



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE UN PROCESO DE GESTIÓN DE NEGOCIOS, DE UNA UNIDAD
ESTRATÉGICA FUNCIONAL DE ENTREGA AL COMPRADOR FINAL PARA UN
OPERADOR LOGÍSTICO”

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar por el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Tomo de Anexos

REALIZADO POR:

LUGO L., VICENTE E.

TUTOR:

ING. GUTIÉRREZ L., LUIS A.

FECHA:

MAYO, 2018

ÍNDICE GENERAL

DIAGRAMAS	1
Diagrama N° 1: <i>Diagrama de flujo de procesos de órdenes de “fulfillment”</i>	1
Diagrama N° 2: <i>Diagrama de flujo de procesos de carga y envío de inventario</i>	2
Diagrama N° 3: <i>Diagrama de flujo de procesos de “picking” y envío de productos</i>	3
Diagrama N° 4: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Descarga de mercancía</i>	4
Diagrama N° 5: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Validación y des-paletizado de mercancía</i>	5
Diagrama N° 6: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Operación en líneas de recepción</i>	6
Diagrama N° 7: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Almacenaje de productos</i>	7
Diagrama N° 8: <i>Diagramas de operaciones de procesos, “Picking” de pedidos</i>	8
Diagrama N° 9: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Operación en líneas de despacho</i>	9
Diagrama N° 10: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Traslado y almacenaje de productos en jaulas de despacho</i>	10
Diagrama N° 11: <i>Diagramas de operaciones de procesos, Carga de productos</i>	11
Diagrama N° 12: <i>Diagrama de flujo de operaciones de carga y envío de inventario</i>	12
Diagrama N° 13: <i>Diagrama de flujo de operaciones de “Picking” y envío de productos</i>	13
FIGURAS	14
Figura N° 1: <i>re-nivelación en primer piso de un módulo de rack simple</i>	14
Figura N° 2: <i>módulo de rack simple con re-nivelación en el primer piso</i>	15
Figura N° 3: <i>Imagen de Línea de recepción y registro de productos</i>	16
Figura N° 4: <i>Imagen de línea de despacho y embalaje de productos</i>	16
Figura N° 5: <i>Descripción de equipos, Rack Segmentado</i>	17

Figura N° 6: Descripción de equipos, Muelles de recepción y descarga.	18
Figura N° 7: Descripción de equipos, Impresora de etiquetas.	19
Figura N° 8: Descripción de equipos, Impresora multifuncional.	19
Figura N° 9: Descripción de equipos, Computadora de escritorio.	20
Figura N° 10: Descripción de equipos, Balanza electrónica.	20
Figura N° 11: Descripción de equipos, Mesa de metal.	21
Figura N° 12: Descripción de equipos, Montacargas electico.	22
Figura N° 13: Descripción de equipos, “Trasnpalet”.	23
Figura N° 14: Descripción de equipos, Carrito para “picking” de productos.	24
Figura N° 15: Descripción de equipos, Embaladora manual.	25
Figura N° 16: Descripción de equipos, PDA.	25
Figura N° 17: Diseño del centro de distribución antes del rediseño.	26
Figura N° 18: Diseño del centro de distribución después del rediseño.	27
Figura N° 19: modelo de simulación de las líneas de recepción en software SIMIO VERSION 10.16.	28
Figura N° 20: modelo de simulación de las líneas de despacho en software SIMIO VERSION 10.165.	29
CÁLCULOS	30
Calculo N° 1: Calculo del criterio de Mojena, para el análisis de clúster.	30
Calculo N° 2: cálculo ponderado del volumen de los 300.000 productos de la capacidad máxima de almacenamiento.	31
Calculo N° 3: cálculo de la verificación de la capacidad máxima de almacenamiento en el diseño del centro de distribución.	32
Calculo N° 4: Calculo de productividad para la demanda requerida para las líneas de despacho.	34

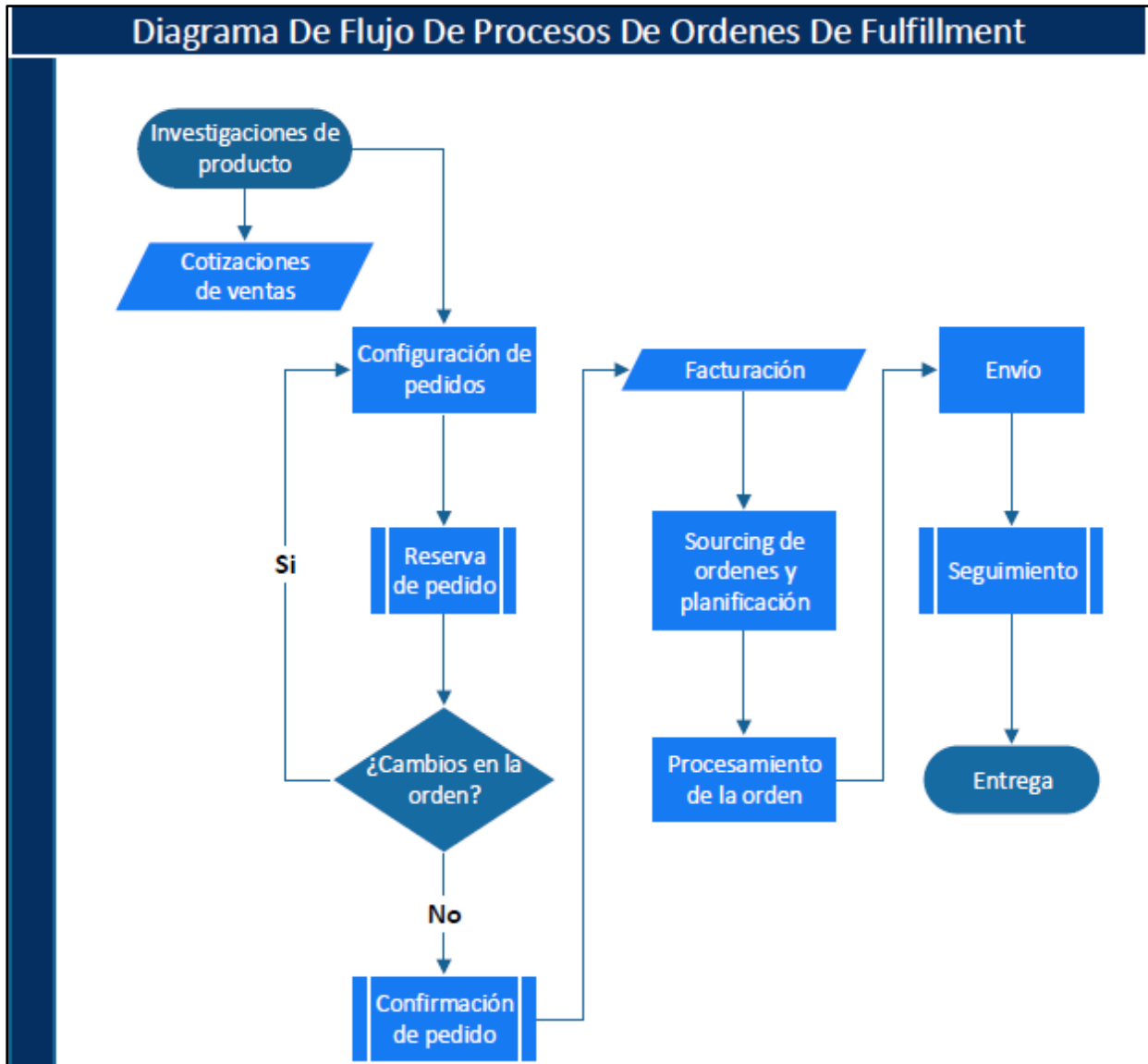
Calculo N° 5: <i>Calculo de la cantidad de cajas de productos a ser recibidas según la demanda estacional.</i>	34
Calculo N° 6: <i>Calculo de productividad para la demanda requerida para las líneas de recepción.</i>	35
Calculo N° 7: <i>cálculo de la estimación de los equipos de la unidad estratégica funcional.</i>	36
Calculo N° 8: <i>cálculo del peso ponderado de la demanda anual de los productos gestionados por el centro de distribución.</i>	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: <i>Hallazgo del número de etapa.</i>	31
Tabla N° 2: <i>cálculo ponderado del volumen de los 300.000 productos.</i>	32
Tabla N° 3: <i>Calculo de la cantidad de cajas de productos a ser recibidas según la demanda estacional.</i>	35
Tabla N° 4: <i>cálculo del peso ponderado de la demanda requerida de productos.</i>	38

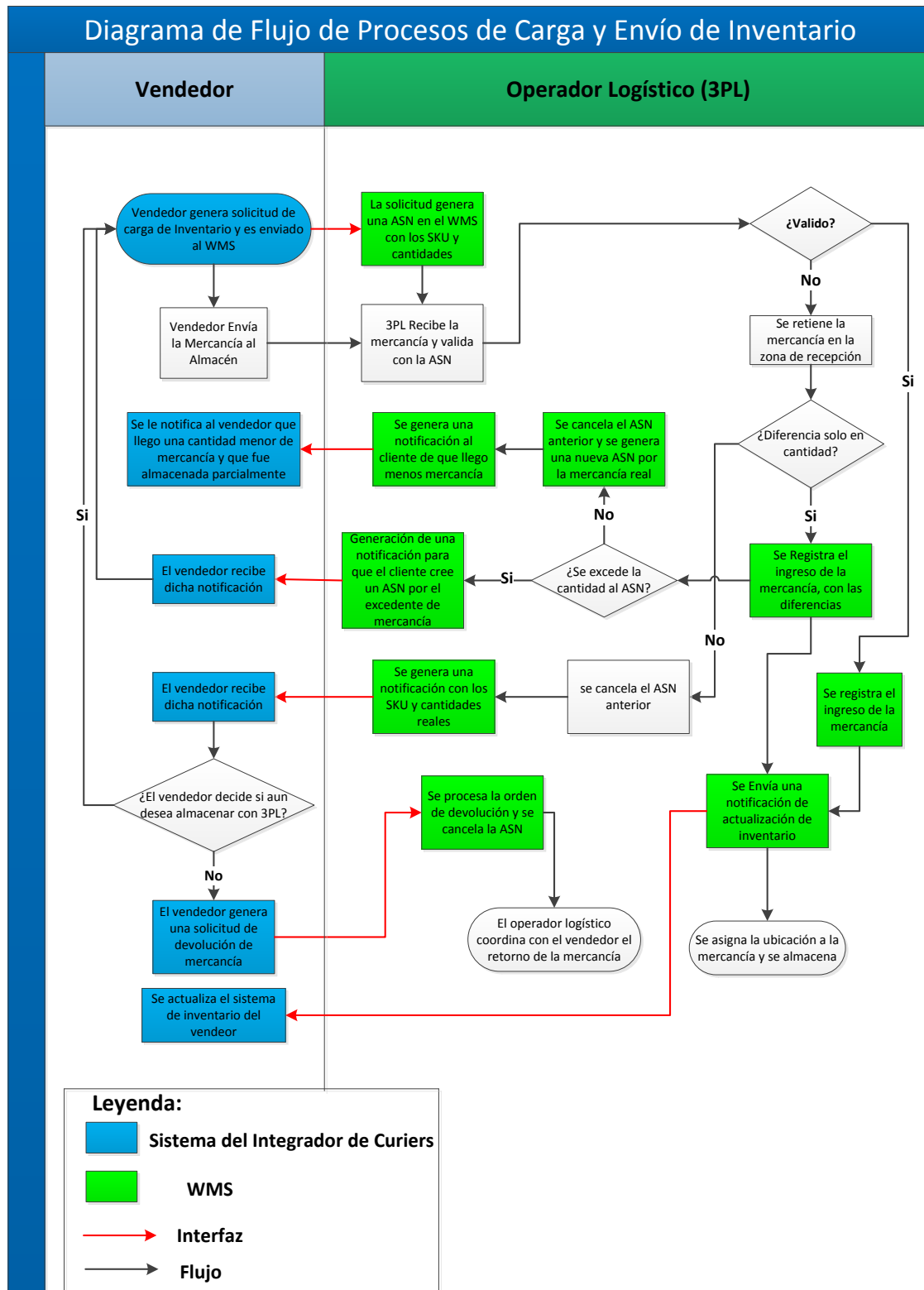
DIAGRAMAS

Diagrama N° 1: *Diagrama de flujo de procesos de órdenes de “fulfillment”.*



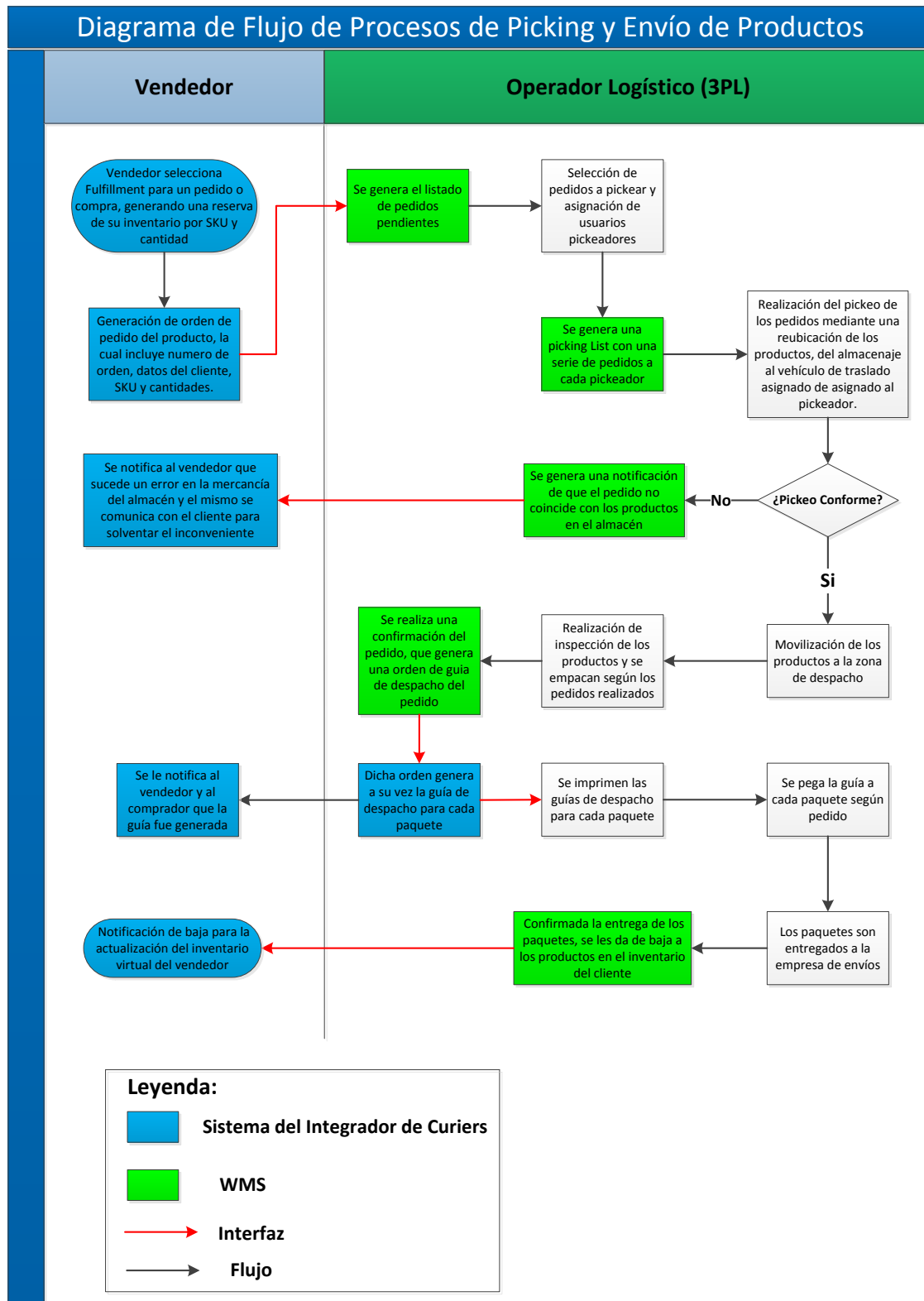
Fuente: *Elaboración Propia.*

Diagrama N° 2: Diagrama de flujo de procesos de carga y envío de inventario.



Fuente: Elaboración Propia.

Diagrama N° 3: Diagrama de flujo de procesos de “picking” y envío de productos.



Fuente: Elaboración Propia.

Diagrama N° 4: *Diagramas de operaciones de procesos, Descarga de mercancía.*

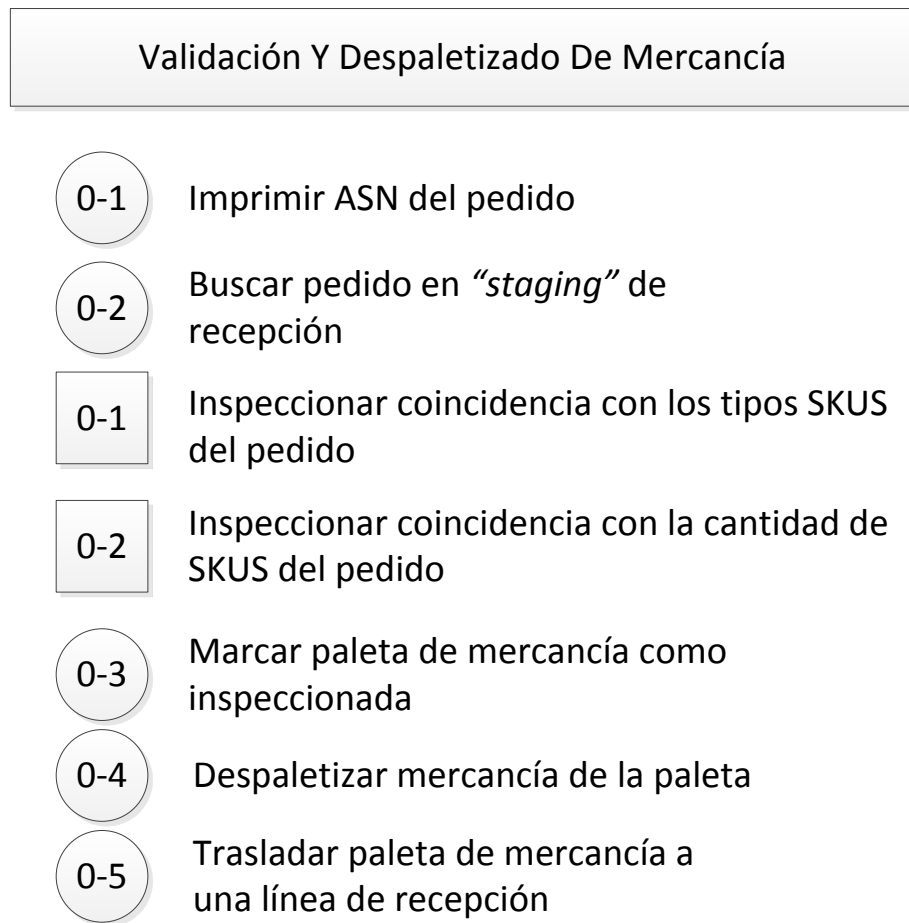
Descarga De Mercancía

- 0-1 Abrir la puerta del muelle
- 0-2 Abrir la compuerta del camión
- 0-3 Posicionar rampa niveladora
- 0-4 Encender montacargas
- 0-5 Cargar paleta con el Montacargas
- 0-6 Llevar la carga al staying de recepción
- 0-7 Descargar paleta en zona de
"staging"

Resumen	Cantidad
Operaciones	7
Inspecciones	0

Fuente: *Elaboración Propia.*

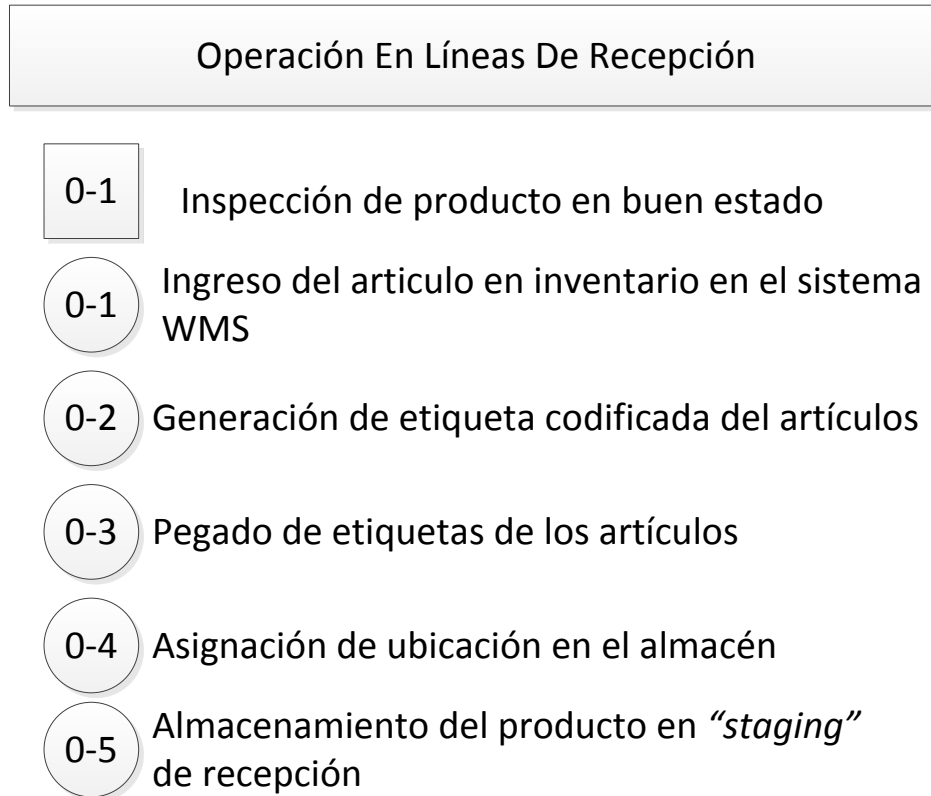
Diagrama N° 5: *Diagramas de operaciones de procesos, Validación y des-paletizado de mercancía.*



Resumen	Cantidad
Operaciones	5
Inspecciones	2

Fuente: *Elaboración Propia.*

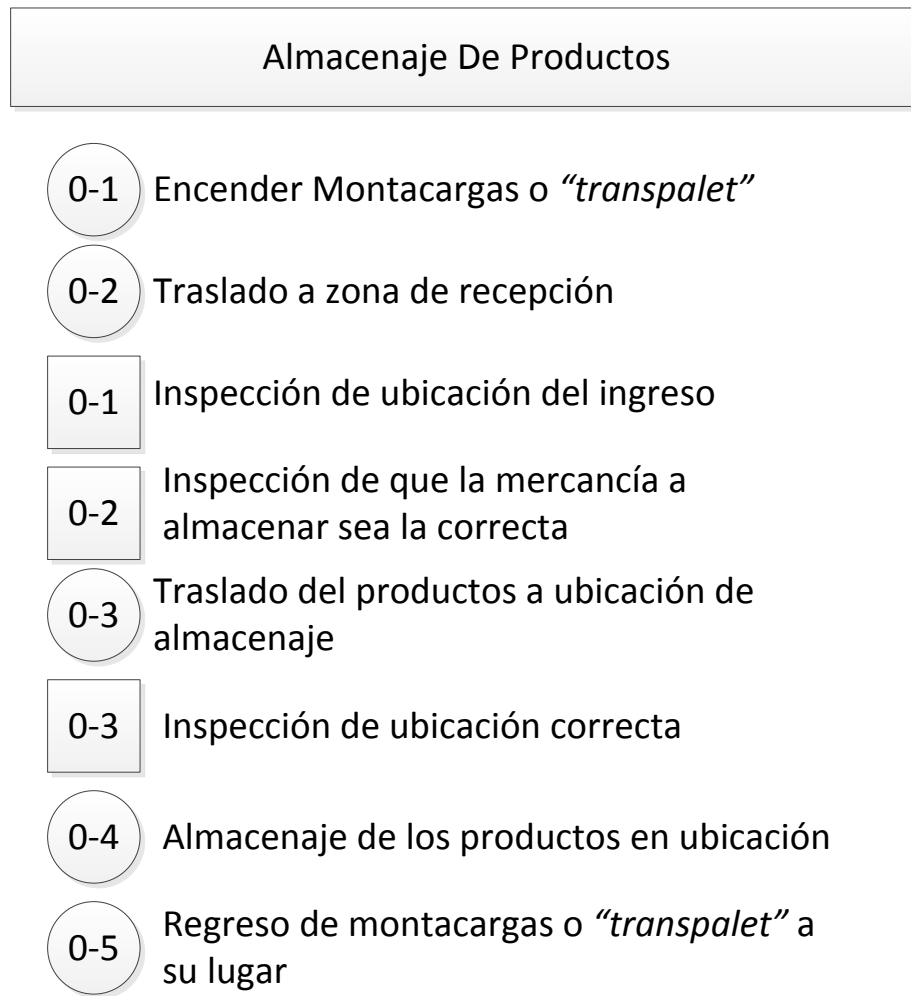
Diagrama N° 6: *Diagramas de operaciones de procesos, Operación en líneas de recepción.*



Resumen	Cantidad
Operaciones	5
Inspecciones	1

Fuente: *Elaboración Propia.*

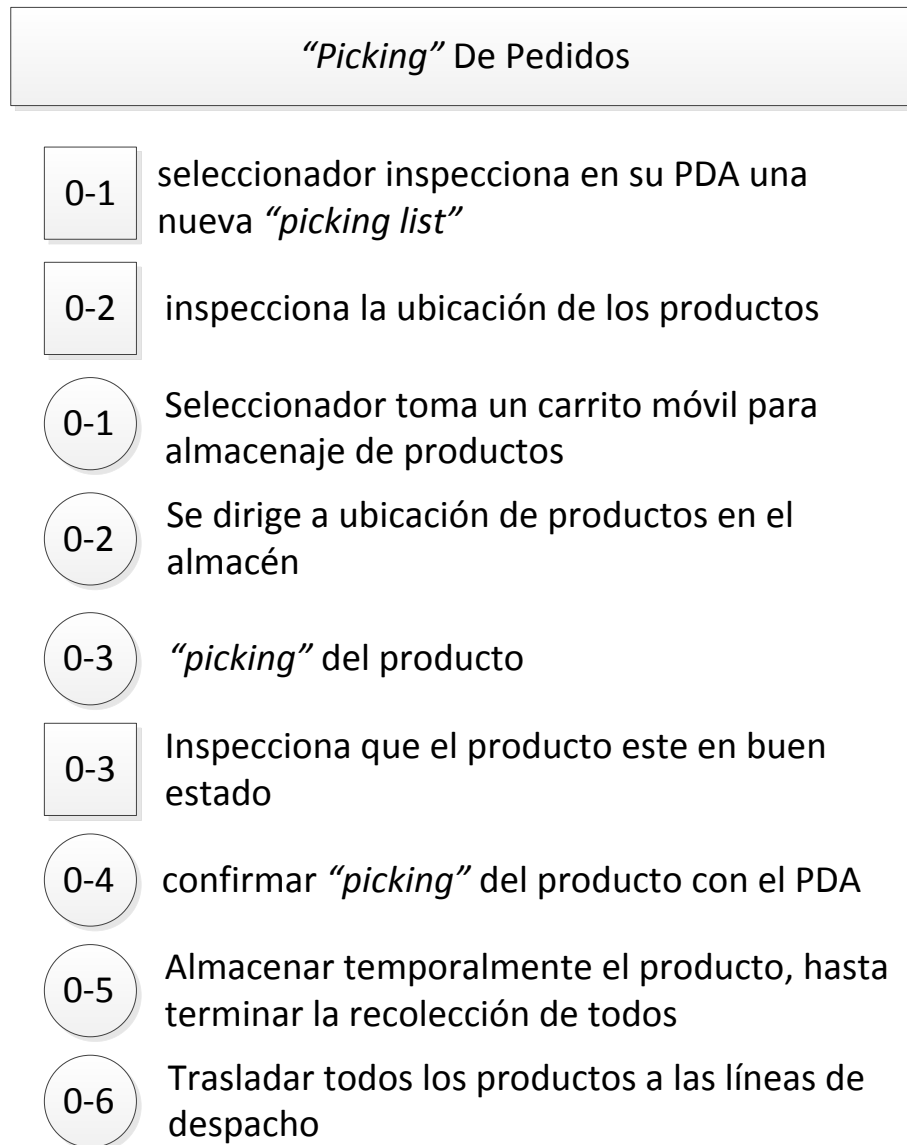
Diagrama N° 7: *Diagramas de operaciones de procesos, Almacenaje de productos.*



Resumen	Cantidad
Operaciones	5
Inspecciones	3

Fuente: *Elaboración Propia.*

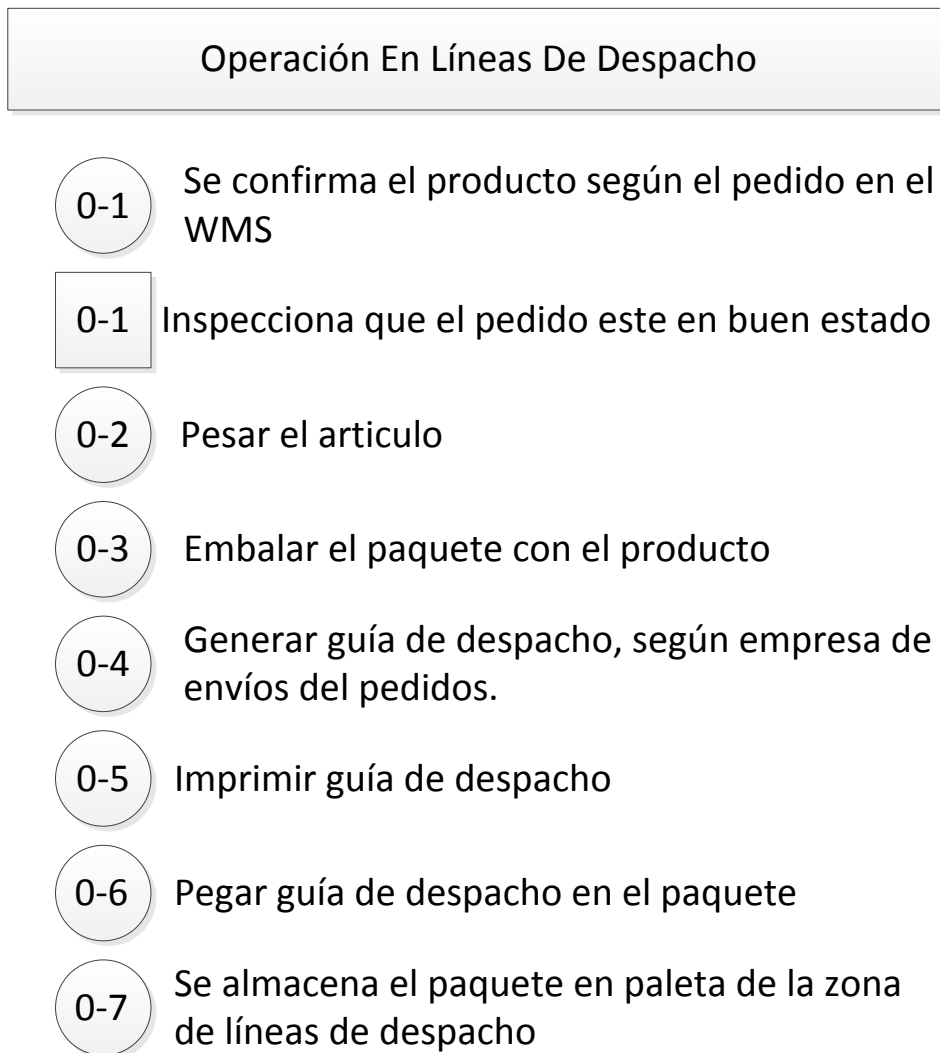
Diagrama N° 8: Diagramas de operaciones de procesos, “Picking” de pedidos.



Resumen	Cantidad
Operaciones	6
Inspecciones	3

Fuente: Elaboración Propia.

Diagrama N° 9: *Diagramas de operaciones de procesos, Operación en líneas de despacho.*



Resumen	Cantidad
Operaciones	7
Inspecciones	1

Fuente: *Elaboración Propia.*

Diagrama N° 10: *Diagramas de operaciones de procesos, Traslado y almacenaje de productos en jaulas de despacho.*

Traslado Y Almacenaje De Productos En Jaulas De Despacho

0-1

Inspeccionar empresa de envíos de paleta con paquetes en zona de líneas despacho

0-1

Encender “*transpalet*”

0-2

Traslado a zona de líneas despacho

0-3

Cargar paleta

0-4

Trasladar paleta a jaulas de despacho

0-2

Inspeccionar que la jaula corresponda a la empresa de envíos de los paquetes

0-5

Abrir Jaula de despacho

0-6

Almacenar paquetes en la jaula

0-7

Cerrar Jaula de despacho

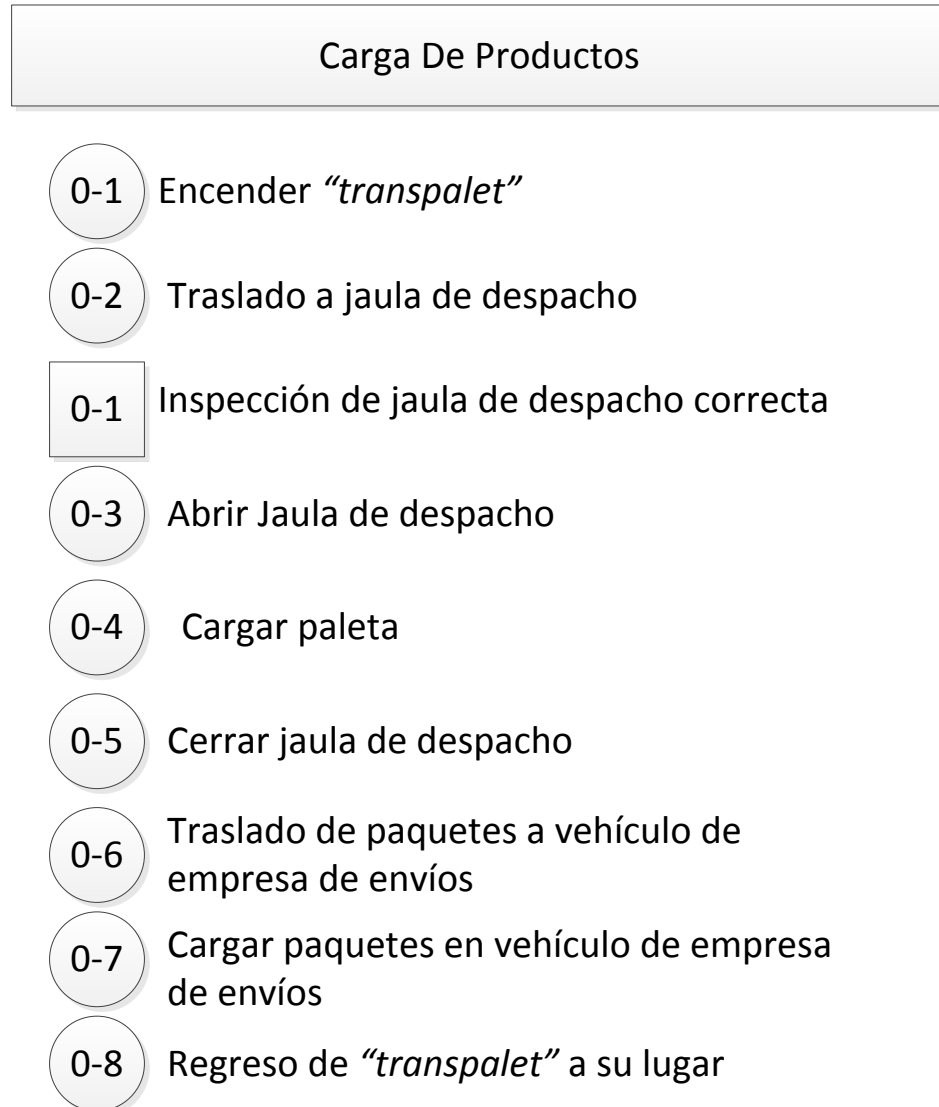
0-8

Regreso de “*transpalet*” a su lugar

Resumen	Cantidad
Operaciones	8
Inspecciones	2

Fuente: *Elaboración Propia.*

Diagrama N° 11: *Diagramas de operaciones de procesos, Carga de productos.*



Resumen	Cantidad
Operaciones	8
Inspecciones	1

Fuente: *Elaboración Propia.*

Diagrama N° 12: Diagrama de flujo de operaciones de carga y envío de inventario.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES DE CARGA Y ENVIO DE INVENTARIO											
	RESUMEN	Cantidad	El Diagrama Empieza: Descarga de la mercancía en el camión								
○	Operaciones	4	El Diagrama Termina: Almacenamiento de los artículos								
⇒	Transporte	3	Elaborado por: Vicente Lugo								
□	Controles	5	Fecha: 16 de Octubre del 2017								
D	Esperas										
▽	Almacenamiento	1									
	TOTAL	13									
	Descripción Actividades						Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm
1	Descarga de la mercancía en el camión						●	⇒	□	D	▽
2	Transporte de la mercancía a la zona de recepción						○	⇒	□	D	▽
3	Validación de la mercancía con la ASN						○	⇒	■	D	▽
4	Se inspecciona que los artículos estén en buen estado						○	⇒	■	D	▽
5	Se registran todos los articulos en el WMS						○	⇒	■	D	▽
6	Se generan etiquetas codificadas para cada artículo según su vendedor y SKU						○	⇒	■	D	▽
7	Impresión de las etiquetas						●	⇒	□	D	▽
8	Pegado de cada etiqueta codificada por artículo						●	⇒	□	D	▽
9	Se les asigna ubicación en el almacén						○	⇒	■	D	▽
10	Se transportan los artículos a las zonas asignadas						○	⇒	□	D	▽
11	Se almacenan los artículos en los lugares correspondientes.						○	⇒	□	D	▽

Fuente: Elaboración Propia.

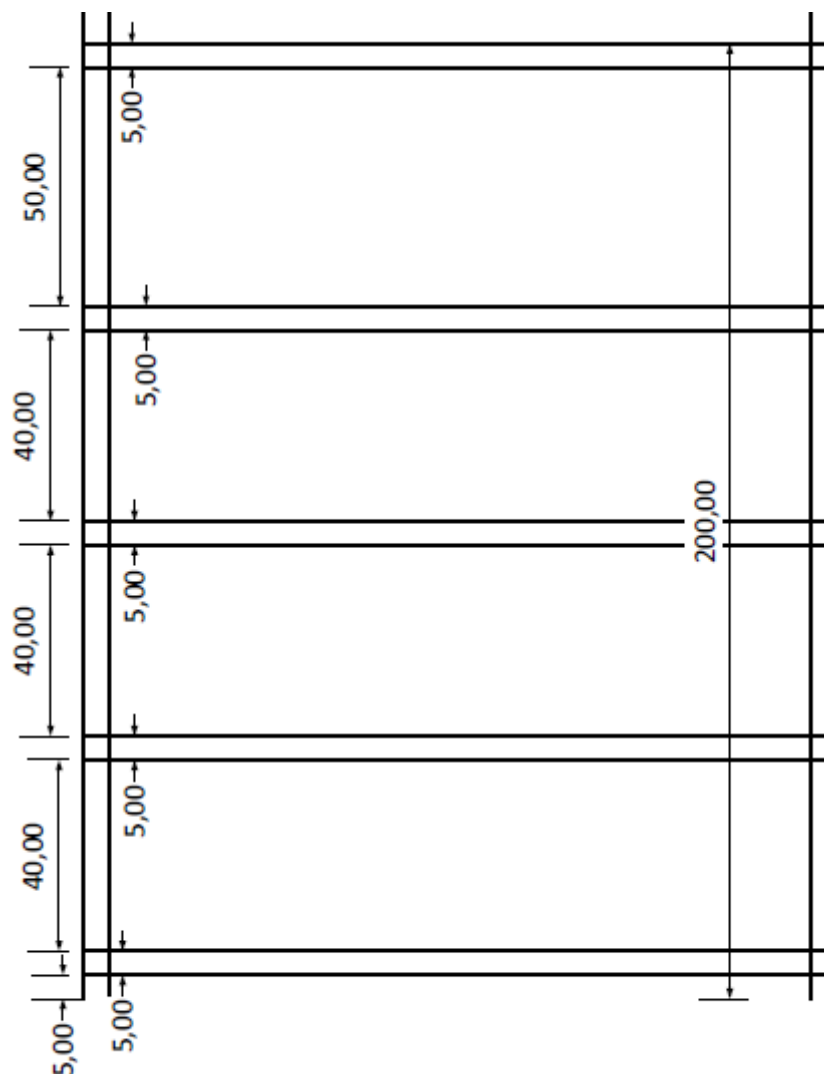
Diagrama N° 13: Diagrama de flujo de operaciones de “Picking” y envío de productos.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES DE PICKING Y ENVÍO DE PRODUCTO									
	RESUMEN	Cantidad	El Diagrama Empieza: Llegada de los pedidos al WMS						
○	Operaciones	5	El Diagrama Termina: carga de los pedidos en el camión						
⇒	Transporte	4	Elaborado por: Vicente Lugo						
□	Controles	5	Fecha: 16 de Octubre del 2017						
D	Esperas	1							
▽	Almacenamiento	2							
	TOTAL	17							
Descripción Actividades			Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.		
1	Los pedidos llegan al WMS y son seleccionados para ser asignados		○	⇒	■	D	▽		
2	Se genera una “picking list” y son asignadas por radio frecuencia a cada seleccionador		○	⇒	■	D	▽		
3	El seleccionador recibe la orden y se dirige a la ubicación de los productos		○	⇒	□	D	▽		
4	El seleccionador efectúa el “picking” de los productos		●	⇒	□	D	▽		
5	El seleccionador inspecciona y confirma ubicación de productos		○	⇒	■	D	▽		
6	El seleccionador almacena los productos en el contenedor móvil		○	⇒	□	D	▽		
7	El seleccionador transporta los productos a la zona de despacho		○	⇒	■	D	▽		
8	Realización de confirmación de pedidos de los productos		○	⇒	■	D	▽		
9	Inspección de los productos que estén en buen estado		○	⇒	■	D	▽		
10	Se pesan los artículos para la generación de guías de despacho		●	⇒	□	D	▽		
11	Se embala cada paquete de ser necesario		●	⇒	□	D	▽		
12	Impresión de guía de despacho para cada pedido		●	⇒	□	D	▽		
13	Se pega la Guía de despacho para cada paquete según la orden de pedido		●	⇒	□	D	▽		
14	Se transportan los pedidos a las jaulas de despacho		○	⇒	□	D	▽		
15	Se almacenan los productos en las jaulas de despacho		○	⇒	□	D	▽		
16	Los pedidos esperan a ser buscados por la empresa de envíos		○	⇒	□	■	▽		
17	Los pedidos son transportados al camión		○	⇒	■	D	▽		
18	Los pedidos se cargan al camión de la empresa de envíos		●	⇒	□	D	▽		

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURAS

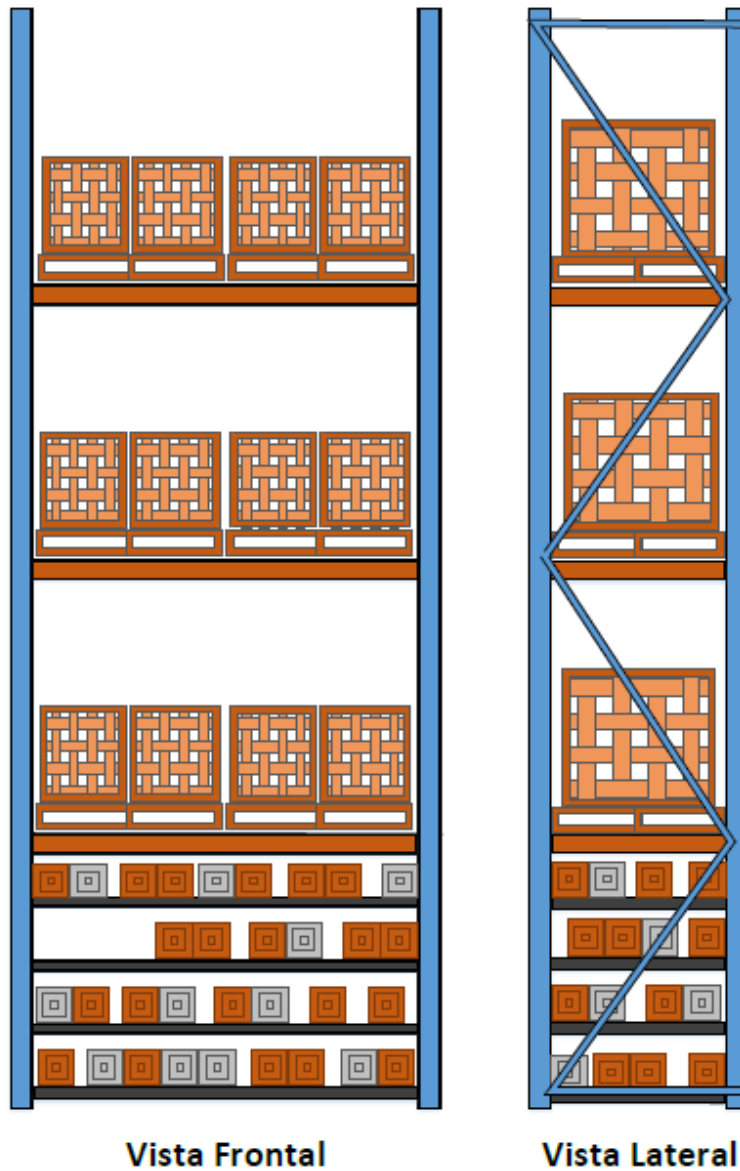
Figura N° 1: *re-nivelación en primer piso de un módulo de rack simple.*



Nota: todas las medidas están en centímetros.

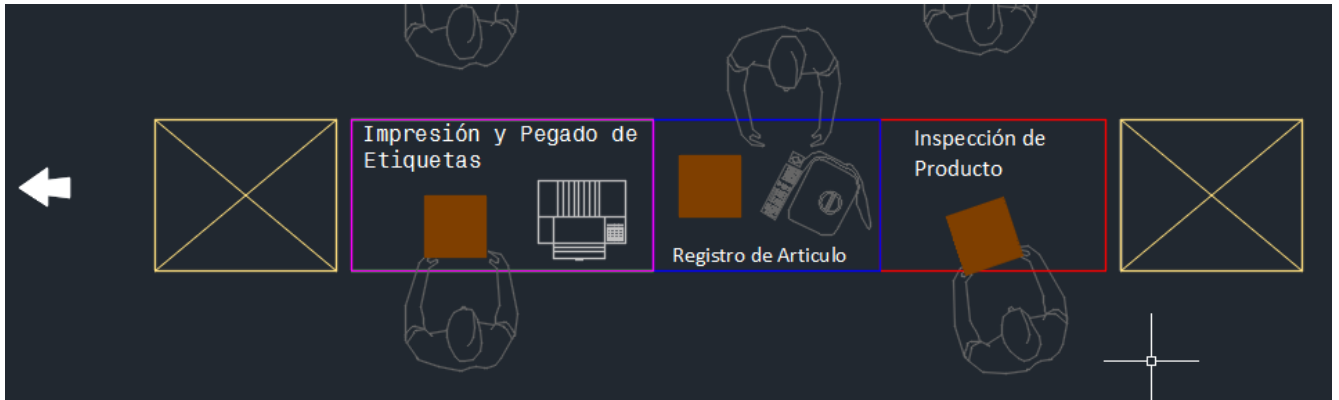
Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura N° 2: *módulo de rack simple con re-nivelación en el primer piso.*



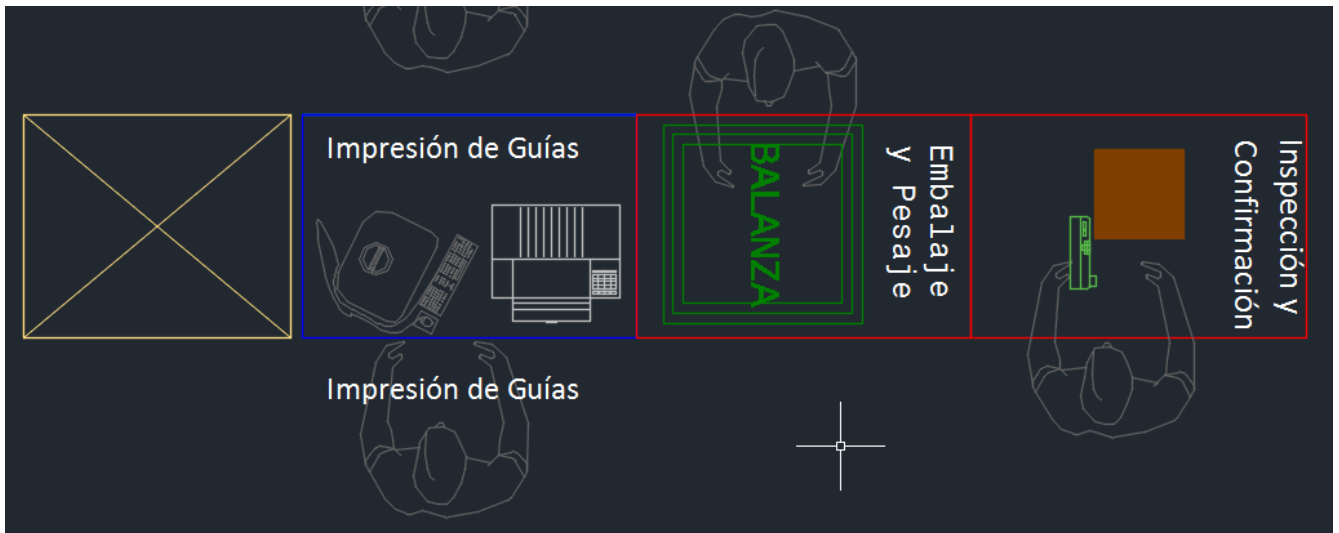
Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura N° 3: *Imagen de Línea de recepción y registro de productos.*



Fuente: *Elaboración Propia.*

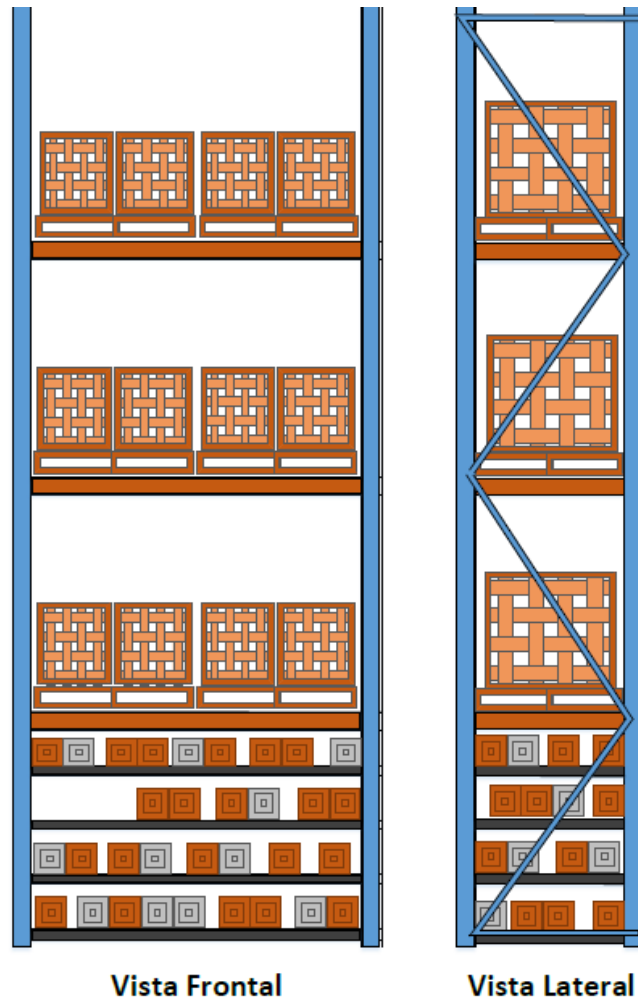
Figura N° 4: *Imagen de línea de despacho y embalaje de productos.*



Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura N° 5: Descripción de equipos, Rack Segmentado.

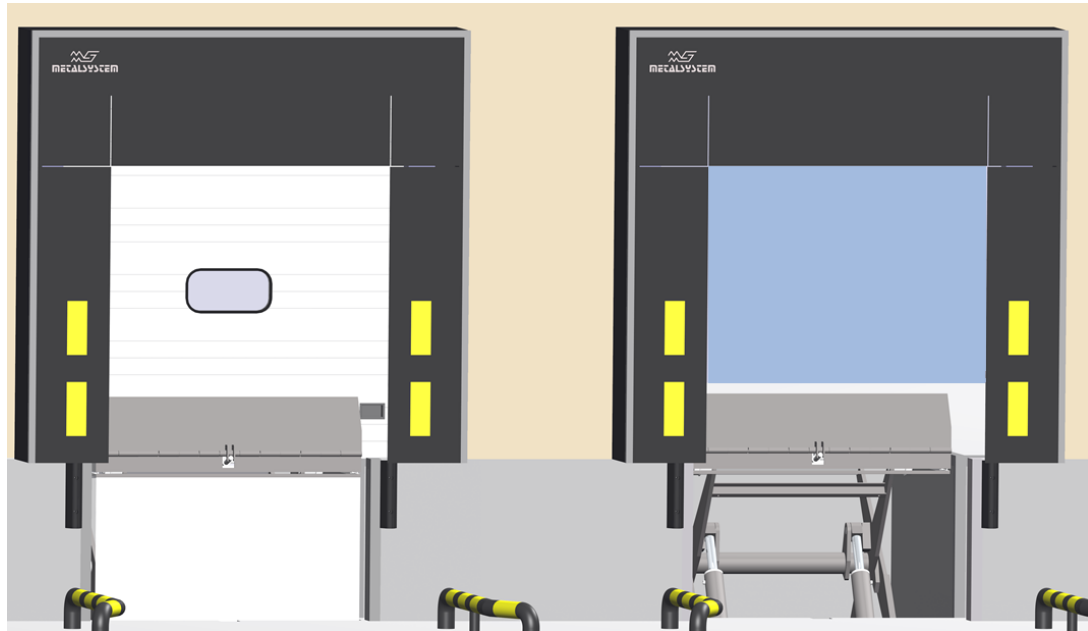
Como se explicó anteriormente, este es un rack para el uso particular de esta operación, que será segmentado en 4 espacios iguales en el primer piso del rack, el cual es utilizado para el almacenaje de los productos sea en cajas o en paletas como se ilustra en la imagen.



Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura N° 6: Descripción de equipos, Muelles de recepción y descarga.

Estos son los dispositivos ubicados en las partes de recepción y despacho de los almacenes, los cuales son unas puertas corredizas con unos dispositivos de nivelación para la descarga y carga de productos con los montacargas directamente de los camiones.



Fuente: Mesa elevadora para muelle de carga. Girona, España: Metal System.
<http://metalsystem.es/muelles-de-carga/mesa-elevadora-para-muelle-de-carga/>.

Figura N° 7: Descripción de equipos, Impresora de etiquetas.

Esta impresora se usará en las líneas de recepción y se encargará de imprimir las etiquetas codificadas para cada producto.



Fuente: El directorio industrial. Chile: MECALUX Logismarket.

<https://www.logismarket.cl/label-print-plus/impresora-de-etiquetas/1843312503-1442082726-p.html>.

Figura N° 8: Descripción de equipos, Impresora multifuncional.

Esta impresora será utilizada en las líneas de despacho y su función principal es imprimir las guías de despacho de los artículos despachados en el almacén.



Fuente: Impresora Multifuncional. Bogotá, Colombia: Computronika.

<http://computronika.com/producto/impresora-multifuncional-epson-l575-wi-fi-red/>.

Figura N° 9: Descripción de equipos, Computadora de escritorio.

Esta será utilizada por los analistas en las líneas de despacho y recepción, serán utilizadas para generar guías de despacho y registro de artículos.



Fuente: *Pc de Escritorio vs Notebook vs Netbook. Argentina: Taringa.*
<https://www.taringa.net/posts/info/13959375/Pc-de-Escritorio-vs-Notebook-vs-Netbook.html>

Figura N° 10: Descripción de equipos, Balanza electrónica.

Estas se utilizarán en las líneas de despacho para pesar todos los artículos antes de que abandonen el almacén, dato necesario para poder generar las guías de despacho.



Fuente: *Balanzas comerciales. Peru: BALANZAELECTRONICAPERU.*
<http://www.balanzaelectronica peru.com/BALANZA-ELECTRONICA-COMERCIAL.html>

Figura N° 11: *Descripción de equipos, Mesa de metal.*

Estas son las mesas que componen las líneas de despacho y recepción y serán utilizadas con la función principal de ser mesas de trabajo para los empleados.



Fuente: *Mesa de Trabajo con tubo Redondo Rex RMT182. Mexico: SERVINOX.*

<https://www.servinox.com.mx/catalogo/acero-inoxidable/mesas-de-trabajo/mesa-de-trabajo-con-tubo-redondo-rex-rmt182>

Figura N° 12: *Descripción de equipos, Montacargas eléctrico.*

Serán utilizados para descargar y cargar los camiones con productos, además para almacenar productos grandes que no puedan ser almacenados de forma manual.



Fuente: 2,300 - 2,950 Kg. De Capacidad Del Montacargas Eléctrico De Llanta Sólida.
México: MCFA. <http://www.mcfa.com/es-mx/cat/material-handling-equipment/Cat-Lift-Trucks/ClassI/MidsizeCushionTrucks/EC22N2-EC30LN2>.

Figura N° 13: *Descripción de equipos, “Trasnpalet”.*

Estos tienen como función principal almacenar y trasladar productos en todos los lugares del almacén, es el equipo más utilizado por los almacenistas.



Fuente: *Transpaleta Manual 540 Mm / 2000 Kl. Chile: ING EQUIPOS Equipamiento industrial.* <https://ingequipos.cl/producto/transpaleta-manual-540-mm-2000-kl/>

Figura N° 14: *Descripción de equipos, Carrito para “picking” de productos.*

Este es el carro que utilizarán todos los operarios para seleccionar productos según los pedidos necesarios y poder trasladarlos a las líneas de recepción.



Fuente: *Heavy Duty - Steel Mesh Cart - 300 KG. Australia: DRS. Industrial Services.*

<http://drsindustrial.com.au/heavy-duty-steel-mesh-cart-300-kg.html>

Figura N° 15: *Descripción de equipos, Embaladora manual.*

Dispositivo utilizado para embalar los productos que sean despachados del almacén y necesiten ser embalados.



Fuente: Manual, Paraguay: Cintas S.A. <http://www.cintassa.com/categoria/manual-38/>.

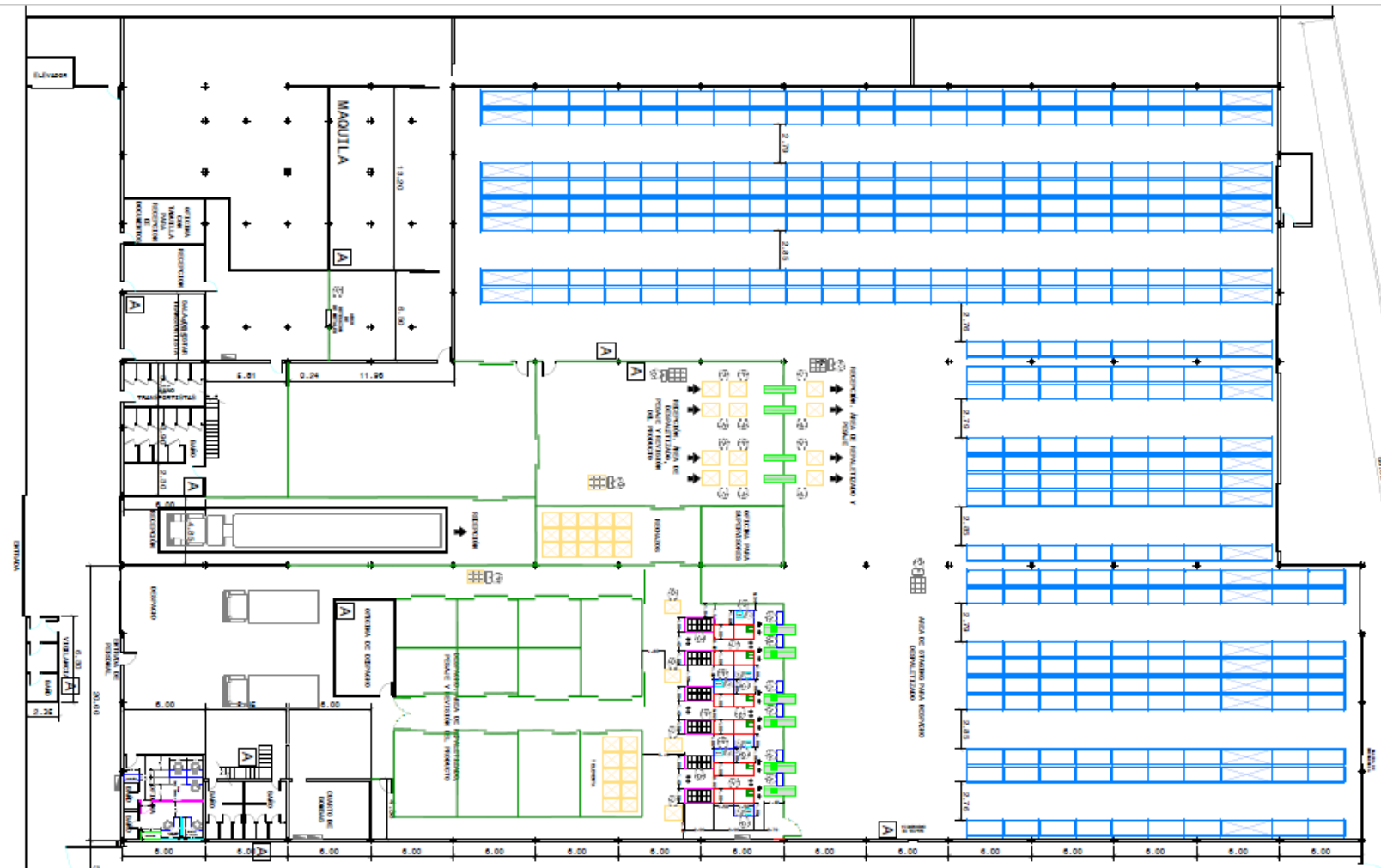
Figura N° 16: *Descripción de equipos, PDA.*

Dispositivo de radio frecuencia que será utilizado para confirmar los productos cuando sean seleccionados y además será utilizado para la confinación de pedidos y traslado de información.



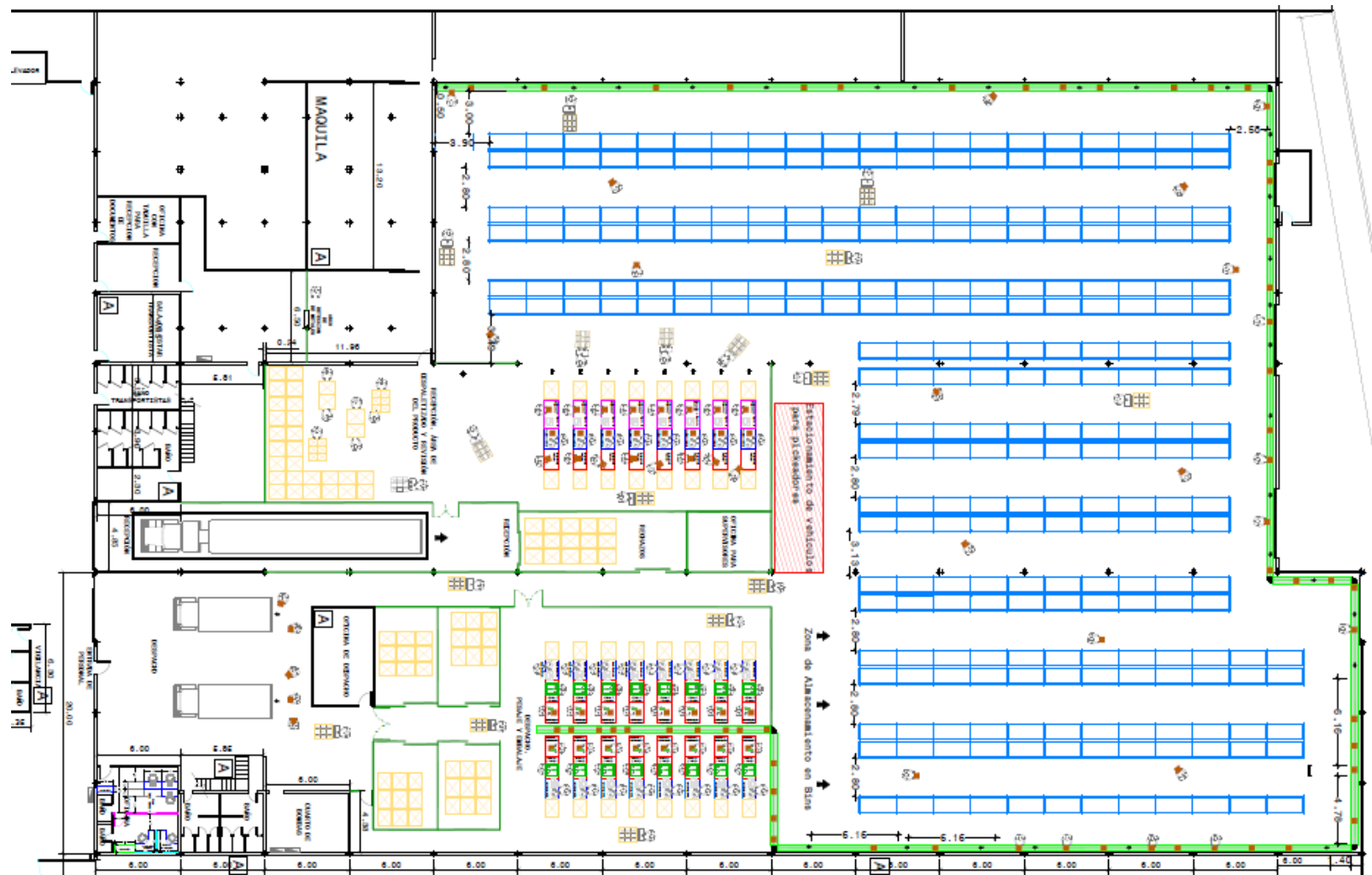
Fuente: Zebra MC3000 -Configuración GUN-. España: ELSI Post Technology. <http://www.elsi.es/pda-industrial-terminal-m-vil/zebra-motorola/sin-marca-zebra-mc3000-configuraci-n-gun-ref367.html>.

Figura N° 17: Diseño del centro de distribución antes del rediseño.



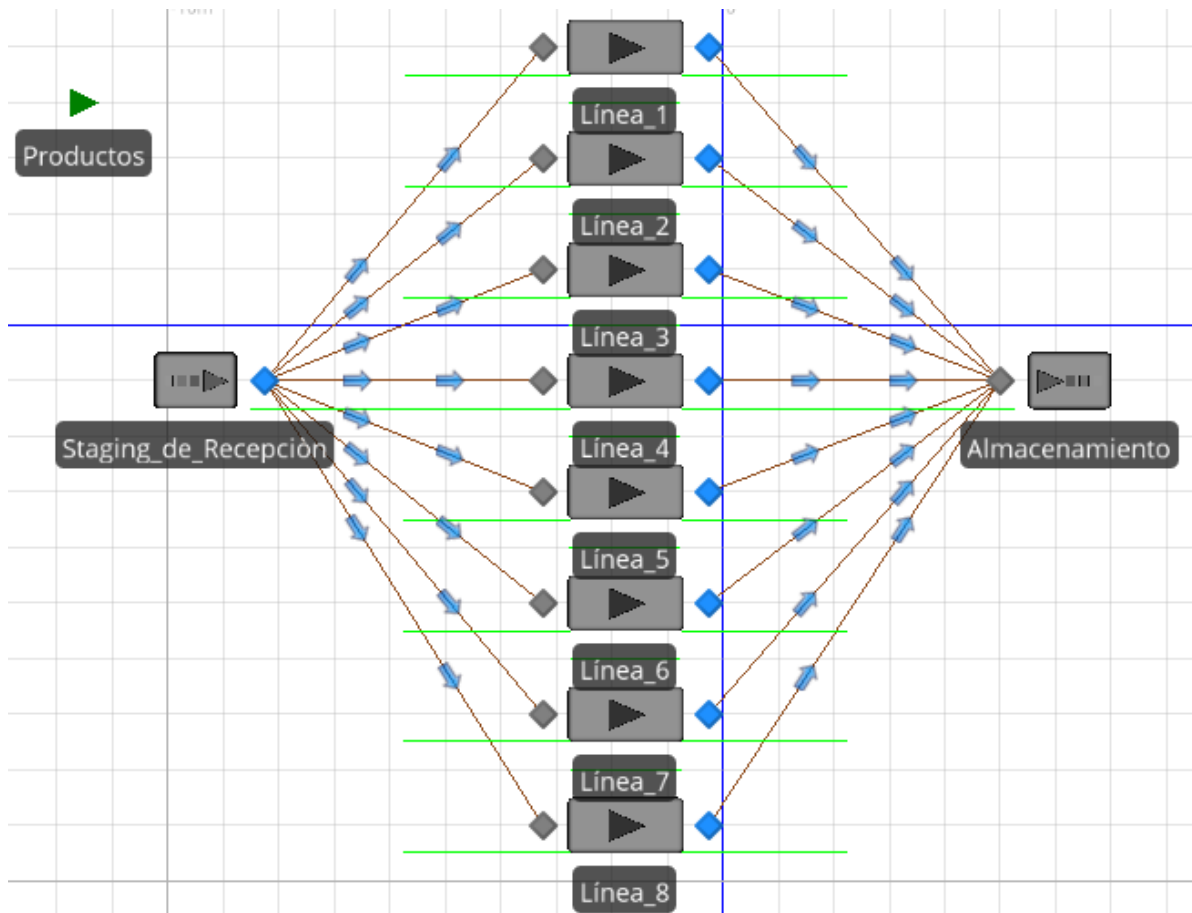
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 18: *Diseño del centro de distribución después del rediseño.*



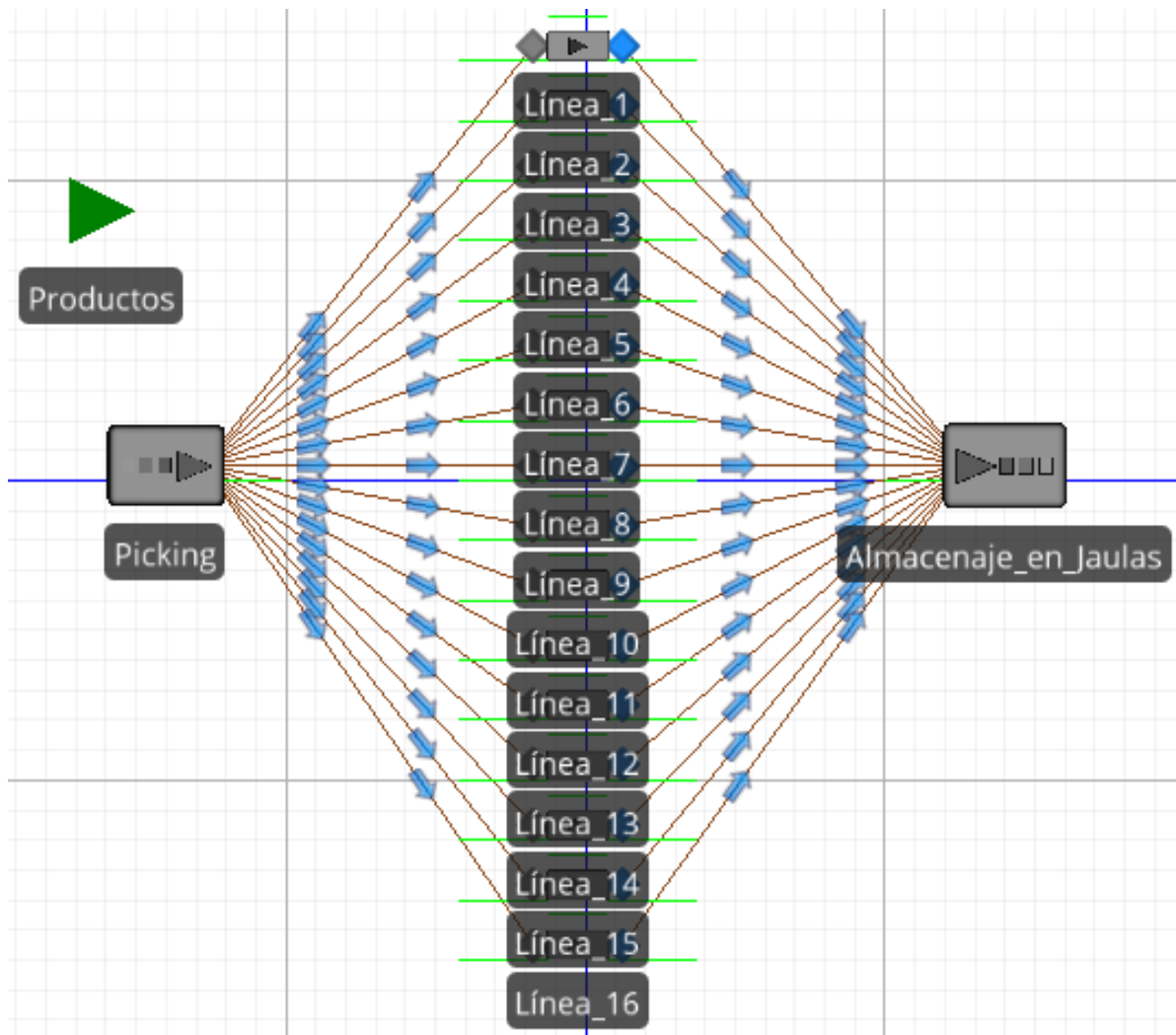
Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura N° 19: *modelo de simulación de las líneas de recepción en software SIMIO*
VERSION 10.16.



Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura N° 20: *modelo de simulación de las líneas de despacho en software SIMIO*
VERSION 10.165.



Fuente: *Elaboración Propia.*

CÁLCULOS

Calculo N° 1: *Calculo del criterio de Mojena, para el análisis de clúster.*

1. Se calcula la media de las distancias de unión (α) obtenidas por el método de Ward.

Formula N° 1: *Promedio de los coeficientes o distancias de unión (α).*

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}$$

$$\bar{\alpha} = 111,480$$

2. Se calcula la desviación estándar de las distancias de unión (α).

Formula N° 2: *desviación estándar de los coeficientes o distancias de unión (α).*

$$S_{\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n}}$$

$$S_{\alpha} = 1362,45$$

3. Según el criterio de Mójena, para escoger el numero óptimo de grupos se necesita obtener un numero de etapa y este se determina por el coeficiente que resulta de la resolución de la siguiente expresión:

Formula N° 3: *Obtención del coeficiente para hallar el número de etapa.*

$$Coef = \bar{\alpha} + k * S_{\alpha}$$

$$\text{donde: } k = 1,25$$

$$Coef = (111,480) + 1,2500 * (1362,450) = 1814,543$$

4. Posteriormente, hacemos uso de la tabla de iteraciones obtenida en el método de Ward, para determinar el número óptimo de grupos a trabajar, para ello ubicamos el número de etapa, el cual consiste en el valor menor siguiente al coeficiente resultante de la expresión anterior ($\alpha \leq 1814,5430$) y su etapa correspondiente:

Tabla N° 1: *Hallazgo del número de etapa.*

566	7	124	597,443
567	9	173	750,680
568	3	17	1676,080
569	1	5	2974,044
570	9	235	4537,528
571	3	9	8766,563
572	1	7	14993,496
573	1	3	27083,001

→ 1676,080 < 1814,543

Fuente: *Elaboración propia.*

5. Finalmente, el numero óptimo de grupos viene dado por:

Formula N°4: *Calculo del número de grupos óptimo para la base de datos.*

$$N^{\circ} \text{ de grupos} = N^{\circ} \text{ de individuos} - N^{\circ} \text{ de etapa}$$

$$N^{\circ} \text{ de grupos} = 574 - 568 = 6 \text{ grupos}$$

Calculo N° 2: *cálculo ponderado del volumen de los 300.000 productos de la capacidad máxima de almacenamiento.*

El procedimiento es sencillo, consiste en calcular la ponderación que representa cada uno de los grupos en el total de todos los grupos de clúster, luego suponiendo que la capacidad máxima de 300.000 productos actuará parecido a el comportamiento de la muestra tomada, se calculan la cantidad de productos que deberían ser almacenados y después se multiplican entre el volumen promedio de cada uno de los grupos para estimar el volumen que debería poseer cada uno de los grupos de almacenaje del centro de distribución, para después al ser totalizados determinar el volumen ponderado que debería representar los 300.000 productos máximos. Dichos cálculos y resultados se muestran totalizados en la tabla número ##.

Tabla N° 2: *cálculo ponderado del volumen de los 300.000 productos.*

Grupo de clúster	Cantidad de productos en grupos de clúster	Ponderación de productos	Ponderación de almacenaje requerido	Volumen promedio por grupo (m ³)	Volumen ponderado del almacenaje de los productos requeridos (m ³)
Extra Grande	3	0,5%	1.568	0,47309	741,78136
Grande	16	2,8%	8.362	0,16179	1.352,97073
Mediano	67	11,7%	35.017	0,03203	1.121,55261
Pequeño	369	64,3%	192.857	0,00332	640,83554
Extra Pequeño	85	14,8%	44.425	0,00155	68,94930
Extra Extra Pequeño	34	5,9%	17.770	0,00044	7,77648
Total	574	100,0%	300.000		3.933,87

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Volumen ponderado de los 300.000 productos} = 3.933,87 \text{ m}^3$$

Calculo N° 3: *cálculo de la verificación de la capacidad máxima de almacenamiento en el diseño del centro de distribución.*

1. Primero se va a calcular el volumen que puede almacenar el primer piso segmentado de cada módulo de rack, el cual posee 4 posiciones de almacenamiento:

El volumen del primer piso se calculó multiplicando el área que posee dicho piso por la altura que posee un espacio de almacenamiento, por último se multiplica por 4 para calcular el volumen de almacenamiento e todo el primer piso.

$$\text{Área del modulo de rack} = 2,65 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura de cada segmento} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de un segmento} = 2,65 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ m} = 1,06 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del primer piso} = 1,06 \text{ m}^3 \times 4 = 4,24 \text{ m}^3$$

2. Cálculo de los 3 pisos restantes:

El volumen de los 3 pisos restantes se debe calcular en función de las posiciones de paletas (P.P.) que poseen:

$$\text{Volumen estándar de una paleta} = 1,8 \text{ m}^3 / \text{pp}$$

$$\text{P.P. de los 3 pisos} = 6 \text{ pp}$$

$$\text{Volumen de los 3 pisos} = 1,8 \text{ m}^3 / \text{pp} \times 6 \text{ pp} = 10,8 \text{ m}^3$$

3. Cálculo del volumen del módulo de rack

Es una simple suma del volumen del primer piso segmentado y el volumen de los 3 pisos restantes:

$$\text{Volumen de un módulo de rack} = 10,8 \text{ m}^3 + 4,24 \text{ m}^3 = 15,04 \text{ m}^3$$

4. Cálculo del volumen de almacenamiento de todo el Centro de distribución:

Es una multiplicación entre el volumen que posee cada módulo de rack, con la cantidad de los mismos en el centro de distribución:

$$\text{Volumen de almacenaje} = \text{volumen de módulo de rack} \times \text{Nº módulos de rack}$$

$$\text{Volumen de almacenaje} = 15,04 \text{ m}^3 / \text{módulo} \times 284 \text{ módulos}$$

$$\text{Volumen de almacenaje máximo} = 4271,36 \text{ m}^3$$

5. Cálculo de del volumen ponderado de los 300.000 productos según su frecuencia y volumen promedio de grupo en los grupos del análisis de clúster:

Este cálculo ya fue explicado a detalle anteriormente y el resultado fue:

$$\text{Volumen ponderado de los 300.000 productos} = 3.933,87 \text{ m}^3$$

6. Por último para comprobar la cantidad de artículos que se pueden almacenar en el centro de distribución es de al menos 300.000 productos, se deben comparar el

volumen de almacenaje máximo del centro de distribución con el volumen ponderado de los 300.000 productos:

$$\text{Volumen de almacenaje maximo} = 4271,36 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen ponderado de los 300.000 productos} = 3.933,87 \text{ m}^3$$

$$3.933,87 \text{ m}^3 < 4271,36 \text{ m}^3$$

Calculo N° 4: *Calculo de productividad para la demanda requerida para las líneas de despacho.*

$$\text{Producción diaria req.} = \frac{50.000 \text{ productos/mes}}{20 \text{ dias/mes}} = 2.500 \text{ productos/dia}$$

$$\text{Producción por hora req.} = \frac{2.500 \text{ productos/dia}}{6 \text{ horas/dia productivo}} = 416,67 \text{ productos/hora}$$

$$\text{Producción por hora req.} = 417 \text{ productos/hora}$$

Calculo N° 5: *Calculo de la cantidad de cajas de productos a ser recibidas según la demanda estacional.*

El procedimiento es sencillo, consiste en calcular la ponderación que representa cada uno de los grupos en el total de todos los grupos de clúster suponiendo que la demanda mensual requerida de los 50.000 productos actuará parecido a el comportamiento de la muestra tomada, por ende se calculan la cantidad de productos que debería procesar el almacén mensualmente y después se dividen entre la cantidad promedio de unidades de manejo de cada uno de los grupos para estimar la cantidad de cajas de productos que deberían ser recibidos en el centro de distribución. Dichos cálculos y resultados se muestran totalizados en la tabla número ##.

Tabla N° 3: *Calculo de la cantidad de cajas de productos a ser recibidas según la demanda estacional.*

Grupo de clúster	Cantidad de productos en grupos de clúster	Ponderación de productos	Ponderación de la demanda de productos mensual	Unidad de manejo promedio por grupo de clúster	Demanda mensual de cajas de productos
Extra Grande	3	0,5%	261	1,00	262
Grande	16	2,8%	1.394	1,00	1.394
Mediano	67	11,7%	5.836	1,00	5.837
Pequeño	369	64,3%	32.143	2,62	12.266
Extra Pequeño	85	14,8%	7.404	10,99	674
Extra Extra Pequeño	34	5,9%	2.962	22,59	132
Total	574	100,0%	50.000		20.565

Fuente: *Elaboración propia.*

Demanda requerida en cajas de productos = 20.565 cajas

Calculo N° 6: *Calculo de productividad para la demanda requerida para las líneas de recepción.*

$$\text{Producción diaria req.} = \frac{20.565 \text{ productos/mes}}{20 \text{ dias/mes}} = 1.028,25 \text{ productos/dia}$$

$$\text{Producción por hora req.} = \frac{1.028,25 \text{ productos/dia}}{6 \text{ horas/dia productivo}} = 171,38 \text{ productos/hora}$$

$$\text{Producción por hora req.} = 172 \text{ productos/hora}$$

Calculo N° 7: *cálculo de la estimación de los equipos de la unidad estratégica funcional.*

Como se explicó anteriormente, la estimación de los equipos necesarios para operación se calculó mediante la cantidad de operarios que vayan a utilizar dicho equipo para el cumplimiento de sus operaciones, todos los equipos fueron estimados de esta manera tanto fijos y móviles para la operación, excepto los racks y los muelles.

Estimación de equipos fijos:

1. **Impresora de etiquetas:** Se estiman 8 impresoras de etiquetas para la operación ya que existen 8 operarios para la impresión y pegado de etiquetas en las líneas de recepción los cuales necesitan impresoras de etiquetas para su función.
2. **Computadoras de escritorio:** se estiman 24 computadoras de escritorio ya que existen 8 operarios en el registro de artículos y generación de etiquetas en las líneas de recepción, más 16 operarios en la generación e impresión de guías de despacho en las líneas de despacho los cuales necesitan computadoras de escritorio para su función.
3. **Mesas de trabajo:** se estiman 24 mesas de trabajo ya que existen 8 líneas de recepción, más 16 líneas de despacho los cuales necesitan mesas de trabajo para que los operarios que laboren en dichas líneas puedan cumplir con sus labores.
4. **Balanzas:** Se estiman 16 balanzas para la operación ya que existen 16 operarios para pesaje y embalaje de productos en las líneas de despacho los cuales necesitan balanzas para su función.
5. **Impresoras:** Se estiman 16 impresoras para la operación ya que existen 16 operarios para la generación e impresión de guías de despacho en las líneas de despacho los cuales necesitan Impresoras para su función.

Estimación de equipos móviles:

1. **Montacargas:** se estiman 2 montacargas ya que existe 1 operario en la descarga de los camiones y traslado de productos a despaletizado más 1 operarios en el traslado y despacho de productos a camiones los cuales necesitan montacargas para cumplir su función.

2. **Transpalet's:** se estiman 12 trasnpalet's ya que existen 2 operarios de transporte de cajas a líneas de recepción en "transpalet's", 7 operarios en almacenamiento de productos y 3 operarios en transporte de productos de líneas de despacho a jaulas de pre-despacho, los cuales necesitan "trasnpalet's" para cumplir su función.
3. **Carrito manual, para "picking" de productos:** se estiman 12 carritos manuales para el "picking" de productos ya que se necesitan 12 operarios que realicen el "picking" de productos, los cuales necesitan de dichos carritos para el cumplimiento de su función.
4. **Embaladora:** se estiman 16 embaladoras ya que existen 16 operarios para el embalaje y pesaje de productos en las líneas de despacho los cuales necesitan embaladoras para su función.
5. **PDA:** se estiman 35 PDA ya que existen 12 operarios que realizan el "picking" de productos, 7 operarios en almacenamiento de productos y 16 operarios en inspección y confirmación de pedidos en las líneas de despacho, los cuales necesitan PDA para cumplir su función.

Calculo N° 8: *cálculo del peso ponderado de la demanda anual de los productos gestionados por el centro de distribución.*

El procedimiento es sencillo, consiste en calcular la ponderación que representa cada uno de los grupos en el total de todos los grupos de clúster suponiendo que la demanda mensual requerida de los 50.000 productos actuará parecido a el comportamiento de la muestra tomada, por ende se calculan la cantidad de productos que debería procesar el almacén mensualmente y después se multiplican entre el peso promedio de cada uno de los grupos para estimar el peso que debería poseer cada uno de los grupos de almacenaje del centro de distribución, para después al ser totalizados determinar el peso ponderado que debería representar la demanda de los 50.000 productos por mes, por ultimo dicha demanda se calcula anualmente y se tiene una estimación del peso ponderado que debe procesar el centro de distribución en un año. Dichos cálculos y resultados se muestran totalizados en la tabla número ##.

Tabla N° 4: *cálculo del peso ponderado de la demanda requerida de productos.*

Grupo de clúster	Cantidad de productos en grupos de clúster	Ponderación de productos	Ponderación de la demanda de productos mensual	Peso promedio por grupo	Peso ponderado de la demanda de productos
Extra Grande	3	0,5%	261	33,61120	8.783,41463
Grande	16	2,8%	1.394	13,95931	19.455,48780
Mediano	67	11,7%	5.836	5,06182	29.542,00348
Pequeño	369	64,3%	32.143	0,70198	22.563,59756
Extra Pequeño	85	14,8%	7.404	0,36737	2.720,07840
Extra Extra Pequeño	34	5,9%	2.962	0,12064	357,29965
Total	574	100,0%	50.000		83.421,88153

Fuente: *Elaboración propia.*

Peso ponderado de la demanda mensual = 83.42 Kg.

Peso ponderado de la demanda anual = 1.001.062,58 kg.