * 100 = \frac{8671,32}{45360} * 100 = 19,12 \%$$

Se encuentra por debajo de lo establecido, 30 % a 40 %.

Para una mejor comprensión de la situación del almacén se realiza la distribución en planta que valida los resultados obtenidos, como se evidencia en el apéndice número uno.

## 5. Propuesta de mejora

Como se observa existe un bajo aprovechamiento del área y el volumen en el almacén (anexo 2). Con el propósito de explotar al máximo la capacidad instalada del mismo, se decide modificar la distribución del almacén incrementando la estiba directa, como se muestra en el apéndice dos. Para esto es necesario redistribuir el espacio disponible con el menor costo.

Tabla 4. Propuesta de mejora

ZONA	Au (m <sup>2</sup> )	Ha(m)	Vu(m <sup>3</sup> )
SKU A-025	1302	1.93	2512,86
	1302	1.40	1354,08
Incremento de la estiba directa	1302	1.93	2512,86
Sumatoria	3906	5,26	20545, 56

Fuente: SKU A-025

Se decide calcular los indicadores de aprovechamiento y así validar lo anterior planteado.

## 1. Coeficiente de aprovechamiento de área (Kat)

$$\begin{aligned} A_T &= (120 * 70) = 8400 \text{ m}^2 \\ H_u &= (P - 1) = 5,40 - 1 = 4,40 \text{ m} \\ V_t &= (120 * 70 * 5,40) = 45360 \text{ m}^3 \\ Kat &= \frac{Au}{At} * 100 = \frac{3906}{8400} * 100 = 46,5\% \end{aligned}$$

Existe un aumento en este coeficiente, pero no logra cumplir con lo diseñado.

## 2. Coeficiente de aprovechamiento de altura (Kh)

$$Kh = \frac{\overline{Ha}}{Hu} * 100 = \frac{5,26 \text{ m}}{4,40 \text{ m}} * 100 = 119,54 \%$$

Se sobre cumple en este indicador

## 3. Coeficiente de aprovechamiento de volumen (Kv)

$$Kv = \frac{Vu}{Vt} * 100 = \frac{20545,56}{45360} * 100 = 45,29 \%$$

Se cumple con lo que se tiene diseñado, que es entre un 30% y el 40 % en cuanto a la utilización del volumen en el almacén

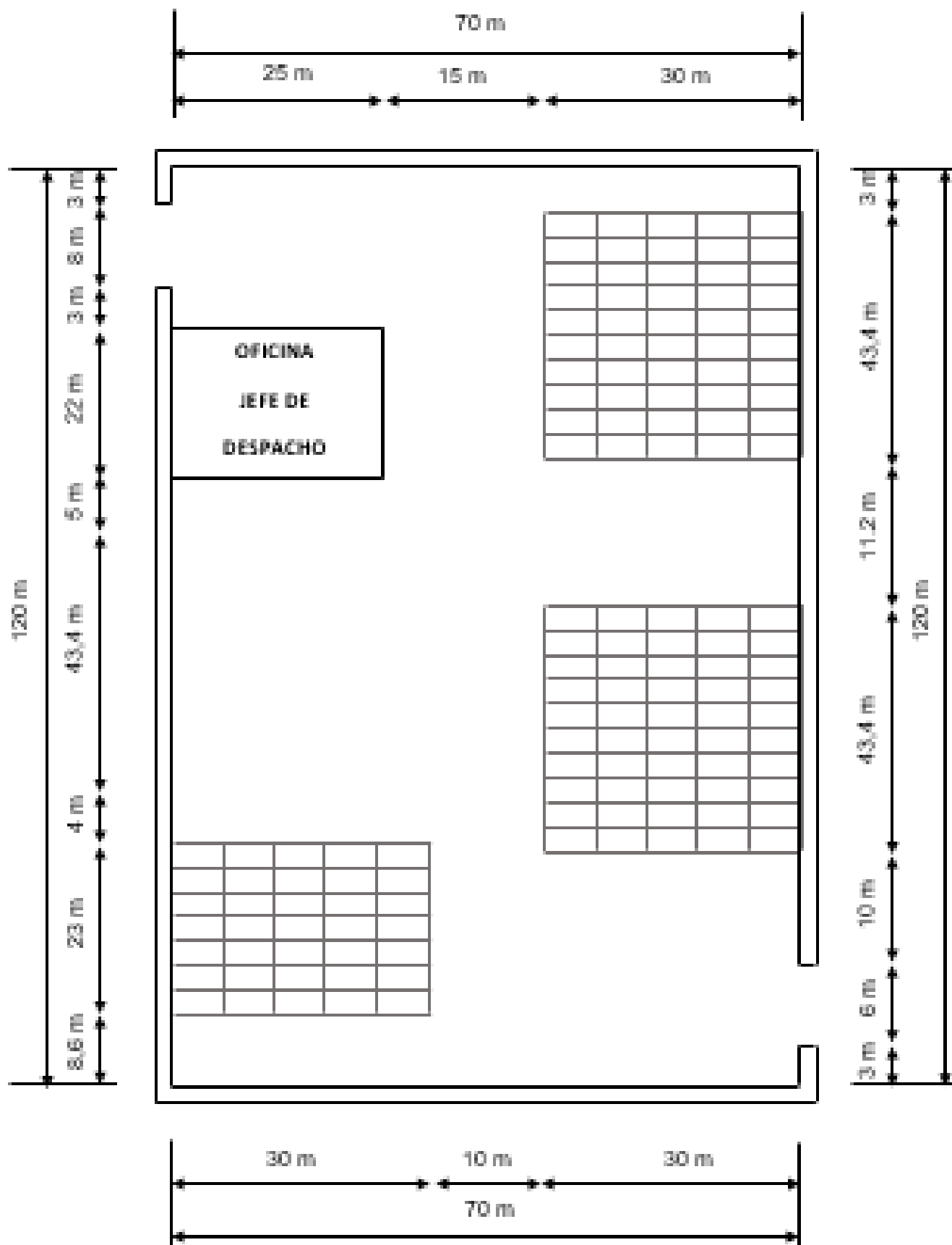
## 6. CONCLUSIONES

1. Se realizó el análisis bibliográfico para la búsqueda de las metodologías y/o procedimiento que más se adecuaban a la empresa objeto de estudio
2. Se determinó que el medio unitarizador a emplear es el pallet, siendo necesario 36 cajas, con 6 camadas, la cual aproxima un peso total de 634,68 kg para el producto SKU A-025
3. La empresa ya cuenta con dos montacargas para realizar el proceso de almacenamiento dentro de la organización, no obstante, mediante los cálculos pertinentes se demostró que para un turno de trabajo solo es necesario un montacargas.
4. Deficiente coeficiente de aprovechamiento del área y el volumen, no siendo así para la altura
5. Se propone una nueva distribución del almacén incrementando los indicadores de eficiencia, logrando así una mejor utilización del espacio disponible, cumpliendo con lo diseñado en el coeficiente de aprovechamiento de la altura, no siendo así en el del área

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ballou, R. H. (2004). Logística: administración de la cadena de suministro 5ta edición. México: Prentice Hall
- [2] CASANOVAS, A. y. (2003). Logística Empresarial, Gestión Integral de la Información y Material de la Empresa. Barcelona: Gestión 2000 S.A
- [3] Nicholas, C. R. (1995). Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones. México: Mc Graw Hill.
- [4] CASANOVAS, A. y. (2003). Logística Empresarial, Gestión Integral de la Información y Material de la Empresa. Barcelona: Gestión 2000 S.A
- [5] Aguirre, D. M. C., & Rodríguez, A. J. U. (2010). La logística de operaciones: integrando las decisiones estratégicas para la competitividad. Revista Cubana de Ingeniería, 1(1), 57-61.
- [6] Astals, F. (2010). Almacenaje, manutención y transporte interno en la industria (Vol. 11). Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- [7] Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson Educación
- [8] ESCUDERO, M. J. (2011). Almacenaje de productos LOE (Novedad 2011). Editorial Paraninfo.
- [9] Ferrín Gutiérrez, A. (2007). Gestión de stocks en la logística de almacenes. FC Editorial.
- Tejero, J. J. A. (2008). Almacenes: análisis, diseño y organización. ESIC Editorial.
- [10] Higuera, A. G., & Collado, J. C. (2004, September). Efectos de las tecnologías de identificación de productos en los procesos de manipulación y almacenaje. In VIII Congreso de Ingeniería de Organización (pp. 269-278).
- [11] [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_298.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_298.pdf)
- [12] LA MANIPULACIÓN, B. P. P. (2002). SECCIÓN III GOOD MANUFACTURING PRACTICES (GMPS)-BUENAS PRÁCTICAS PARA LA MANIPULACIÓN, EMBALAJE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE PRODUCTOS FRESCOS.
- [13] Lebas, P., Biasca, R. E. R. E., i Cos, P., GASCA, J. Y., RICARDO DE YUBERO ESTEBAN, M. A. R. T. A., Lafaye, H. E., ... & Bedell, D. (1972). Gestión de stocks y organización de almacenes (No. 664: 006.35 (100)). Deusto
- [14] Los Santos, I. S. (2004). Logística comercial y empresarial (Vol. 11). Esic Editorial.
- [15] Ortiz Cárdenas, F. (2015). Diseño de un modelo de almacenamiento y distribución de equipos y materiales en la bodega de SAExploration-sucursal Colombia
- [16] Pérez-López, C. (2005). Muestreo estadístico. Conceptos y problemas resueltos. Madrid España: Pearson Prentice Hall.
- [17] Polanco Fierro, K. M. (2010). Elaboración de procedimientos para la manipulación, transporte, almacenamiento y propuesta de alternativas de disposición final de los explosivos decomisados por la Policía Judicial de la Policía Nacional.
- [18] Riveros, D. P. B., & Silva, P. P. B. (2004). La logística competitiva y la administración de la cadena de suministros. Scientia et Technica, 1(24).
- [19] Rojas, A. Diseño de un Plan de Emergencia en la Manipulación, Almacenamiento y Transporte por Carretera de Sustancias y Materiales Peligrosos de la Empresa Distribuidora PINTUVEN, CA.
- [20] Segura, V. G. (2014). Manipulación de cargas con carretillas elevadoras. IEXD0108. IC Editorial.

Anexo 1. Layout actual



## Anexo 2. Layout mejorado

