

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**ANÁLISIS Y MEJORA DEL DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DE UN
ALMACÉN DE CARGA AÉREA DOMÉSTICA DE UN
PROVEEDOR DE SERVICIOS AEROPORTUARIOS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

Marjorie Alicia Córdova Milla

César Augusto Stoll Quevedo

Lima, junio del 2015

RESUMEN

La presente tesis muestra una propuesta de mejora en la distribución, diseño de Layout, y organización de un almacén de carga aérea doméstica de un proveedor de servicios aeroportuarios, con lo cual se busca reducir la manipulación y traslado de la carga en el almacén, maximizar el empleo de los recursos, y generar un servicio seguro, rápido y eficiente enfocado al cliente.

La propuesta de mejora parte del análisis de las capacidades y flujos actuales del almacén. A partir de ello, se pronosticó la demanda diaria de carga para el año 2018. Considerando la interacción de flujos y relación de actividades entre las zonas del almacén, se procedió a realizar el diseño del layout general. Ya listo el bosquejo de la nueva distribución del almacén, se determinó el área necesaria de cada zona, y mediante un análisis ABC se distribuyeron las posiciones de los anaqueles según la frecuencia de envíos, se reorganizaron los procesos de medición y pesado, y preparación de pedidos.

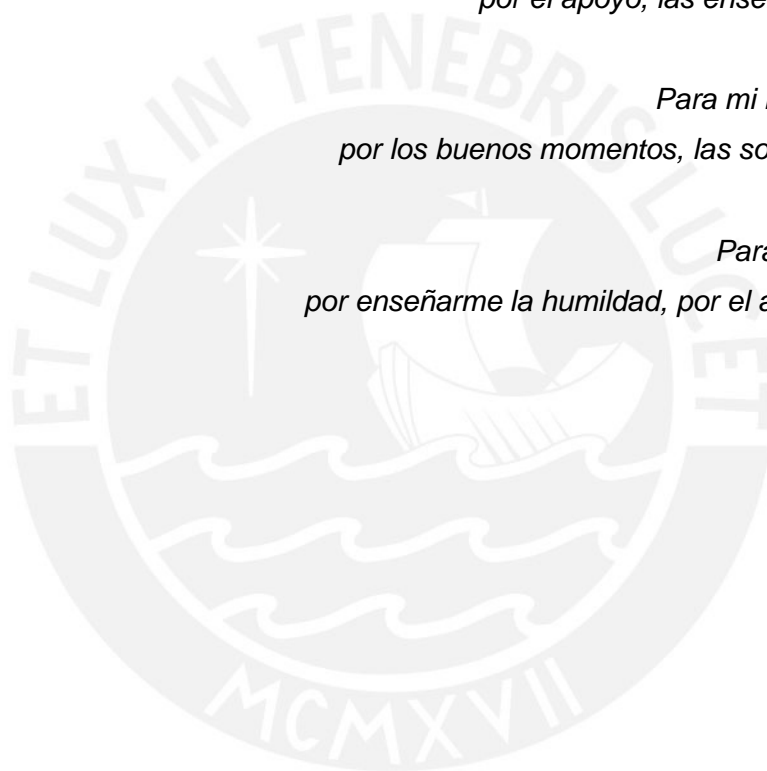
Actualmente, los niveles de satisfacción del cliente con el servicio de carga doméstica llegan a 33%, muy por debajo de los objetivos de la empresa; siendo el proceso de recepción de bodegas el más crítico.

La nueva distribución requerirá una inversión de S/.233,230.00, lo cual incluye la adquisición de traspales eléctricos y la redistribución de las zonas del almacén. Esta inversión permitirá disminuir los tiempos por transporte, un 53% en promedio respecto al tiempo inicial; reducir los recorridos de la carga, un 50% en promedio respecto del recorrido inicial; reducir los reclamos por motivos de mala manipulación, carga faltante y sobrante, un 58% de los reclamos actuales; y, aumentar la percepción del cliente respecto al servicio en un 50% de satisfacción. Finalmente, se estima una tasa interna de retorno del 22% y un periodo de recuperación de 25 meses.

*Para mis padres, Alicia y Oswaldo
por el apoyo, las enseñanzas y el amor.*

*Para mi hermana, Romina
por los buenos momentos, las sonrisas y el cariño.*

*Para la abuelita Alicia
por enseñarme la humildad, por el amor y la valentía.*



ÍNDICE

RESUMEN	i
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Proveedor de servicios aeroportuarios	2
1.1.1 Principales Servicios para carga.....	2
1.1.2 Importancia en la cadena de suministro de carga aérea.....	3
1.2 Diseño del Almacén.....	3
1.2.1 Análisis de capacidades en el almacén.....	5
1.2.2 Diseño de Flujos	10
1.2.3 Pronósticos en el diseño de almacenes	14
1.2.4 Sistemas de almacenamiento y equipos de manutención	18
1.3 Organización del almacén.....	21
1.3.1 Procesos del almacén	21
1.3.2 Métodos de zonificación y codificación	24
1.3.3 Sistemas de ubicación y localización de productos	26
1.3.4 Principio de popularidad	27
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO	29
2.1. Antecedentes de la empresa	29
2.1.1. Estructura Organizacional del proveedor de servicios aeroportuarios	30
2.1.2. Principales procesos de carga del proveedor de servicios aeroportuarios ...	31
2.2. Análisis y diagnóstico del mercado de carga aérea doméstica	34
2.2.1. Mercado de carga aérea doméstica.....	34
2.2.2. Market Share.....	35
2.2.3. Satisfacción del cliente.....	36
2.3. Análisis y diagnóstico del diseño del almacén de carga aérea doméstica	38
2.3.1. Análisis estático del almacén	38
2.3.2. Análisis dinámico del almacén	42
2.3.3. Sistema de almacenamiento y equipos de manutención.....	55

2.4.	Análisis y diagnóstico de la organización del almacén de carga aérea doméstica	56
2.4.1.	Análisis de la de preparación de pedidos	56
2.4.2.	Análisis de los métodos de zonificación y codificación	62
CAPITULO 3. PROPUESTA INTEGRAL DE MEJORA		65
3.1	Pronóstico de la demanda futura	65
3.2	Diseño del layout general	68
3.3	Cálculo de espacios necesarios	71
3.4	Diseño del sistema de almacenaje y preparación de pedidos	78
CAPITULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA		94
4.1	Análisis de la situación económica actual	94
4.2	Costos de inversión para la implementación de mejoras	96
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		101
5.1	Conclusiones	101
5.2	Recomendaciones	102
BIBLIOGRAFÍA		104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas en el diseño del almacén.....	4
Tabla 2. Criterios de evaluación. A es el mejor y D es el peor.	19
Tabla 3. Comparación de equipo de mantenimiento. A es muy bien y D es mal.	20
Tabla 4. Dimensiones de las principales áreas del almacén	38
Tabla 5. Diagrama de Operaciones del producto Standard y Terrestre Express en Rayos X 1	44
Tabla 6. Diagrama de Operaciones del producto Standard y Terrestre Express en Rayos X 2.....	45
Tabla 7. Diagrama de Operaciones del producto Prime y Urgente Express en Rayos X 2.....	46
Tabla 8. Diagrama de Operaciones del producto Next Flight, primer nivel.....	47
Tabla 9. Diagrama de Operaciones del producto Next Flight, segundo nivel	48
Tabla 10. Diagrama de Operaciones de acuerdo a las características físicas de la carga	51
Tabla 11. Tabla de distribución de posiciones en estantería.....	63
Tabla 12. Tabla de Relaciones de Actividades	69
Tabla 13. Tabla de RCT.....	70
Tabla 14. Cálculo de área requerida para anaqueles.....	74
Tabla 15. Cálculo de área requerida para zona de segregación	76
Tabla 16. Variación de área. Actual vs Propuesto.....	78
Tabla 17. Análisis ABC para la distribución de anaqueles	79
Tabla 18. Comparación de equipo de mantenimiento.....	93
Tabla 19. Costos mensuales del personal del almacén	94
Tabla 20. Egresos totales del almacén en (S/.), 2014.....	95
Tabla 21. Ingresos anuales totales del almacén en (S/.).....	95
Tabla 22. Inversion en (S/.) para la implementación de mejora.....	97
Tabla 23. Mejora de tiempos luego de la implementación en el almacén.....	98
Tabla 24. Mejora en los costos de reclamos	99
Tabla 25. Egresos totales del almacén en (S/.), incluyendo mejoras	100
Tabla 26. Indicadores económicos	100

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Necesidades de almacenaje con alta elasticidad.....	6
Gráfico 2. Necesidades de almacenaje con baja elasticidad.....	7
Gráfico 3. Diagrama de procesos	32
Gráfico 4. Tráfico Mensual de Carga (Kg) a Nivel Nacional	35
Gráfico 5. Encuesta de satisfacción al cliente 2013	37
Gráfico 6. Cantidad de carga promedio a almacenar	40
Gráfico 7. Flujo de día de la semana (superior) y horas del día (inferior).	41
Gráfico 8. Porcentaje de ingresos anuales en dólares por producto comercial (superior) y Porcentaje de ingresos anuales en kilos por producto comercial (inferior).....	43
Gráfico 9. Ingresos anuales en kilos por características de la carga en el año 2013	50
Gráfico 10. Cantidad de kilos y % que representa por destino	54
Gráfico 11. Pronóstico de embarque en el almacén de Lima	65
Gráfico 12. Pronóstico de desembarque en el almacén de Lima	66
Gráfico 13. Inventario Promedio vs Capacidad Actual desde el año 2008 (embarque, gráfico superior; desembarque, gráfico inferior).....	67
Gráfico 14. Propuesta de diseño del almacén.....	77
Gráfico 15. Distribución de anaqueles según análisis ABC.....	79
Gráfico 16. Proceso de mejora en la unitarización de la carga.....	87
Gráfico 17. Distribución de parihuelas en zona de segregación.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena de Suministro de carga aérea.....	3
Figura 2. Módulo Base (medidas en metros)	8
Figura 3. Nº tipos / pedidos vs. Cantidad / tipo.....	9
Figura 4. Flujo en línea.	11
Figura 5. Flujo en U, superior y flujo en T, inferior.....	11
Figura 6. Diagrama de Operaciones Multiproducto.	12
Figura 7. Gráfica de Trayectorias.....	12
Figura 8. Tabla Relacional de Actividades (números)	13
Figura 9. Tabla de Relaciones de Actividades (letras)	13
Figura 10. Patrones de demanda.....	15
Figura 11. Numeración por estantería.....	25
Figura 12. Numeración por pasillo	26
Figura 13. Herramientas de calidad utilizadas en distintas fases de la mejora.	28
Figura 14. Organigrama del almacén de carga aérea doméstica	30
Figura 15. Market Share de Carga a Nivel Nacional	36
Figura 16. Zonas y espacios del almacén de carga aérea	39
Figura 17. Diagrama de Recorrido de acuerdo a las características físicas de la carga	52
Figura 18. Proceso de unitarización de la carga aérea	53
Figura 19. Diagrama de operaciones del ubicador en el almacén.....	57
Figura 20. Diagrama de recorrido del físico y ubicador.	58
Figura 21. Diagrama de operaciones del físico en el almacén.	59
Figura 22. Diagrama de operaciones del proceso de envío de documentos	60
Figura 23. Diagrama de operaciones del proceso de envío de documentos	61
Figura 24. Diagrama de recorrido personal de llegadas.....	62
Figura 25. Vista Aérea (superior) y Vista Frontal(inferior) de anaqueles	64
Figura 26. Layout de bloques unitarios	70
Figura 27. Propuesta de área total del almacén.....	72
Figura 28. Módulo Base para anaqueles (medidas en metros)	74
Figura 29. Módulo Base para segregación (medidas en metros)	75
Figura 30. Proceso de recorrido del ubicador en el almacén.	80
Figura 31. Proceso de recorrido del físico en el almacén.....	81
Figura 32. Diagrama de recorrido mejorado del ubicador	82
Figura 33. Diagrama de operaciones del proceso de envío de documentos	83

Figura 34. Diagrama de operaciones del proceso de recojo de carga de llegadas.
Elaboración propia.....84

Figura 35. Diagrama de Recorrido mejorado del personal de llegadas85

Figura 36. Diagrama de Recorrido mejorado de acuerdo a las características físicas
de la carga.....86

Figura 37. Diagrama de Operaciones del producto Next Flight (superior, primer
nivel; inferior, segundo nivel)88

Figura 38. Diagrama de Operaciones del producto Standard y Terrestre Express..89

Figura 39. Diagrama de Operaciones del producto Prime y Urgente90



INTRODUCCIÓN

En base al crecimiento económico actual del mercado peruano, las empresas deben enfocarse en satisfacer las necesidades de sus clientes. Para cumplir con estas exigencias, las empresas deben enfocarse en mejorar continuamente los procesos.

En el Perú, las líneas aéreas recurren al servicio de tercerización para manejar los procesos logísticos de su empresa. En este contexto, el mercado de transporte de carga aérea se caracteriza por ser una operación ágil y flexible, el cual permita a los clientes enviar su carga en el menor tiempo posible y de forma segura. Por lo tanto, las empresas proveedoras de servicio a la carga deben ser capaces de brindar servicios seguros, rápidos y eficientes.

La empresa en estudio brinda el servicio a la carga doméstica en un almacén de Lima de una importante línea aérea. Los principales servicios ofrecidos son de almacenamiento y manejo de la carga. No obstante, debido al aumento de carga en y un manejo no adecuado en los servicios; se identificó que la empresa ha obtenido resultados no deseados en los últimos años.

El presente análisis busca mejorar el diseño de layout y organización actual del almacén de carga aérea doméstica, mediante un análisis estático y dinámico del diseño del almacén y un análisis de los procesos internos del almacén. Con estos análisis se busca reducir la manipulación y traslado de la carga mejorando los flujos de los procesos, maximizando el empleo de los recursos y generando un servicio seguro, rápido y eficiente al cliente.

La presente tesis presentará en el Capítulo 1, el marco teórico; en el Capítulo 2, el análisis y diagnóstico del caso de estudio; en el Capítulo 3, la propuesta integral de mejora; en el Capítulo 4, la evaluación económica; finalmente en el Capítulo 5 las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

El objetivo principal de este capítulo es definir los conceptos de diseño y organización de almacenes. El primer subcapítulo se enfocará en describir los servicios que ofrece un proveedor de servicios aeroportuarios y su importancia dentro de la cadena de suministro de carga aérea. En el segundo subcapítulo se explicarán los conceptos de diseño de almacenes, dando énfasis a las herramientas básicas y necesarias para el dimensionamiento, y organización física del almacén. Por último, se explicarán los conceptos para una eficiente organización del almacén.

1.1 Proveedor de servicios aeroportuarios

De acuerdo a OACI (2013), un proveedor de servicios aeroportuarios es una empresa subcontratada por agrupadores y expedidores de carga¹ o líneas aéreas cuando éstos no disponen de instalaciones necesarias para recibir la carga. Los proveedores ponen a disposición del cliente almacenes para la admisión, manipulación, preparación, etiquetado de carga y correo, así como carga y descarga, tránsito y almacenamiento de productos, entre otros. Ellos son responsables de los aspectos operacionales y el modo de entrega de la carga a la línea aérea.

1.1.1 Principales Servicios para carga

Los servicios ofrecidos por el proveedor dependerán de los requerimientos del cliente y lo estipulado en las regulaciones aeronáuticas del país. Cualquier servicio debe contar con certificaciones emitidas por la dirección General de Aeronáutica Civil y SUNAT. Se mencionarán dos principales servicios prestados para carga:

- a. *Servicios de almacenamiento para carga*: el proveedor deberá contar con balanzas, instalaciones señalizadas, áreas de almacenamiento específicas para mercancías peligrosas, animales vivos, cámara de frío; y contar con implementos de seguridad para los operarios que manipulan la carga.

¹ Según OACI (2013): los agrupadores y expedidores de carga se encargan de gestionar las expediciones aéreas, de tal forma que estén listas para ser transportadas.

- b. *Servicio de seguridad para carga*: comprende los servicios de inspección desde el ingreso al almacén y resguardo de la carga hasta que sea despachada.

1.1.2 Importancia en la cadena de suministro de carga aérea

En la figura 1. se muestran las partes involucradas en la cadena de suministro de carga aérea:

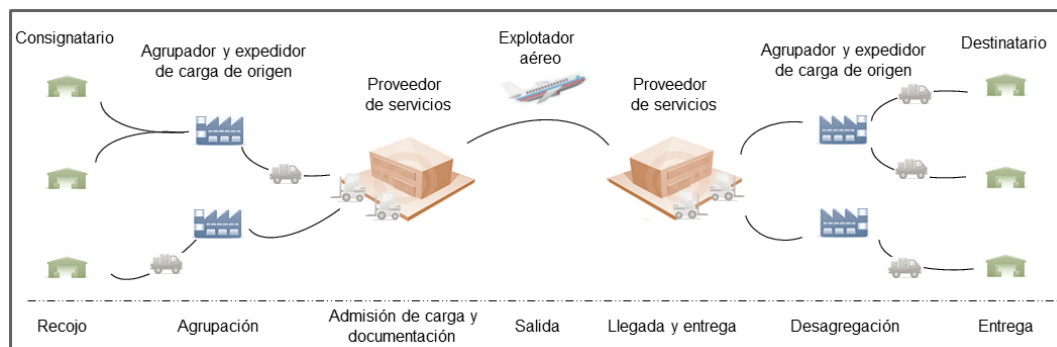


Figura 1. Cadena de Suministro de carga aérea

Fuente: Adaptado de OACI (2013).

Todas las partes de la cadena de suministro comparten la responsabilidad de velar porque la carga se traslade en condiciones adecuadas y seguras a través de dicha cadena. El proveedor de servicios de carga cumple un rol importante cuando la carga es aceptada en su almacén. Las responsabilidades del proveedor de servicios son:

- La aceptación o rechazo de la carga a su almacén, lo cual dependerá del control e inspección de seguridad que le dé a las mercancías.
- Cumplir los requisitos de almacenamiento para cada tipo de carga, de acuerdo a los procesos dictados por la regulación aeronáutica y la empresa contratista.

1.2 Diseño del Almacén

De acuerdo a Baker (2007), desarrollar un diseño de almacén permite reducir costos operativos de manipulación y transporte, generar orden en el

almacenamiento y preparación de pedidos, y aumentar la eficacia de las operaciones en el almacén.

Para realizar el diseño del almacén es importante identificar los requerimientos del almacén tales como capacidad de almacenamiento, flujos de ingreso y salida del almacén, procesos o actividades a desarrollarse de acuerdo al tipo de mercancías a almacenar. Además de identificar las mejores alternativas de almacenamiento. Cabe mencionar que estos requerimientos deben estar alineados a la capacidad actual y futura, pronosticada, del almacén.

Tomando como base dos metodologías de diseño de almacenes, Baker (2007) y Errasti (2006). En la Tabla 1, se ha desarrollado el diseño del almacén en tres etapas:

Tabla 1. Etapas en el diseño del almacén.

Etapas	Tareas
Determinación de las necesidades del almacén.	Definir la función del almacén.
	Análisis de capacidades (dinámicas y estáticas).
	Análisis de flujos.
	Pronosticar y analizar demanda futura.
Diseño del almacén físico y operativo.	Diseñar sistema de almacenaje, preparación de pedidos y manipulación
	Dividir en áreas, establecer el layout general y bosquejar posibles layout.
	Calcular el espacio necesario (dinámicas y estáticas).
	Calcular costos fijos y de operación.
Evaluación final.	Evaluar rendimiento esperado.
	Evaluar diseños vs. requerimientos.

Fuente: Adaptado de Baker (2007) y Errasti (2006)

1.2.1 Análisis de capacidades en el almacén

Para desarrollar la primera etapa en el diseño del almacén, determinación de las necesidades del almacén, se realizará un análisis de capacidades. Este último, consta de dos análisis: análisis estático, que permite identificar la capacidad de almacenamiento requerida; y análisis dinámico, que permite identificar la capacidad en los flujos de entrada y salida del almacén.

1.2.1.1 Análisis estático del almacén

Como lo indica Errasti (2011), el análisis estático permite tener una noción aproximada de la capacidad, cantidad de estantes o unidades de almacenamiento, necesaria en el almacén. La capacidad del almacén dependerá de los requerimientos de espacio en cada zona de trabajo del almacén, que puede ser obtenido del histórico de movimiento de carga en el almacén. Entre las zonas principales del almacén, podemos mencionar:

- a. *Zona de carga y descarga*: lugar de descarga de la mercancía del medio de transporte empleado.
- b. *Zona de recepción y control*: aquí se realiza la verificación de la mercancía, se comprueba si la guía o el documento de carga contiene la cantidad, peso, tipo de producto u otro adecuado.
- c. *Zona de almacenamiento*: espacio de almacenamiento físico de la carga.
- d. *Zona de preparación de pedidos*: zona donde se extrae la carga de la zona de almacenamiento y se agrupa de acuerdo al pedido solicitado.
- e. *Zona de despacho*: zona final del almacén, donde se da el envío de la mercancía al medio de transporte.
- f. *Zona de oficinas y servicios*: espacio de logística y servicios para los operarios.
- g. *Zonas especializadas*: cámara frigorífica, zona de pallets, zona de mantenimiento, etc.

Para saber si el espacio de almacenamiento actual es suficiente respecto a la demanda, se determinará un ratio de elasticidad r . El cálculo de este ratio se medirá comparando el pico de necesidades o cantidad a almacenar *versus* la cantidad de carga almacenada en promedio.

$$r = \frac{\text{cantidad a almacenar}}{\text{promedio de carga almacenada}}$$

Para determinar la cantidad de carga a almacenar y el promedio de carga almacenada, será necesario utilizar datos históricos de la demanda de carga en el almacén.

Luego de haber calculado el ratio, se procede a analizarlo. Si r resulta elevado, se definirá una estrategia de subcontratación parcial, es decir el alquiler de espacio en un almacén durante periodos cuando el nivel de almacenamiento sobrepase la capacidad del almacén, ver Gráfico 1. Mientras que si r resulta bajo, se dimensionará el 100% del espacio en el almacén actual, ver Gráfico 2.

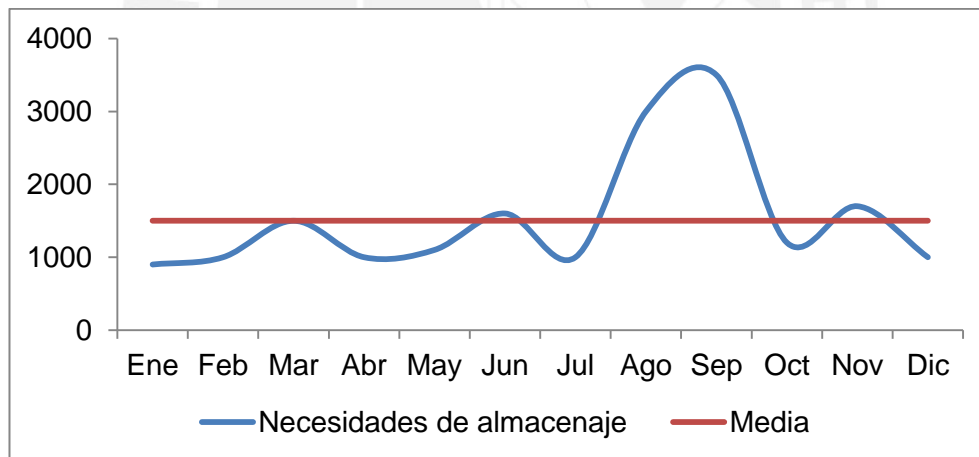


Gráfico 1. Necesidades de almacenaje con alta elasticidad.

Fuente: Adaptado de Errasti (2011)

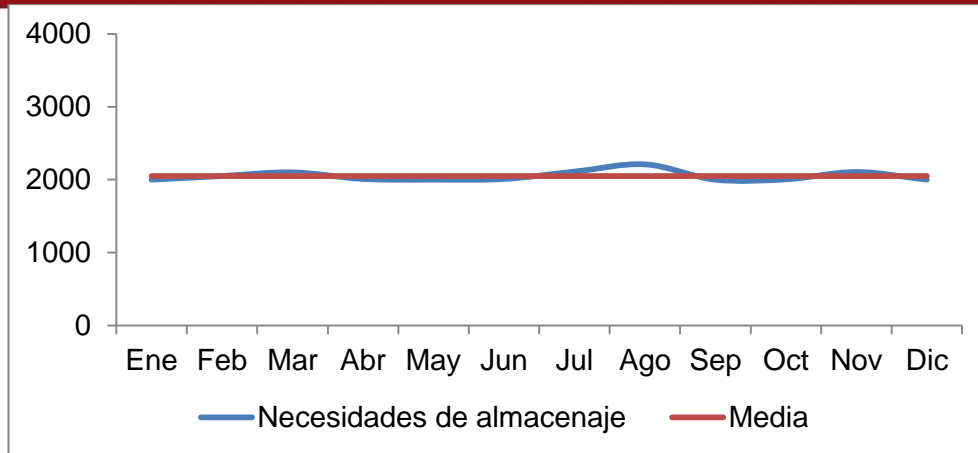


Gráfico 2. Necesidades de almacenaje con baja elasticidad.

Fuente: Adaptado de Errasti (2011)

De acuerdo con Anaya (2008), para determinar los m^2 de almacenamiento o el número de unidades de almacenamiento requerido se usarán los siguientes algoritmos de cálculo:

$$Ma = 0.1 + 2L + h$$

$$Ml = 0.2 + A$$

$$P = \frac{2 \times L^* \times A^* \times n}{Ma \times Ml}$$

Ma y Ml son el ancho y largo, respectivamente, del módulo. A y L son el ancho y largo, respectivamente, del pallet. H es la anchura del pasillo, que estará determinado por el tipo de elevadora a utilizar, y n son los niveles de altura del estante.

Para los cálculos, se ha tomado como referencia un módulo base, mostrado en la Figura 2, que indica el espacio que ocupan dos pallets ubicados uno frente de otro y separados por un pasillo de anchura h. Asimismo, a dicho módulo se han agregado tolerancias de separación dentro de las estanterías para facilitar su manipulación.

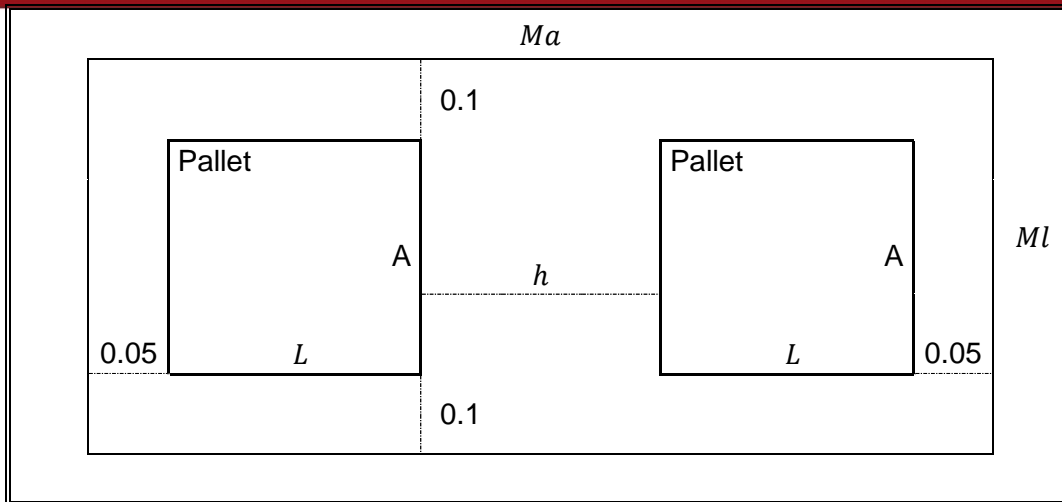


Figura 2. Módulo Base (medidas en metros)

Fuente: Adaptado de Anaya (2008)

De la ecuación (3) se obtiene el número de pallets o unidades de almacenamiento o los m^2 a almacenar. Por un lado, dado un número P de pallets a almacenar, se despeja de la tercera ecuación A^* y L^* , y se determinan los m^2 a almacenar. Es importante agregar a este cálculo un % de reserva de existir un incremento en la demanda actual. Por ejemplo, si $A^* \times L^*$ es $180 m^2$, se debe considerar $(1 + \%) \times 180 m^2$. Por otro lado, dada una área disponible A^* y L^* , se despeja de la tercera ecuación el valor de P y se determina el número de pallets o unidades de almacenamiento a almacenar.

Este mismo cálculo se puede aplicar también si se decide colocar 3 pallets por módulo; esto dependerá de su aplicación en la práctica. Cabe resaltar que el pallet está colocado por el lado más angosto, así se logra ocupar menor área que si éste fuera colocado por el lado más largo. Así también, los cálculos para determinar los m^2 y unidades de almacenamiento se realizan en base a la capacidad máxima del almacén y considerando el crecimiento de ventas. Por último, según Anaya (2008) se recomienda considerar información histórica de la demanda de 7 meses.

1.2.1.2 Análisis dinámico del almacén

Como lo indica Errasti (2011), el análisis estático permite cumplir la función dinámica del almacén, es decir poder satisfacer la demanda en los flujos de ingreso y salida del almacén. Por ejemplo, el flujo de salida del almacén generado por la

preparación de pedidos. Para identificar estos requerimientos en los flujos, se tomarán en cuenta cuatro factores:

- a. *Tipología de pedidos*: este factor está determinado por la demanda del cliente. Hay que destacar que mientras los pedidos tengan muchos tipos de producto, la preparación de los pedidos resultará más compleja. En la Figura 3 se muestran los tipos de pedido identificados en un almacén:

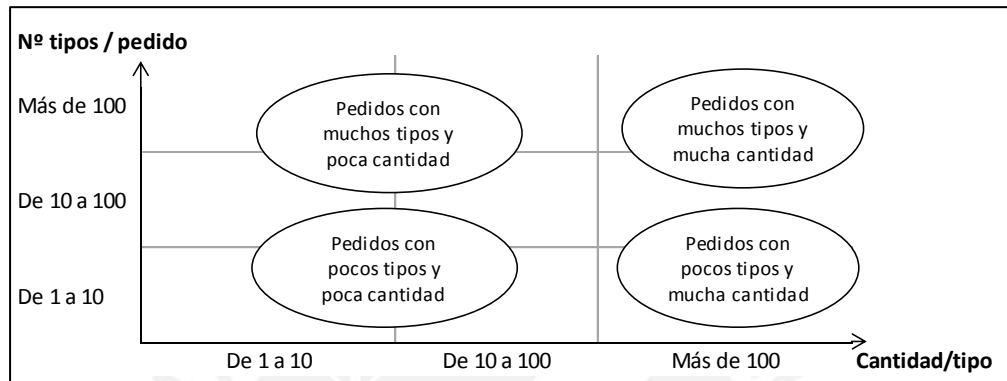


Figura 3. Nº tipos / pedidos vs. Cantidad / tipo.

Fuente: Adaptado de Errasti (2011)

Esta matriz ayuda a identificar el comportamiento de los pedidos, y permite determinar una zonificación del almacén con distintos sistemas de almacenamiento, se explicará posteriormente, y preparación de pedidos dentro de cada zona para poder hacer frente a los distintos tipos de pedido.

- b. *Volumen de picking*: este factor determinará el volumen de las preparaciones. El volumen se puede medir a través de:

- Nº de pedidos o volumen / unidad de tiempo.
- Nº de tipos de pedido / unidad de tiempo.
- Unidades o volumen / unidad de tiempo.

Estas mediciones ayudarán a identificar el tipo de picking a realizarse. La unidad de tiempo podrá ser de un día, un turno o fases de preparación consecutiva de 2 horas, 4 horas o según el picking definido por el cliente.

c. *Característica de los productos*: para disponer las técnicas más adecuadas de diseño y organización de un almacén se realizará un análisis detallado de las características físicas de la carga, así como el comportamiento de su demanda. Dentro de las diferentes características, podemos considerar:

- Características físicas: volumen y peso del producto, estándar de empaquetado, fragilidad y resistencia, fragilidad y resistencia de apilación, identificación física, peligrosidad, y condiciones ambientales requeridas como refrigeración.
- Caducidad y obsolescencia: productos de larga duración, productos perecederos y productos de caducidad fija.

Respecto a sus características de demanda, se puede distinguir por: artículos de alta o baja rotación, artículos estacionales, artículos de alto o bajo coste, prioridades de servicio, etc. Errasti (2007), recomienda realizar una estrategia de pedidos, agrupando los productos que tengan características similares.

d. *Unidades de almacenamiento*: es importante identificar la unidad de almacenaje y la unidad de pedido a utilizar, debido a que ambas pueden ser distintas generando menor productividad. Por ejemplo, se almacena la carga en pallets y se realizan los pedidos por unidades. En otras palabras, la unidad de almacenaje debe ser la misma que la unidad de pedido.

1.2.2 Diseño de Flujos

Como continuación del desarrollo de la primera etapa en el diseño del almacén, determinación de las necesidades del almacén, se realizará un análisis de los flujos del almacén. Según Errasti (2011), el diseño de flujo permite conocer el recorrido que seguirá la carga entre cada zona del almacén.

1.2.2.1 Tipos de flujo

La distribución de las instalaciones dentro de un almacén son muy diversas; sin embargo, existen patrones comunes los cuales pueden ser utilizados para reducir el

transporte interno entre zonas y además, disminuir los costes de manipulación. A continuación, se indican algunos patrones de flujo:

- a. *Flujo en línea*: es un flujo no habitual debido a que no es eficiente en uso de espacio y dificulta la utilización del personal en varios procesos. Ver figura 4.



Figura 4. Flujo en línea.

Fuente: Adaptado de Errasti (2011)

- b. *Flujo en U y T*: permite una distribución flexible, con flujos simples y métodos de almacenamiento adecuados. Flujo en U, ver Figura 5 superior y flujo en T ver Figura 5 inferior.

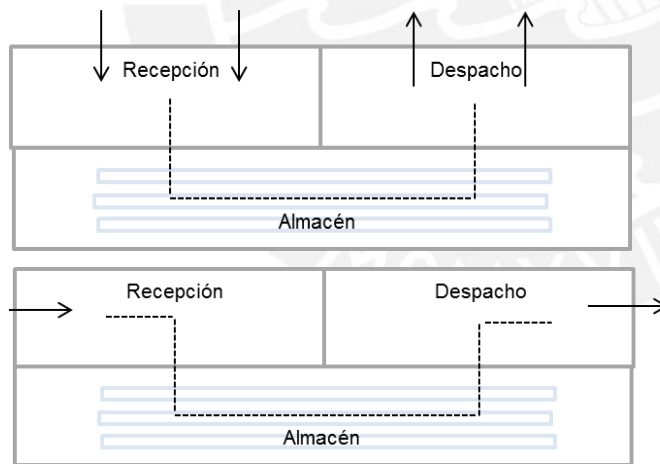


Figura 5. Flujo en U, superior y flujo en T, inferior

Fuente: Adaptado de Errasti (2011)

1.2.2.2 Interacción de flujos en el almacén:

De acuerdo a Meyers (2006), la interacción de los flujos entre las zonas del almacén permite establecer una categoría de cercanías entre áreas, así como

esbozar un diseño macro del almacén. Para identificar el flujo y cercanías entre las zonas, se plantean los siguientes pasos:

Primero, realizar el diagrama de operaciones (DOP) multiproducto, el cual permite asegurar el flujo efectivo del material, ver Figura 6.

	Percibibles	Periódicos	Vacunas
RECEPCIÓN	①	①	①
A	②	②	②
B	③	③	③
C	④		
D			④
E	⑤	⑤	⑤
DESPACHO	⑥	⑥	⑥
	12	15	30

Figura 6. Diagrama de Operaciones Multiproducto.
Elaboración propia.

Segundo, realizar el gráfico de trayectoria, este ayuda a determinar la cantidad, puede ser en costos o tiempos, de movimientos entre cada pareja de operaciones y áreas, ver figura 7.

De \ A	RECEPCIÓN	A	B	C	D	E	DESPACHO
RECEPCIÓN		12					
A				15		30	
B							
C						12+15 27	
D							
E							
DESPACHO							

Figura 7. Gráfica de Trayectorias.
Fuente: Meyers (2006)
Elaboración propia.

Tercero, realizar la Tabla Relacional de Actividades (números), este es un cuadro organizado en diagonal que permite resumir el gráfico de trayectorias definido en el paso anterior, ver Figura 8.

ZONAS						
Recepción						
Inspección						
Almacenes de pallets	1					
Estantería de picking	12		43			
Expediciones		20				
Servicio de empleados		35	45			
Procesamiento de datos						

VALOR	VALOR RELACIÓN
45	A
43	
35	E
20	I
12	O
1	U

Figura 8. Tabla Relacional de Actividades (números)

Fuente: Meyers (2006)

Elaboración propia.

Cuarto, Tabla Relacional de Actividades (Letras): cada valor obtenido del TRA (números) se ordena, se valora con las letras A, E, I, O, U y X. Se considera que A=Absolutamente necesaria, E=Especialmente necesaria, I=Importante, O=Cercanía ordinaria, U=sin importancia y X=Indeseable. Ver Figura 8 y 9.

Recepción						
Inspección	A					
Almacenes de pallets	O	U				
Estantería de picking			E			
Expediciones						
Servicio de empleados				I		
Procesamiento de datos						

Figura 9. Tabla de Relaciones de Actividades (letras)

Fuente: Meyers (2006)

Elaboración propia.

Quinto, esbozar un Layout de Bloques Unitarios, para este paso se hará uso del algoritmo de Francis. Este algoritmo sigue ciertos criterios para poder colocar secuencialmente cada área, los cuales se muestran en el Anexo 1.

Por último, se determina la secuencia de las áreas y se esboza el layout macro del almacén.

1.2.3 Pronósticos en el diseño de almacenes

Por último, para finalizar el desarrollo de la primera etapa en el diseño del almacén, determinación de las necesidades del almacén, se debe determinar la demanda futura del almacén. Según Johnston (2004), el pronóstico es una estimación de las ventas para un periodo de tiempo. A partir de esta información, se tomarán decisiones sobre los m³ necesarios, cantidad de pedidos a procesar, cantidad de equipos, entre otros.

1.2.3.1 Patrones de demanda

La demanda tiene un comportamiento en el tiempo. Un patrón de demanda muestra cómo varía la demanda de acuerdo a un periodo de tiempo. Existen cinco patrones básicos de demanda:

- a. *Horizontal*: la demanda es aproximadamente constante.
- b. *De tendencia*: la demanda crece o decrece.
- c. *Estacional*: la demanda sigue un patrón de incremento o decremento.
- d. *Cíclico*: existe un lapso gradual de incremento o decremento durante un periodo largo.
- e. *Aleatorio*: la demanda tiene variaciones imprevisibles.

En la Figura 10, se muestran cuatro patrones de demanda previamente explicados:

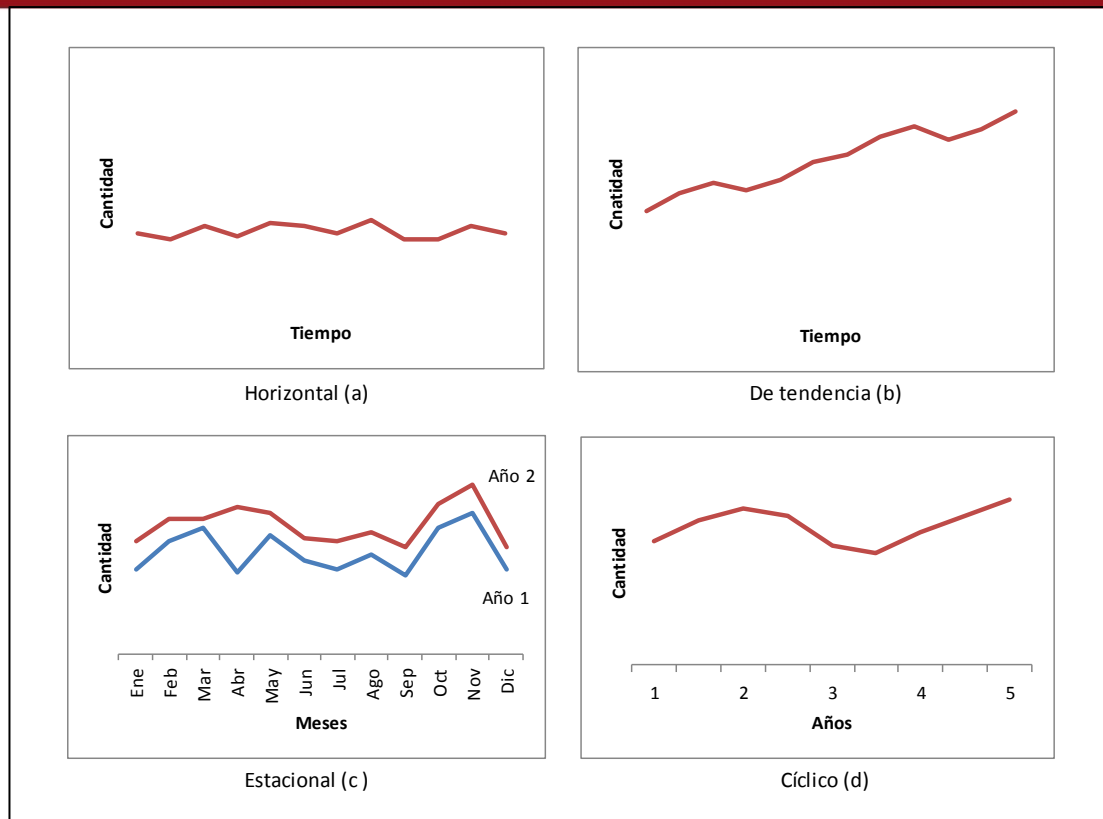


Figura 10. Patrones de demanda

Fuente: Krajewski (2013)

1.2.3.2 Tipos de pronósticos

Según Anaya (2007), los diversos métodos para el pronóstico de la demanda se pueden agrupar en dos tipos:

- Métodos Cualitativos:** basados en experiencia personal y conocimiento del mercado. Comúnmente estos métodos son los más utilizados en las empresas, cuando se habla de ventas. Sin embargo, no es conveniente usar este método para procesos logísticos y de gestión de inventarios pues existiría una lentitud en el proceso para su elaboración y además está sujeta a las percepciones de los expertos. Entre los métodos podemos mencionar:
 - Investigación del comportamiento de compras: sujeto al uso y costumbre del cliente en base a encuestas.
 - Opinión de detallistas y/o vendedores: resume la experiencia y opiniones de ejecutivos y sirve para corregir los pronósticos establecidos.

- Técnicas Delphi: consiste en la resolución de un cuestionario anónimo, por parte de un grupo de expertos. Los resultados son obtenidos por consenso.
- b. *Métodos Cualitativos*: basados en proyecciones matemáticas que parten de datos históricos. Este método es recomendable para las operaciones logísticas y de gestión de inventarios dado el dinamismo que posee al realizar los cálculos y proyecciones. Entre los posibles métodos a utilizar podemos mencionar:
- Métodos de series de tiempos: están basados en ventas históricas, determinado por las tendencias y variaciones estacionales. Estos pronósticos son precisos a corto plazo. Podemos mencionar los siguientes: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, suavización exponencial ajustada a la tendencia, método estacional multiplicativo, y series de tiempo con influencias estacionales y de tendencia.

Este último método será utilizado para determinar la demanda del almacén debido a que considera patrones estacionales y de tendencia, por lo que es de gran utilidad ya que en la mayoría de almacenes existe esta característica. En el Anexo 3 se indica el procedimiento para utilizar este método.

- Métodos causales: se basan en determinar las causas que generan las ventas y poder estimar la variación de dichas causas. Estos métodos utilizan información histórica para poder determinar las relaciones de causa-efecto mediante el uso de modelos estadísticos. La regresión lineal es un método causal, en donde hay una variable dependiente e independiente. La regresión lineal se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$Y = a + bX$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

Con datos históricos se obtienen los valores promedio de \bar{X} e \bar{Y} , calculando así a y b . Denominamos X e Y a la variable independiente y dependiente respectivamente. Asimismo, a es intersección de la recta con el eje Y y b la pendiente de la recta.

1.2.3.2 Comportamiento de los pronósticos

En los pronósticos, la probabilidad absoluta de acierto es nula. Por lo tanto, al realizar un pronóstico se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- a. Modelo matemático aplicado: el modelo a escoger determinará el éxito o fracaso del pronóstico, por tal motivo es de suma importancia utilizar el modelo más adecuado.
- b. Datos históricos empleados: cuanto mayor data histórica se obtenga, mejor será el pronóstico. Esto debido a que se podrá identificar las tendencias de ventas y/o posibles fenómenos estacionales.
- c. Horizonte de la previsión: es refiere al momento futuro del que se está haciendo el pronóstico. Por ejemplo, realizar un pronóstico para un horizonte de 30 días o de 12 meses. Lo que se debe saber es que a mayor horizonte de pronóstico, mayor será el margen de error obtenido.
- d. Niveles de agregación de los datos históricos: se entiende como los distintos datos históricos que se toman para realizar el pronóstico. De esta manera se pueden considerar varios niveles de agregación. Por ejemplo, como nivel de agregación máximo se tiene las ventas por mes; como nivel inferior de agregación se tiene las ventas por semana; y por nivel más bajo de agregación se tiene las ventas por días u horas. Hay mayor confianza del pronóstico se tiene un nivel de agregación más alto.

En resumen, un pronóstico busca lograr un margen de confianza para un determinado horizonte de planeamiento, basándose en datos históricos de la demanda con un cierto nivel de agregación, adaptado Anaya (2007)

Para determinar la fiabilidad del pronóstico, se puede proyectar los datos históricos sobre el último año conocido y compararlo, obteniendo así un grado de cumplimiento aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Pronóstico} - \text{Realidad}}{\text{Realidad}} \times 100\%$$

1.2.4 Sistemas de almacenamiento y equipos de manutención

Luego de concluir la etapa de determinación de las necesidades del almacén, se debe iniciar con el diseño físico y operativo del almacén. Para ello, se distribuirá los espacios de almacenamiento, estantes y pasillos. Asimismo se determinará los equipos de manutención requeridos.

1.2.4.1 Sistemas de almacenamiento:

Para la distribución de estantes, podemos mencionar los siguientes sistemas de almacenamiento de pallets:

- a. *En Bloque*: no requiere estantería ya que la carga se apila una sobre otra.
- b. *Con estanterías convencionales*: son los más usados en almacenes, el orden utilizado es de estantes-pasillos-estantes. El ancho del pasillo está determinado por los elementos de manutención a emplear.
- c. *Con estanterías compactas*: es utilizado para productos no apilables y de gran cantidad.
- d. *Con estanterías dinámicas*: posee una estructura similar a la estantería anterior, pero con la diferencia que los pallets pueden desplazarse mediante rodillos en los estantes permitiendo cumplir la norma FIFO.
- e. *Con estanterías push-back*: son estanterías que permiten colocar varios pallets en la misma posición, permite cumplir la norma LIFO.
- f. *Con estanterías móviles*: son estantes motorizados que permite almacenar gran cantidad de artículos. Se usa preferentemente para cargas que tienen pocas salidas del almacén.

Para determinar la mejor alternativa, en la Tabla 2 se compara cada sistema mediante seis criterios de evaluación: costo por ubicación, eficiencia productiva del sistema, densidad de almacenamiento, accesibilidad de la carga, viabilidad de uso

FIFO y flexibilidad. Se asignará la letra A, a aquel sistema que tenga las mejores características, mientras que se asignará D al que no cumpla con las características.

Tabla 2. Criterios de evaluación. A es el mejor y D es el peor.

	Bloque	Convencional	Compacta	Dinámica	Push-back	Móviles
Coste por ubicación	0	30	45	180	140	220
Eficiencia productiva	B	A	C	A	B	D
Densidad de almacenamiento	B	C	B	A	B	A
Acceso a carga	D	A	D	B	B	D
Mantenimiento FIFO	C	B	C	A	B	C
Flexibilidad	A	A	C	C	C	D

Fuente: Errasti (2011)

1.2.4.2 Equipos de manutención

Son elementos utilizados en el almacén, cada uno tiene sus propias características las cuales varían de acuerdo al tipo de trabajo a realizar. En la Tabla 3 se compara los once equipos de manutención. Cada uno con una valoración de acuerdo a sus características; la letra A representa calificativo de muy bien, es decir este equipo cumple muy bien con la característica indicada; y D representa mal, es decir este equipo no cumple con la característica indicada.

Tabla 3. Comparación de equipo de manutención. A es muy bien y D es mal.

	Interior	Exterior	Carga-Descarga	Manipulación	Apilado
Transpalé eléctrico	A	C	C	B	D
Transpalé eléctrico	A	C	B	B	D
Transpalé eléctrico con conductor sentado	A	C	B	A	D
Carretillas contrapesadas	A	A	A	A	A
Carretilla de grandes cargas	A	A	A	A	B
Apilador	A	B	B	B	B
Apilador de conductor montado	A	B	B	A	B
Apilador retráctil	A	B	B	A	A
Carretilla recogepedidos	A	D	B	C	D
Carretillas trilaterales	A	D	C	C	D
Carretillas combi	A	D	B	C	D

Fuente: Errasti (2011)

Características principales de equipos de manutención:

- a. *Interior*: útil para el transporte en el interior de los almacenes.
- b. *Exterior*: útil para el transporte en el exterior de los almacenes.
- c. *Carga-descarga*: permite un flujo horizontal y vertical.
- d. *Manipulación*: permite transportar y/o sujetar la carga, tiene gran capacidad de movimientos.
- e. *Apilado*: permite trabajar en espacios reducidos y con gran cantidad de cargas.

1.2.4.3 Cálculo de medios requeridos:

Luego de elegir los medios para el almacenamiento y manutención, se procede a determinar el número de operarios como máquinas necesarias en el almacén. A continuación, los pasos a seguir son:

- a. *Determinar ciclo operativo (T_c):* tiempo utilizado en realizar una operación secuencial. Para determinar el tiempo estándar de un proceso, frecuentemente se realiza un estudio de tiempos o estándares de ejecución. En el anexo 2 se indican los pasos a seguir para determinar el tiempo estándar de un proceso.
- b. *Determinar flujo de productos (F):* partiendo del diseño de flujos, se determinará cuantitativamente el flujo de productos movidos (pallets, bultos, cajas, etc.)
- c. *Determinar cantidad de recursos (R):* para determinar la cantidad de operarios y máquinas se utilizarán, se utilizará la siguiente fórmula:

$$R = \frac{F \times T_c}{T_d}$$

Denominando T_d al tiempo disponible en efectuar el proceso. Por ejemplo: siete horas al día.

1.3 Organización del almacén

Una organización eficiente tiene como objetivo maximizar la utilización del espacio disponible, m^3 , y minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno. Para realizar la organización del almacén es necesario hacer referencia a cuatro conceptos: procesos del almacén, métodos de zonificación y codificación de áreas de almacenaje, sistemas de ubicación y localización de productos, y principio de popularidad.

1.3.1 Procesos del almacén

A continuación, se describirá el proceso de recepción de productos al almacén, así como el proceso de preparación de pedidos.

1.3.1.1 Recepción de producto

La recepción del producto es clave para la continuación de los procesos posteriores de ubicación, almacenamiento, preparación de pedidos y expedición.

Los principios de recepción pretenden simplificar el flujo de materiales, minimizando el contenido de trabajo, errores o tiempo innecesario. Según Frazelle (2007), las mejores prácticas en recepción son:

- a. *Envío directo*: para ciertos materiales es posible evitar los procesos de recepción, ubicación, almacenamiento, preparación y embarque. Estos tipos de envío se utilizan para una carga difícil de manipular o pedidos que soporten el coste logístico.
- b. *Cross-docking*: es un tipo de preparación de pedidos que no necesita de inventario o recolección. La carga ingresa y de forma inmediata es enviada a la zona de preparación. Se puede mencionar dos tipos de *cross-docking*:
 - *Cross-docking* puro o por pedido, se caracteriza porque el pedido está acondicionado en un único pallet o bulto. No necesita almacenamiento ni preparación.
 - *Cross-docking* por artículo, el cliente envía los artículos sin una clasificación previa por lo que es necesario preparar el pedido en el almacén. No necesita almacenamiento.

Para que los sistemas *cross-docking* sean sostenibles, los productos deben tener alta rotación con regularidad de demanda (por ejemplo diaria), o para productos de baja rotación pero que permitan eliminar el stock del almacén y garantizar la frecuencia del servicio.

- c. *Programación de la recepción*: conforme aumente el flujo del almacén, se puede generar una falta de capacidad en las zonas de recepción y despacho. Por tal motivo es importante la planificación de la recepción y la programación del ingreso de productos, lo cual permitirá aumentar el flujo, programar equipos, y gestionar los recursos máquina y hombre para tal labor.

- d. *Pre-recepción*: el ingreso del producto conlleva también a labores administrativas (documentales y de pago) que consumen tiempo tanto para el proceso como para el cliente.
- e. *Acondicionamiento*: La carga recibida se puede acondicionar en la recepción, por ejemplo el embalaje, logrando mayor eficacia y eficiencia en los siguientes procesos.

1.3.1.2 Preparación de pedido o picking

Zona dentro del área de almacenaje usada para recoger la mercancía requerida para un determinado pedido. En general, para realizar la operación de pedido, el operario debe dirigirse a los estantes, reconocer la carga, extraer la cantidad requerida de carga, trasladarse al siguiente punto de recojo de carga, transportar las cargas a la zona de preparación de pedidos, descargar la carga y regresar con el equipo para realizar otro pedido.

Según Anaya (2008) menciona que en términos de promedio, el coste de las manipulaciones representan un 65% del coste de las operaciones en el almacén, por lo cual es posible obtener grandes ahorros racionalizando los ciclos operativos de un proceso de pedidos.

A continuación, se mencionarán las técnicas de picking empleadas:

- a. *Picking discrecional*: se realiza de forma inmediata, el cliente solicita el pedido y el operario la entrega en el momento.
- b. *Picking programado*: es el más común, el área comercial se programa los pedidos periódicamente (diario, tres veces al día, etc.) y posteriormente, se realiza la preparación de pedido, ya sea individualmente o por grupos utilizando una hoja de picking. Ésta última es un formulario estructurado el cual permite al operario identificar la ubicación de la carga, evitando viajes repetitivos y ahorrando tiempo.
- c. *Picking "in situ"*: el operario debe dirigirse hacia la mercadería, éste puede realizarse a bajo nivel o alto nivel. El primero significa que la mercadería se recoge en estantes desde el nivel del suelo, lo cual significa que es puramente

manual. Por otro lado, el segundo se utiliza máquinas, carretillas elevadoras, para acceder manualmente a cualquier altura del almacén. Aquí como en la técnica anterior se utiliza una hoja o lista de picking.

- d. *Estaciones de picking*: la mercadería va hacia el operario mediante un proceso mecánico, carruseles o anaqueles movidizos. Estas máquinas son costosas pero permiten rapidez y productividad en el proceso.
- e. *Picking asistido por computadora*: llamado sistema CAPS, este sistema está dotado con un display que se ilumina automáticamente, indicando al operario las posiciones donde está ubicada la carga.
- f. *Sistemas basados en radio-control*: sistema computarizado que optimiza la secuencia y rutas operativas del almacén.

1.3.2 Métodos de zonificación y codificación

Los métodos de zonificación y codificación permiten identificar y localizar un espacio dentro del almacén. Los métodos de zonificación están basados en un conjunto de criterios prácticos, de los cuales se destacan los siguientes:

- a. *Por tipo de almacenaje*: se agrupan los productos por el tipo de almacenaje que necesiten como en estanterías, en bloque, en cajas o contenedores.
- b. *Por la naturaleza de los productos*: se agrupan por su naturaleza, es decir pueden ser refrigerados, utilicen cámaras frigoríficas, artículos peligrosos, etc.
- c. *Por familia de productos*: se agrupan por la similitud de los productos los cuales requieren de ciertos cumplimientos legales como productos de farmacia, alimentación humana, etc.
- d. *Por complementariedad*: se agrupan por productos complementarios, por ejemplo pintura y accesorios para pintar.

Cada zona del almacén le corresponde una cantidad de ubicaciones, las cuales deben estar identificadas con un código que permitirá la identificación de los espacios. Los métodos de codificación comúnmente usados en los almacenes es el alfa-número. Por ejemplo, la numeración de la estantería sería:

- Pasillo: 01, 02, 03
- Profundidad: 1,2,3,4
- Piso: 1,2,3

1.3.2.1 Sistema de codificación de estanterías

Cuando se utiliza una estructura de estanterías; es decir, se hace uso de equipos de mantenimiento, y se realizan recorridos de ida y vuelta por el pasillo, se dispone de un sistema de ubicación lineal. Este sistema consiste en:

- Primero, a cada estantería se le asigna un número correlativo, es decir los números tienen relación, indicando la profundidad. Este empieza siempre en la cabecera de su recorrido. Ver Figura 11.
- Segundo, la identificación del nivel se realiza mediante número correlativos, iniciando la numeración en el primer nivel.

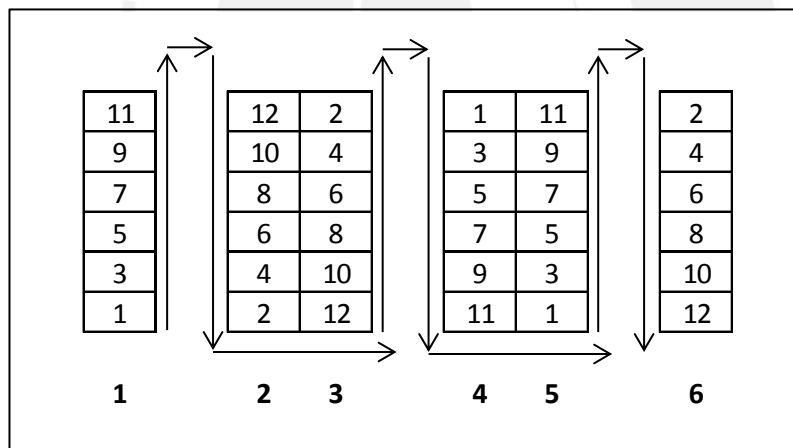


Figura 11. Numeración por estantería

Fuente: Anaya (2008)

1.3.2.2 Sistema de codificación de pasillos

Este sistema consiste en asignar un número correlativo, de tal manera que el pasillo se puede recorrer en un solo sentido. La profundidad de cada estantería se enumera en sentido ascendente de la circulación, teniendo en cuenta que los números pares se sitúan a la derecha y los impares a la izquierda, empezando la

numeración en el pasillo siguiente en el extremo y con la misma lógica, ver Figura 12.

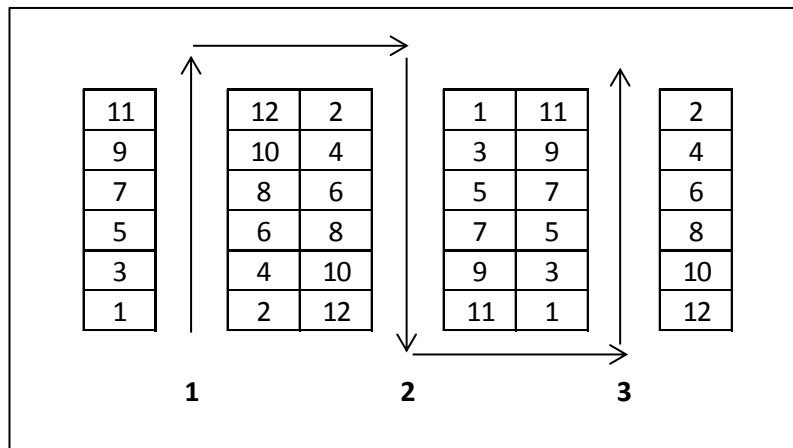


Figura 12. Numeración por pasillo

Fuente: Anaya (2008)

En general, para cualquier almacén, las estanterías están determinadas por cuatro coordenadas: zona del almacén, estantería o pasillo, profundidad y nivel o altura del estante.

1.3.3 Sistemas de ubicación y localización de productos

Los sistemas de ubicación sugieren la posibilidad de reservar un espacio para cada artículo que haya que almacenar o utilizar algún espacio disponible.

Los productos se pueden ubicar el almacén de dos formas:

- a. *Sistemas de posición fija*: los productos ocupan un espacio fijo en el almacén y este espacio es sólo estará reservado siempre para ese producto. Permite una fácil identificación; sin embargo, requiere un amplio espacio y falta de flexibilidad.
- b. *Sistemas de posición aleatoria*: los productos se colocan en cualquier parte del almacén, pudiendo cambiar su posición en función a la disponibilidad que exista en ese momento. Permite un alto rendimiento del almacén, siempre y cuando se use una ruta óptima, y mayor flexibilidad.

1.3.4 Principio de popularidad

De acuerdo con Anaya (2008), este principio busca colocar en un lugar asequible y próximo aquellos artículos de mayor actividad o mayor volumen de manipulación, independientemente del valor de su venta. Para identificar los artículos “populares”, es decir con mayor movimiento en el almacén, se utilizará el análisis ABC. Este valora cada producto en función de la demanda anual en unidades, multiplicado por la frecuencia de picking o cantidad de veces que se solicita. A continuación, se indican los pasos para el análisis:

- Primero, se calcula la actividad de cada artículo: se multiplica la demanda anual por la cantidad de veces que se pide el producto.
- Segundo, se ordenan los productos de mayor a menor actividad.
- Tercero, se calcula el porcentaje que representa cada artículo sobre el total.
- Por último, se acumulan los porcentajes hasta 100 %

Luego de obtener el porcentaje acumulado, se puede clasificar los productos en tres grupos:

- Artículos de actividad alto (A) : el primer 20% de los artículos.
- Artículos de actividad media (B) : los siguientes 20% de los artículos.
- Artículos de baja actividad (C): el resto de los productos.

De acuerdo al análisis anterior, se le asignará una ubicación cercana a la zona de picking a aquellos artículos más populares (A), mientras que los artículos menos populares (C) se ubicarán en zonas más distantes. Para facilitar la ubicación de popularidad en el almacén, se puede dividir el almacén en dos áreas:

- a. *Almacén general*, que alberga la mayoría de productos.
- b. *Áreas de picking*, que contiene una cantidad fija de productos los cuales se atenderán en un periodo corto de tiempo.

Por último, se hará uso de herramientas para el control de calidad en el almacén recomendado por Errasti (2011). Estas herramientas permitirán realizar el análisis y diagnóstico sobre la situación del almacén. En la Figura 13, se indican las herramientas de calidad:

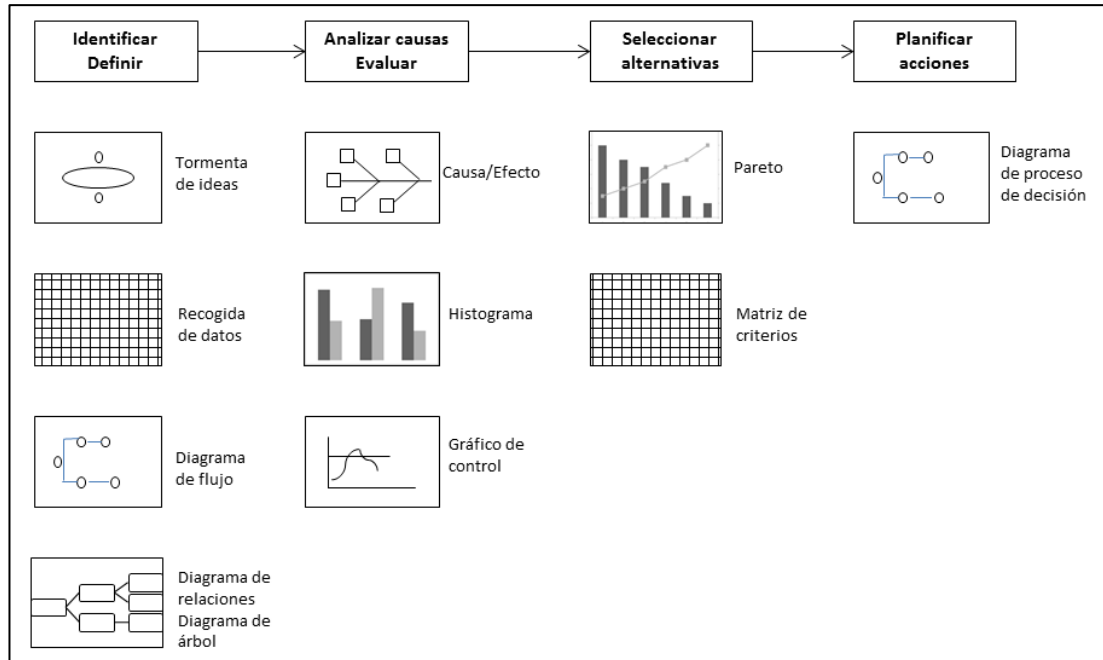


Figura 13. Herramientas de calidad utilizadas en distintas fases de la mejora.

Fuente: Errasti (2011)

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO

El objetivo principal de este capítulo es describir y, analizar el diseño y organización actual del almacén de carga aérea doméstica del proveedor de servicios aeroportuarios. Cabe mencionar que la empresa ofrece servicios para carga de importación, exportación y carga doméstica; sin embargo, para el estudio del caso sólo nos enfocaremos en los servicios ofrecidos para carga doméstica.

En el primer subcapítulo, se describirá la estructura organizacional y los procesos de carga que ofrece la empresa. En el segundo subcapítulo, se analizará el mercado de carga aérea doméstica, se describirá el avance del mercado en los últimos 5 años, se conocerán las provincias más importantes de embarque y desembarque de carga, y mencionaremos las principales líneas aéreas que movilizan carga. Asimismo, se analizará el diseño actual del almacén de carga aérea doméstica, describiendo la capacidad del almacén, los flujos y características de los productos, y los sistemas de almacenamiento y manutención empleados. Por otro lado, se analizará la organización del almacén enfocándonos a las zonas de recepción, preparación de vuelos, y los métodos de zonificación y codificación empleados. Por último, cada análisis concluirá con un diagnóstico de la situación actual lo cual permitirá proponer mejoras en el siguiente capítulo.

2.1. Antecedentes de la empresa

La empresa brinda diversos servicios aeroportuarios en 15 principales aeropuertos del país. Atiende aproximadamente 90 mil vuelos y moviliza 166 mil toneladas de carga aérea al año, tanto en el negocio de transporte aéreo doméstico como internacional.

El almacén de carga doméstica de la línea aérea donde la empresa brinda los servicios de almacenamiento y manejo de carga, labora las 24 horas del día, los 365 días del año. Los destinos de desembarque de carga son Arequipa, Cajamarca, Chiclayo, Cusco, Juliaca, Iquitos, Piura, Pucallpa, Puerto Maldonado, Tacna, Tarapoto, Trujillo y Tumbes; en donde la empresa también ofrece los servicios de almacenamiento y manejo de carga. Cada año, aproximadamente de Lima a

provincias se envían 12 000 toneladas de carga y de provincias a Lima se envían 3500 toneladas de carga. Diariamente, el almacén de Lima recibe aproximadamente 30 toneladas de carga para ser transportadas a provincias.

2.1.1. Estructura Organizacional del proveedor de servicios aeroportuarios

La empresa cuenta con 77 operarios y 3 administrativos en el almacén de carga aérea doméstica de Lima, y 56 operarios y 3 administrativos en los almacenes de carga aérea en provincias. En la Figura 14 se muestra el organigrama del almacén de carga doméstica de la empresa:

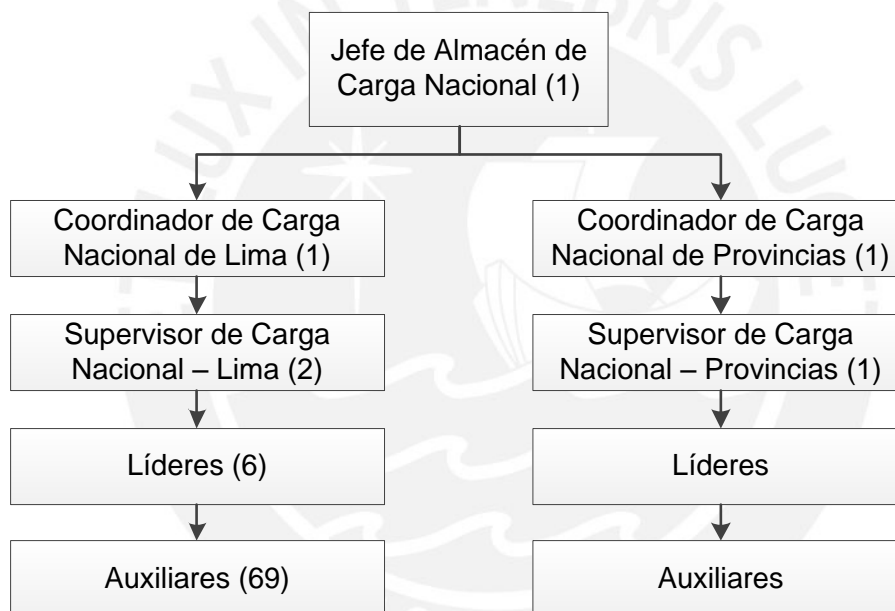


Figura 14. Organigrama del almacén de carga aérea doméstica

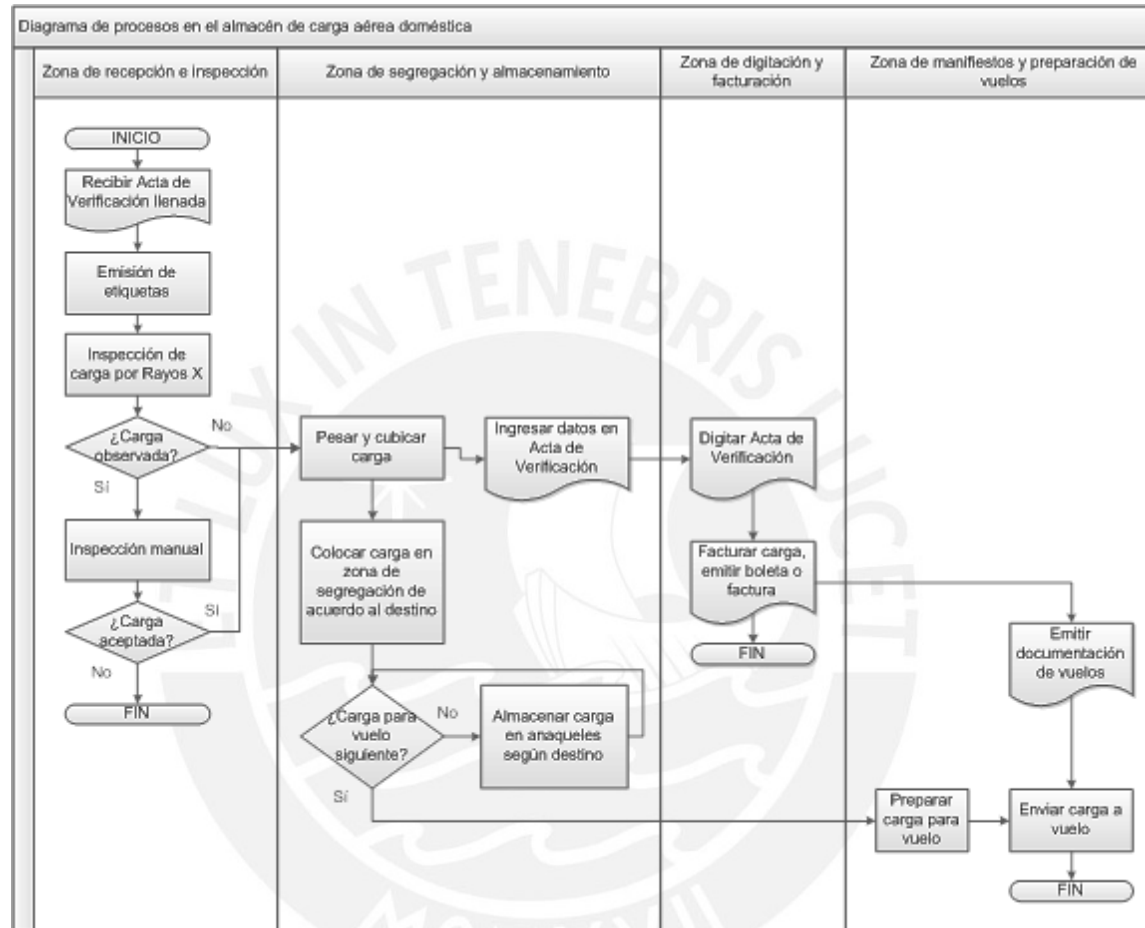
Elaboración propia.

- Jefe de Carga Nacional*: organiza, coordina y dirige las actividades del almacén de Lima y Provincias.
- Coordinador de Carga Nacional*, encargado de planificar y programar los procesos operacionales del almacén y los horarios del personal. Asimismo, toma decisiones de cambio de personal, contratación y otros en base a los controles que realiza el supervisor.

- c. *Supervisor de Carga Nacional*, encargado de supervisar el cumplimiento de los procesos operacionales en el almacén asignado (Lima o provincias). Asimismo, realizar seguimiento al control de asistencias de los líderes y auxiliares.
- d. *Líderes*, responsables de dirigir y hacer que los auxiliares cumplan los procesos. Existen dos tipos de líderes, de recepción y de preparación de vuelos.
- e. *Auxiliares*, encargados de realizar las operaciones en general en todo el almacén. Cada auxiliar tiene funciones variadas dependiendo la zona del almacén donde se desempeñe. Por ejemplo: auxiliar de preparación de vuelo, auxiliar de digitación, auxiliar físico, auxiliar de manifiestos, etc.

2.1.2. Principales procesos de carga del proveedor de servicios aeroportuarios

Los principales procesos del almacén son la recepción e inspección de la carga, segregación y almacenaje de la carga, digitación y facturación de documentos, y despacho de vuelos. Estos principales procesos tienen dos variables fundamentales, el movimiento de la carga y el movimiento de los documentos. Para la comprensión del proceso, en el Gráfico 3 se muestra el diagrama de procesos en el almacén de carga aérea doméstica. Asimismo, para identificar gráficamente las zonas del almacén en donde se realizan los procesos, en el siguiente subcapítulo de análisis y diagnóstico del diseño (2.2.1) se mostrará una figura de las zonas del almacén.



32

Gráfico 3. Diagrama de procesos

Elaboración propia

A continuación, se describirán los principales procesos realizados en cada zona del almacén:

2.1.2.1. Proceso de recepción e inspección:

El proceso inicia cuando el cliente llega a las instalaciones del almacén y solicita el Acta de Verificación en uno de los módulos de emisión de etiquetas. El Acta de Verificación es un documento de carácter obligatorio en el que se indica el nombre del remitente, consignatario, cantidad de bultos, tipo de producto, destino, fecha de emisión, firma y las principales características de la mercadería que se va a embarcar. La cantidad de Actas de Verificación dependerá de la cantidad de guías aéreas que se deseen y los destinos en donde se requiera embarcar. El auxiliar de etiquetado emite cierta cantidad de etiquetas, proporcional a la cantidad de bultos a embarcar. Luego, el cliente etiqueta la carga y la ingresa por máquina de Rayos X en donde personal de seguridad inspecciona la carga con el fin de evitar que contenga alguna mercancía ilícita o peligrosa. Si la carga es observada, se lleva hacia un área de inspección donde se realiza la apertura de la carga, en presencia del cliente, y se inspecciona de manera manual. Si la carga no es aceptada por el personal de seguridad, el cliente deberá retirar su carga; caso contrario, la carga regresará a la línea del proceso.

2.1.2.2. Proceso de segregación y almacenamiento:

Luego de la inspección, la carga se coloca en pallets de madera por un auxiliar de pesado, quien pesa, mide e ingresa los datos en al Acta de Verificación de manera manual. Es decir, si el acta tiene diez bultos entonces todos son colocados en un pallet, se pesan, se miden y se ingresa de forma manual los kilos y dimensiones como si los diez bultos fueran uno sólo. La carga unitarizada en pallets es retirada por otro auxiliar, encargado de distribuir la carga en el área de segregación según el lugar de destino. Y las Actas son colocadas en una bandeja. Por otro lado, un auxiliar responsable de ubicar la carga en el almacén lleva la carga hacia la zona de preparación de vuelos si ésta debe salir en el siguiente vuelo. Caso contrario, lleva la carga hacia los anaqueles según el destino o tipo de producto.

2.1.2.3. Proceso de digitación y facturación:

El proceso inicia con la recepción de las Actas de Verificación en bandejas, que son digitadas en el sistema por un auxiliar de digitación. Dado que un cliente puede emitir varias Actas de Verificación, el auxiliar de digitación procederá a llamarlo al siguiente proceso sólo cuando haya finalizado de digitar la información de todas las Actas. El siguiente proceso es de facturación, aquí el cliente deberá abonar el costo de cada guía aérea y dependiendo el tipo de pago de emitirá una boleta o factura.

2.1.2.4. Proceso de Manifiesto y Preparación de vuelos:

En este proceso se asigna un auxiliar físico para preparar un vuelo por cada destino. La carga se coloca de forma manual en pallets de metal para lograr la unidad. Cada vuelo tiene un número de guías asignadas, por lo que sólo debe colocar al vuelo las guías solicitadas. Cuando la carga está preparada, el auxiliar físico emite un Manifiesto de carga. El Manifiesto de carga es un documento de carácter obligatorio que indica las guías aéreas, cantidad de bultos y cantidad de kilos de la carga. Por último, el auxiliares de manifiestos digita la información en el sistema, para que el cliente pueda ver el estado de su guía aérea; prepara y envía por correo la documentación para que el coordinador del vuelo pueda planificar la estiba de la carga en el avión; e imprime la documentación para que la carga pueda salir del almacén. Cabe mencionar que sólo puede transportarse aquella guía aérea que haya sido pagada.

2.2. Análisis y diagnóstico del mercado de carga aérea doméstica

2.2.1. Mercado de carga aérea doméstica

El mercado de carga aérea doméstica ha crecido en 26% del 2009 al 2013, debido al efecto del crecimiento de la economía del país y la inversión privada. En el Gráfico 4 se observa el crecimiento en millones de Kg a lo largo de los últimos 5 años. Por otro lado, se puede observar que del año 2012 al año 2013 hubo una contracción del mercado del 4.33%, como consecuencia de la ligera desaceleración en la economía del país.

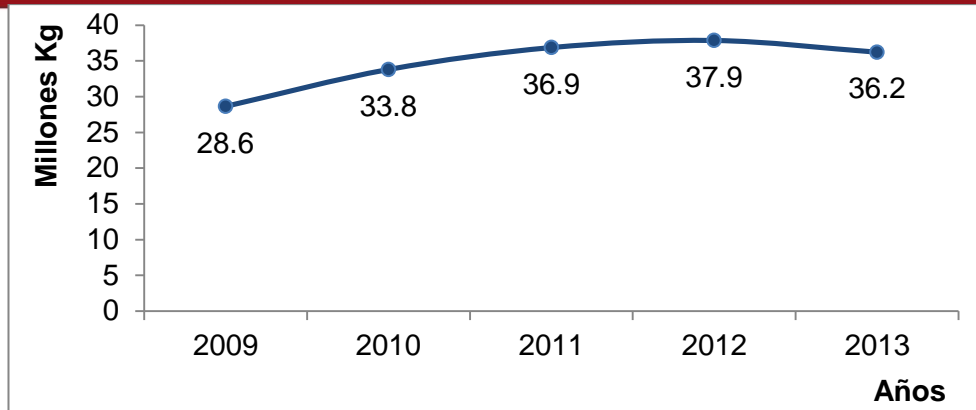


Gráfico 4. Tráfico Mensual de Carga (Kg) a Nivel Nacional

Fuente: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Elaboración propia

En el ámbito geográfico, en el Perú existen aproximadamente 42 aeropuertos y aeródromos que envían y reciben carga. El aeropuerto con mayor carga de embarque es la ciudad de Lima con un 68.51% de participación de mercado en el año 2013. Mientras que, el aeropuerto con mayor carga de desembarque se centra en la ciudad de Iquitos con 23.44% de participación de mercado en el año 2013; seguida de Lima con 20.50%. En el anexo 4, se muestra el detalle de los aeropuertos y aeródromos con mayor embarque y desembarque a nivel nacional.

2.2.2. Market Share

El mercado aéreo de carga doméstica está liderada por 5 importantes líneas aéreas: LAN CARGO, ATSA, PERUVIAN AIR LINE, STAR UP y TACA - PERU con una participación en el mercado de 51.96%, 18.52%, 10.47%, 9.84% y 3.42% respectivamente. Cabe resaltar que el estudio del caso se centra en los servicios prestados a la carga de una de estas línea aéreas. En el transcurso del año 2014, las aerolíneas TACA - PERU y PERUVIAN AIR LINE han aperturado nuevas rutas de destino nacional, generando mayor competencia respecto a la tarifa y el servicio brindado tanto en el negocio doméstico de pasajeros como en negocio doméstico de carga. En la figura 15 se puede observar la tendencia de crecimiento y pérdida de mercado de las líneas aéreas desde enero del 2013 a junio del 2014.

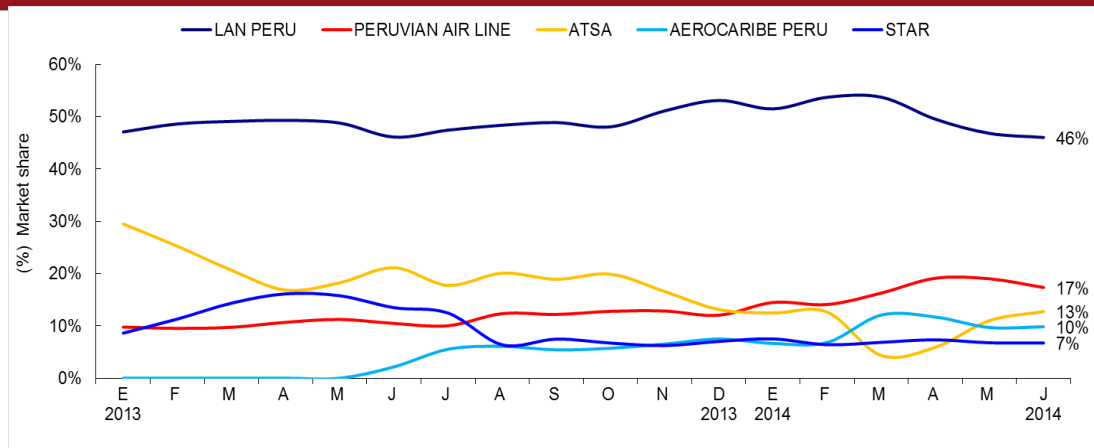


Figura 15. Market Share de Carga a Nivel Nacional

Fuente: Línea aérea. Información confidencial

2.2.3. Satisfacción del cliente

Anualmente la línea aérea para la cual la empresa ofrece los servicios a la carga realiza una encuesta de satisfacción al cliente. La encuesta está orientada a tres tipos de clientes: cuentas clave, cuentas medianas y cuentas pequeñas, quienes representan el 64%, 16% y 19% de los ingresos a la compañía; el 1% lo representa las personas naturales. En el año 2013, la encuesta de satisfacción tuvo una aceptación en general del servicio de carga doméstica del 33%. En el Gráfico 5 (superior) se observa que el nivel de mayor insatisfacción se centró en el proceso general al manejo de la carga con un nivel de satisfacción neta del -21%. En el detalle del Gráfico 5 (inferior) se observa que la mayor insatisfacción se centró en la pregunta referente a, el proceso de recepción se realiza rápidamente en las bodegas con un -24% de satisfacción neta, seguida del proceso general al manejo de la carga. Cabe mencionar que esta encuesta está enfocada al almacén de Lima.

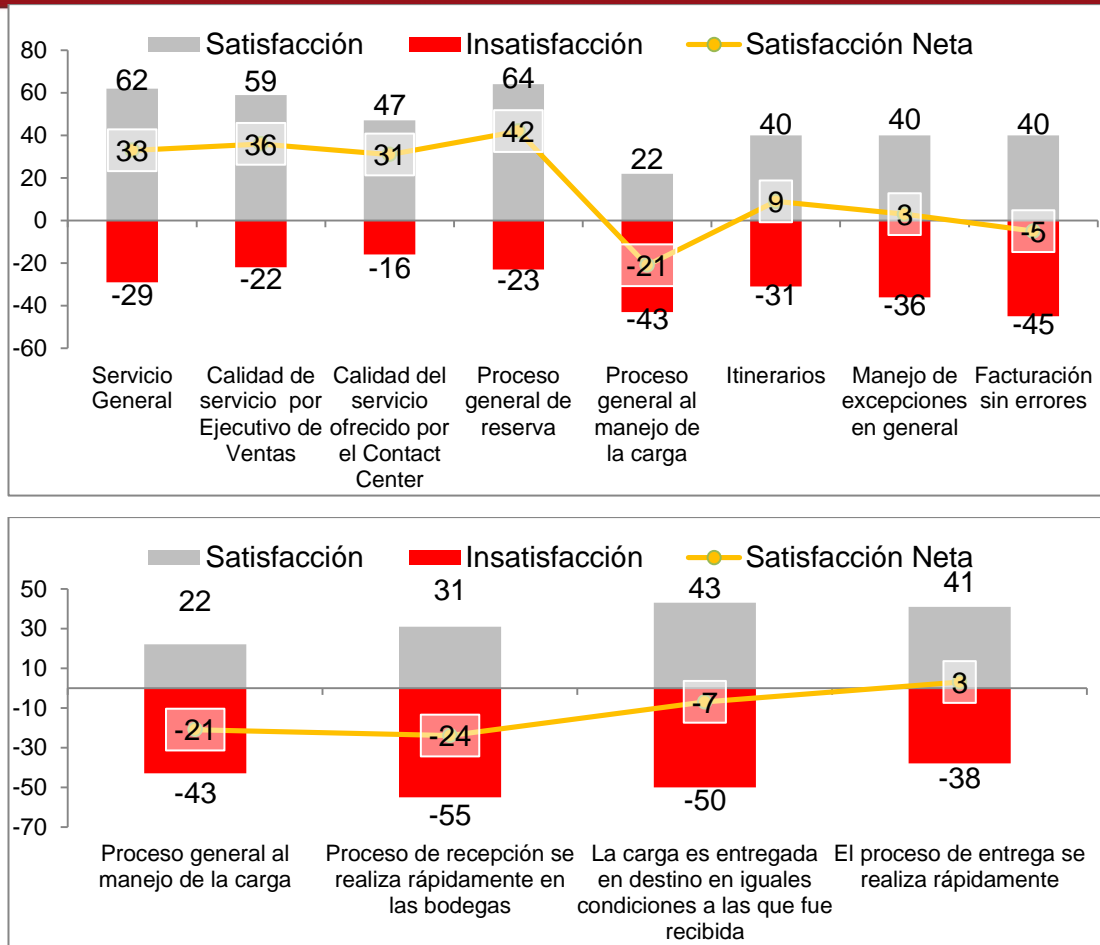


Gráfico 5. Encuesta de satisfacción al cliente 2013

Fuente: Línea aérea. Información confidencial

➤ Diagnóstico del mercado de carga aéreas doméstica:

Se ha identificado que el aeropuerto de mayor importancia en el país es Lima, debido a la participación que tiene tanto para carga de embarque (68.51%) como desembarque (20.50%). Asimismo, se han identificado dos variables críticas en el análisis de mercado: el desplazamiento de participación de mercado por parte de las líneas aéreas y el nivel de insatisfacción de los clientes respecto al servicio ofrecido. De este último, el estudio del caso estará enfocado en la mejora de servicio orientado a la rapidez en el proceso de recepción en las bodegas y el cuidado de la carga a lo largo del proceso en el almacén de Lima, debido a que estos puntos son los que tienen menor satisfacción de los clientes según la encuesta; -24 y -21 de satisfacción neta, respectivamente.

2.3. Análisis y diagnóstico del diseño del almacén de carga aérea doméstica

2.3.1. Análisis estático del almacén

La capacidad del almacén depende de la suma de espacios de cada área de trabajo dentro del almacén. En la Tabla 4 se muestran las dimensiones de las principales áreas del almacén:

Tabla 4. Dimensiones de las principales áreas del almacén

Área	Descripción	m ²
<i>PRIMER NIVEL</i>		
Área 1	Etiquetas	8
Área 2	Acondicionamiento de carga	28
Área 3	Recepción de salidas	48
Área 4	Recepción e inspección de seguridad	40
Área 5	Pesado y medición	16
Área 6	Digitación	15
Área 7	Segregación	74
Área 8	Anaqueles de salida y llegada	114
Área 9	Despacho / documental	12
Área 10	Despacho de vuelos	296
Área 11	Inspección manual / Puerta	8
Área 12	Cámara de refrigeración	8
	Pasillos	758
Total		1425
<i>SEGUNDO NIVEL</i>		
Área 13	Counter de línea aérea	11
Área 14	Facturación	45
Área 15	Manifiesto / Documental	7
Área 16	Administrativo	45
Área 17	Recepción de llegadas	40
Área 18	Vestuario / SS.HH.	24
	Pasillos	76
Total		248

Elaboración Propia

En la Figura 16 se muestra el plano de las zonas y espacios del almacén:

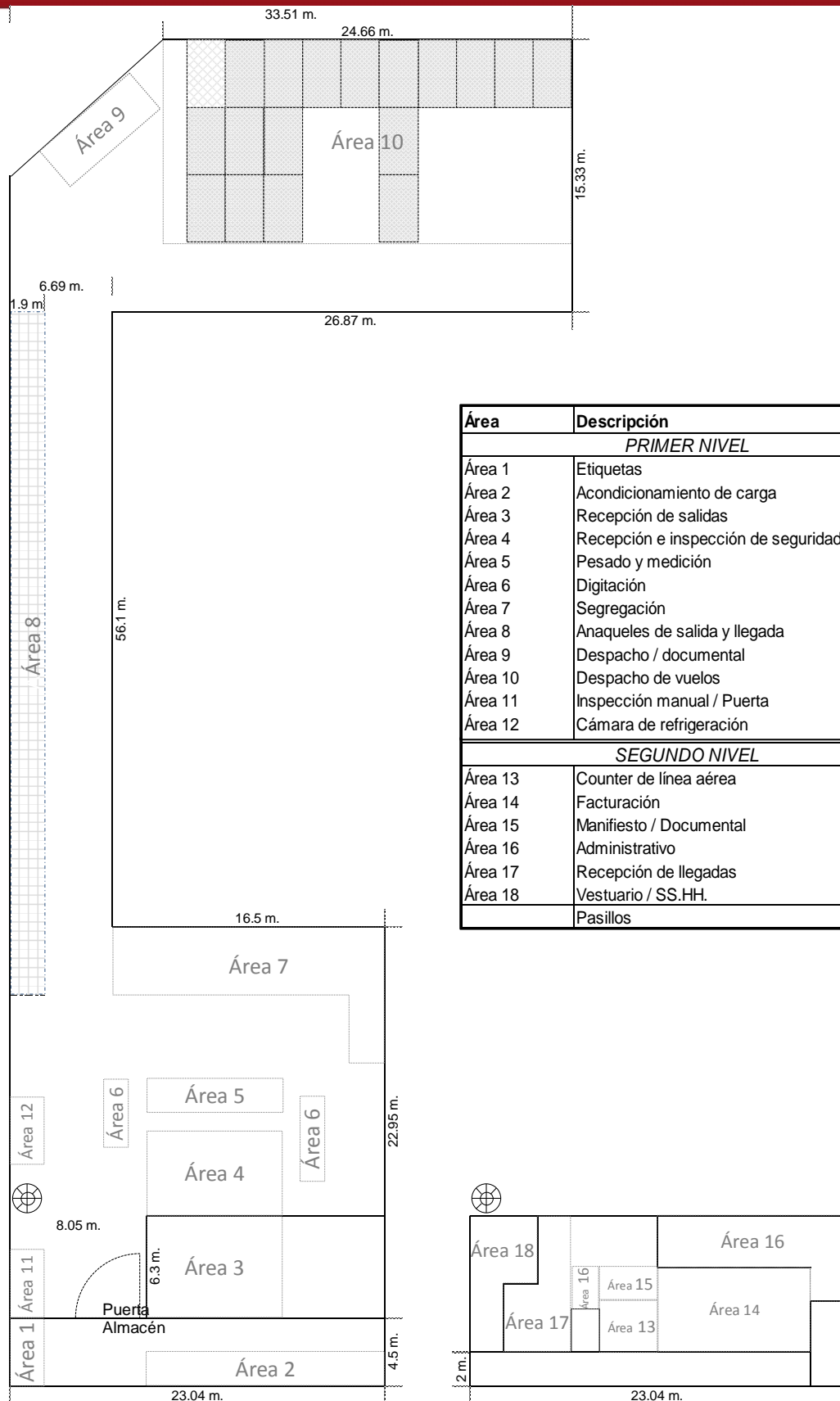


Figura 16. Zonas y espacios del almacén de carga aérea

Fuente: Proveedor de servicios.

Elaboración propia.

El almacén del proveedor tiene una capacidad de superficie total de 1425 m². Los espacios de la zona de recepción e inspección, segregación y almacenamiento, y despacho de vuelos dependerán de la cantidad de carga que ingrese al almacén. La capacidad actual de almacenamiento para carga de embarque o salida a Provincias es de 46800 kg ó 230 m³. Para carga de desembarque o llegada a Lima es de 13800 kg ó 68 m³. Para carga en abandono o inmovilizada por el estado es de 10800 kg ó 53 m³. Para el almacenamiento de parihuelas es de 3000 kg ó 15 m³. Por último, hay un espacio libre con capacidad para 4800 kg ó 24 m³. En total, la capacidad de almacenaje es de 79200 kg ó 392 m³.

En el Gráfico 6 se muestra el inventario promedio diario de almacén:

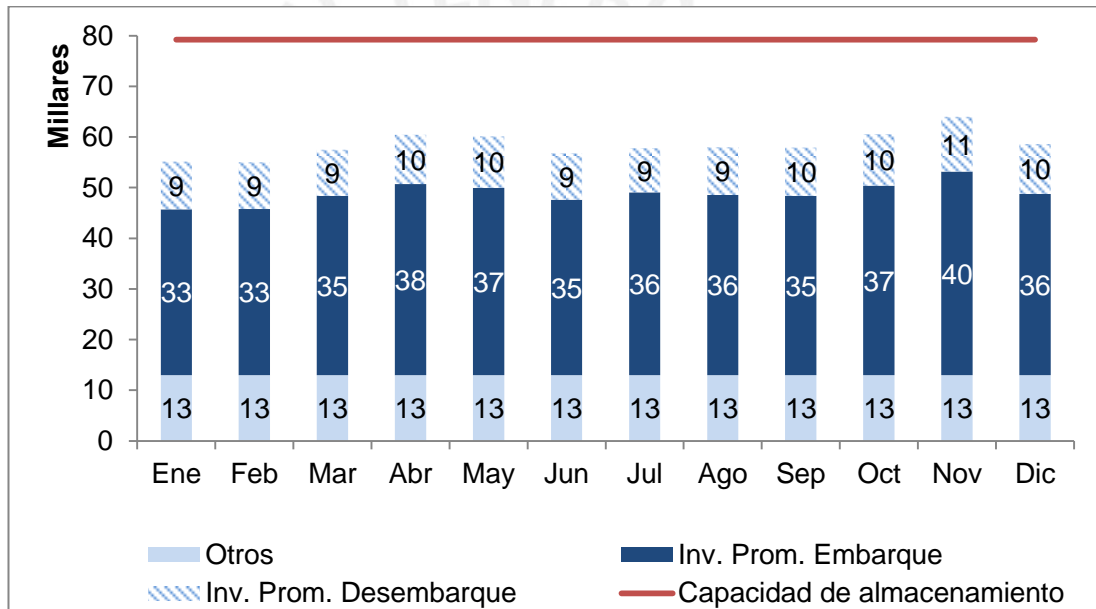


Gráfico 6. Cantidad de carga promedio a almacenar

Elaboración propia.

Realizando el cálculo del ratio de elasticidad, ver siguiente cálculo. r resulta bajo, es decir menor a 1; por lo tanto, el almacén se puede dimensionar al 100% del espacio en el almacén actual.

Carga embarcada: $r = \frac{35856}{46800} = 0.77$

Carga desembarcada: $r = \frac{9613}{13800} = 0.7$

Es importante conocer el flujo de carga durante los días de semana y las horas de día para poder dimensionar el almacén en base al flujo más alto del día.

En el Gráfico 7 se muestra el flujo de ingreso de carga en el almacén de Lima por día de semana y hora del día:

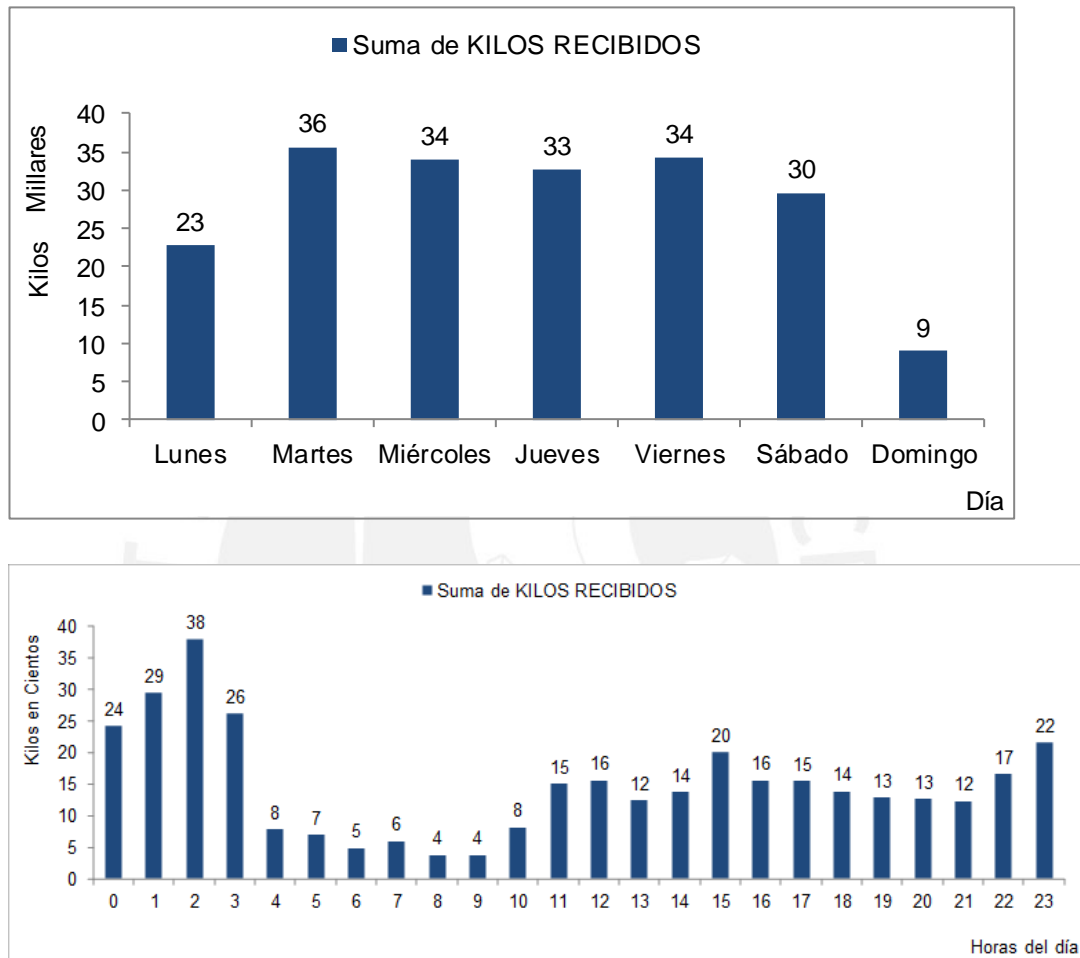


Gráfico 7. Flujo de día de la semana (superior) y horas del día (inferior).

Elaboración propia.

➤ Diagnóstico del análisis estático del almacén:

Se ha identificado que el almacén tiene capacidad suficiente para almacenar la carga actual. El inventario promedio para carga embarcada es de 35,856 kg; mientras que, para carga de desembarque es de 9,613.

Por un lado, el ratio de elasticidad de la carga embarcada es de 0.77 y por otro lado, de la carga desembarcada es de 0.7. En ambos casos, habrá que evaluar si al incrementarse la cantidad de carga, el almacén tendrá capacidad suficiente para satisfacer la demanda futura.

Finalmente, se ha identificado que los días con mayor ingreso de carga son martes y miércoles con 34,700 kg de ingreso de carga; iniciando a las 10 pm. del día martes y finalizando miércoles a las 3 am. Estos datos permitirán dimensionar los flujos de ingresos de carga tomando como referencia las horas *peak* del almacén.

2.3.2. Análisis dinámico del almacén

- a. *Características de los productos*: la carga aérea doméstica recibida en el almacén de Lima se caracteriza por ser carga suelta o a granel, es decir carga que es transportada en unidades independientes. La línea aérea, por sus características de prioridad y tarifa, ha determinado 4 tipos de productos comerciales:
- Standard: se transportan en vuelos durante el día. Servicio disponible para todos los destinos nacionales. Tiempo de atención de 24 horas.
 - Urgencia: corresponde a carga de alta prioridad y que necesite llegar a destino a primera hora del día según itinerario. Dirigido únicamente a agentes de carga. Se despacha en el siguiente vuelo disponible.
 - Prime: producto dirigido a embarques con máxima prioridad. Utiliza los primeros vuelos del día. Actualmente sólo disponible para los destinos de Cajamarca, Chiclayo, Cusco, Tacna y Trujillo.
 - Next Flight: corresponde al producto de urgencia muy alta, dirigido a personas naturales. Se despacha en el siguiente vuelo disponible.
 - Terrestre Express: producto dirigido al complemento logístico del servicio terrestre, con un mínimo de 300 kg por envío. Tiempo de atención de 48 horas. Utiliza vuelos de la tarde.

Los productos Prime, Next Flight y Terrestre Express han sido introducidos al mercado en el mes de Mayo del 2014, como respuesta al decrecimiento de participación en el mercado. En el Gráfico 8, debido a lo antes mencionado, los productos introducidos aún están en desarrollo y sólo representan el 2% de las ventas, mientras que el producto Urgente y Estándar representan el 5% y 85% de las ventas respectivamente. Respecto al volumen de carga, los productos introducidos aún están en desarrollo y sólo representan el 4.4% de los kilos, mientras que el producto Urgente representa el 3.3% y el producto Estándar el 92.6% de los kilos.

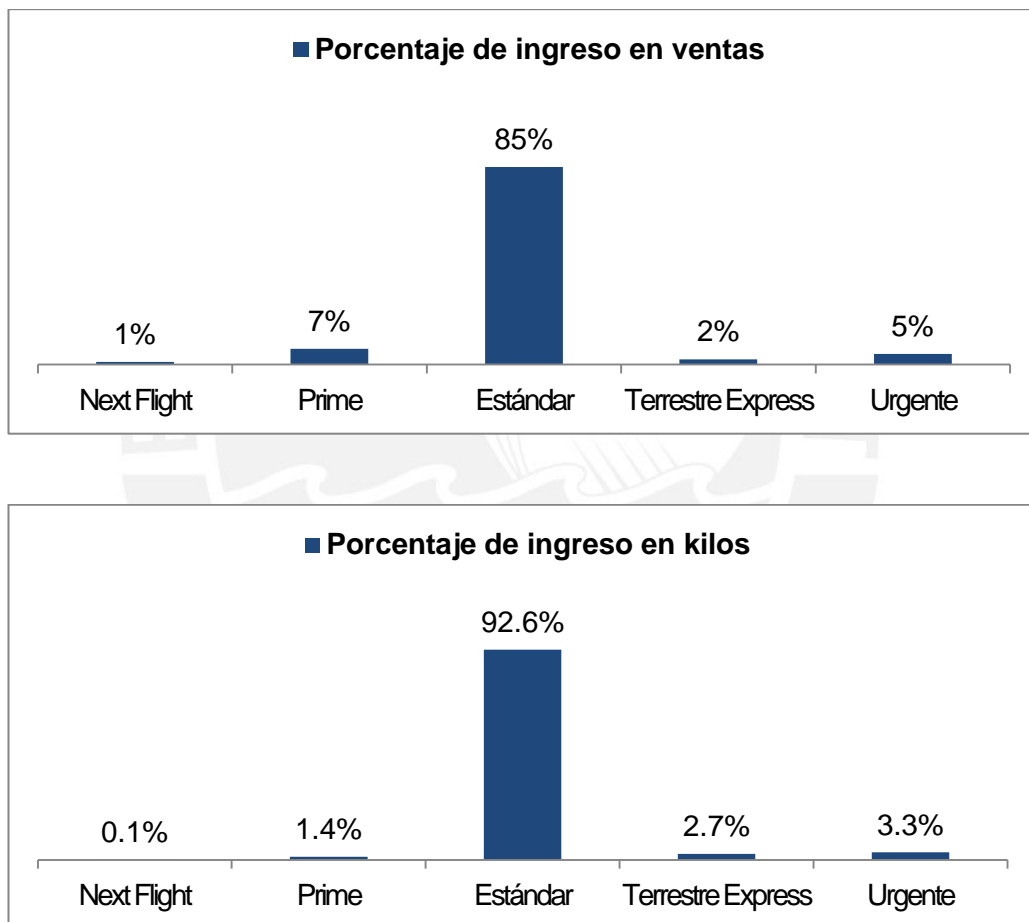


Gráfico 8. Porcentaje de ingresos anuales en dólares por producto comercial (superior) y Porcentaje de ingresos anuales en kilos por producto comercial (inferior)

Fuente: Línea aérea.

Elaboración propia.











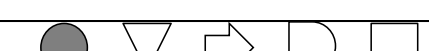
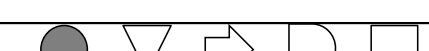


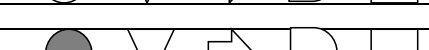

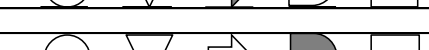
La carga según el producto comercial recibe un procesamiento diferenciado en cada área del almacén. En la Tabla 5, 6 y 7 se muestra el proceso de operaciones de acuerdo al producto comercial. Aquí se indica el tiempo de proceso cuando pasa por el área de Recepción e Inspección de seguridad, pesado y medición tanto por la máquina de Rayos X 1 y por Rayos X 2. El tiempo de colocación de un bulto varía de acuerdo a la cantidad de bultos y kilos ingresados por el cliente, por tal motivo se encuentra en blanco.

Tabla 5. Diagrama de Operaciones del producto Standard y Terrestre Express en Rayos X 1

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Colocar parihuela	7 seg.
2		Hacia SEG	3 seg.
3		Tomar Acta	2 seg.
4		Hacia balanza	3 seg.
5		Colocar balanza en 0	3 seg.
6		Colocar bulto	
7		Demora en faja	
8		Colocar bulto	
9		Medir y pesar bulto	
10		Ingresar peso y medidas en Acta	5 seg.
11		Hacia digitación	4 seg.
12		Colocar Acta en bandeja	2 seg.
13		Hacia balanza	4 seg.
14		Espera hasta el siguiente bulto	seg.
Tiempo total			33 seg.

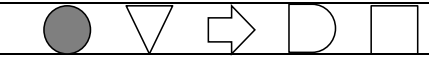
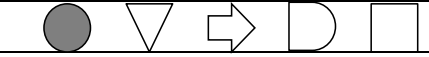
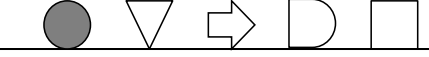
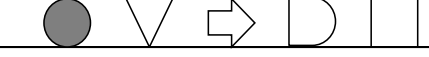
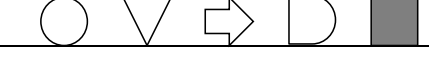






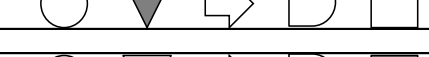





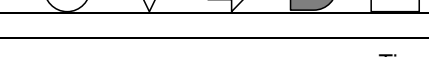
Elaboración Propia.

Tabla 6. Diagrama de Operaciones del producto Standard y Terrestre Express en Rayos X 2

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Hacia parihuela	10 seg.
1		Tomar parihuela	3 seg.
1		Hacia balanza	10 seg.
1		Colocar parihuela	7 seg.
2		Hacia SEG	3 seg.
3		Tomar Acta	2 seg.
4		Hacia balanza	3 seg.
5		Colocar balanza en 0	3 seg.
6		Colocar bulto	
7		Demora en faja	
8		Colocar bulto	
9		Medir y pesar bulto	
10		Ingresar peso y medidas en Acta	5 seg.
11		Hacia digitación	2 seg.
12		Colocar Acta en bandeja	2 seg.
13		Hacia balanza	2 seg.
14		Espera hasta el siguiente bulto	seg.
Tiempo total			52 seg.

Elaboración Propia.

Tabla 7. Diagrama de Operaciones del producto Prime y Urgente Express en Rayos X 2

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Hacia parihuela	10 seg.
1		Tomar parihuela	3 seg.
1		Hacia balanza	10 seg.
1		Colocar parihuela	7 seg.
2		Hacia SEG	3 seg.
3		Tomar Acta	2 seg.
4		Hacia balanza	3 seg.
5		Colocar balanza en 0	3 seg.
6		Etiquetar bulto	3 seg.
7		Colocar bulto	
8		Demora en faja	
9		Colocar bulto	
10		Medir y pesar bulto	
11		Ingresar peso y medidas en Acta	5 seg.
12		Hacia digitación	2 seg.
13		Colocar Acta en bandeja	2 seg.
14		Hacia balanza	2 seg.
15		Espera hasta el siguiente bulto	seg.
Tiempo total			55 seg.


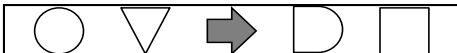
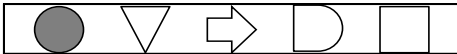
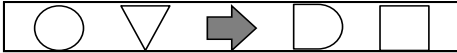
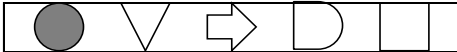
Elaboración Propia.

Como se observa, los productos comerciales Standard y Terrestres Express son procesados en 33 seg en Rayos X 1, mientras que en Rayos X 2 el tiempo es de 52 seg. La diferencia de tiempos se basa en el tiempo que demoran los operarios en movilizar las parihuelas hacia la balanza. Por otro lado, como el producto Prime y Urgente necesitan ser etiquetados para poder diferenciarse del resto de productos, requieren de más tiempo; es decir 55 seg. Asimismo, cabe mencionar que estos últimos productos sólo pueden ingresarse por Rayos X 2 debido a la cercanía con la zona de segregación del producto Prime y Urgente.

Por otro lado, el producto comercial Next Flight, sigue un proceso distinto a los anteriores pues éste debe ser ingresado por el segundo nivel. Para este tipo de carga es necesario contar con un agente de seguridad que realiza la inspección de la carga de manera manual. Cada lapso de tiempo de 30 minutos, un operario se dirige al segundo nivel, recoge la carga y la coloca en el primer nivel en el destino correspondiente. Asimismo, coloca un etiqueta de color para identificar la carga. Si la carga es mayor a 30 kilos, ésta es ingresada por el primer nivel y luego un operario debe buscar en el almacén la carga para poder identificarla con la etiqueta.








En las Tablas 8 y 9 se muestran los procesos de operaciones del producto comercial Next Flight. La Tabla 8 muestra el diagrama cuando la carga ingresa por el primer nivel y la Tabla 9 muestra el diagrama cuando la carga ingresa por el segundo nivel.

Tabla 8. Diagrama de Operaciones del producto Next Flight, primer nivel

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Llamado del counter de la línea aérea	5 seg.
2		Transporte hacia el segundo nivel	30 seg.
3		Recoger carga y etiquetas	60 seg.
4		Transporte hacia el primer nivel	30 seg.
5		Colocar carga en pallet	60 seg.
Tiempo total			185 seg.

Elaboración Propia.

Tabla 9. Diagrama de Operaciones del producto Next Flight, segundo nivel

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Llamado del counter de la línea aérea	5 seg.
2		Transporte hacia el segundo nivel	30 seg.
3		Recoger carga y etiquetas	60 seg.
4		Transporte hacia el primer nivel	30 seg.
5		Colocar carga en pallet	60 seg.
5		Buscar carga en almacén	180 seg.
5		Pegar etiquetas	30 seg.
Tiempo total			395 seg.

Elaboración Propia.

Así como la carga se distingue por producto comercial, la carga también se distingue por sus características físicas o commodity. A continuación, se describe los 11 tipos de commodity utilizados en el almacén:

- Perecibles: carga que puede deteriorarse después de un periodo dado o carga que dada su naturaleza puede producir líquidos o emitir grandes cantidades de humedad. Algunos productos para su conservación necesitan determinado grado de temperatura, es decir requiere refrigeración.
- Periódicos / revistas: de gran cantidad de peso y poco volumen, frecuentemente son de dimensiones uniformes y para el destino Iquitos son llevadas en las cabinas del avión, por lo que necesitan de una preparación especial.
- Carga general: tipo de carga de distinta naturaleza que se transporta en conjunto, en cantidades pequeñas o unidades independientes.

- Restos humanos / féretros: cuerpos humanos, ocupan gran espacio en los aviones y tiene bastante peso.
- Correo: piezas postales y demás bultos que contengan correo.
- Mercancía peligrosa: sustancias químicas que deben ser manipulados y estibados aplicando normas o procedimientos especiales impuestos por organismos internacionales como la OACI.
- Valorados / vulnerables: carga que por su condición requiere un tratamiento especial que permita su seguridad en el proceso de recepción hasta su estiba.
- Animales vivos: puede transportarse animales como perros, gatos, ovinos, caprinos y similares con un peso total no superior a 200 kg. Estos deben ser ingresados con previo aviso y además tener un adecuado empaque.
- Sobredimensionados / difícil manejo: son cargas diferentes a los demás, debido al cuidado de su manipulación, por condiciones de peso, grado de conservación, etc.
- Vacunas / medicamentos: son cargas muy frágiles y de mayor volumen respecto a su peso.

Mientras que los productos comerciales se comparan por la rentabilidad generada, los tipo de productos se comparan por la cantidad de kilos manipulados. En el Gráfico 9 se observa la cantidad de carga ingresada en el año 2013 en kilos por tipo de commodity y el porcentaje acumulado que representa:

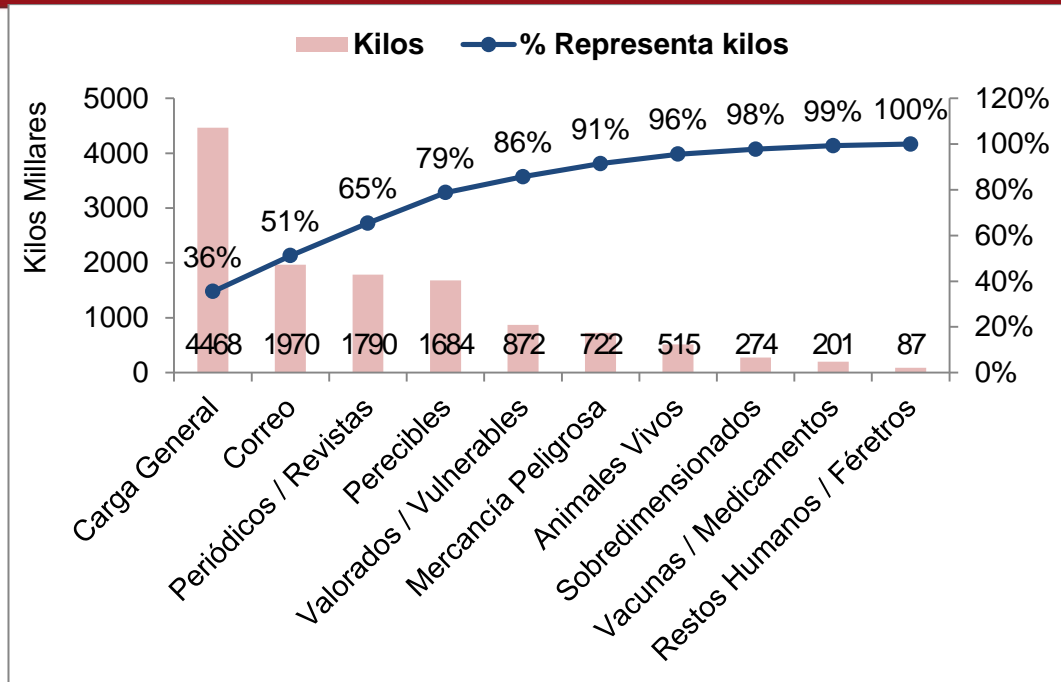


Gráfico 9. Ingresos anuales en kilos por características de la carga en el año 2013

Fuente: Línea aérea.

Elaboración propia.

La manipulación de la carga varía en el almacén no sólo por el tipo de producto comercial sino por el tipo de commodity. Es decir, se manipulará de forma distinta periódicos standard que perecibles standard o carga general standard. Debido a la similitud de manipulación de algunos commodity en el almacén, se ha determinado consolidarlos en 5 grupos:

- Grupo A: carga general, mercancía peligrosa
- Grupo B: restos humanos /fétretros, correo, periódicos / revistas, animales vivos
- Grupo C: perecibles, vacunas / medicamentos
- Grupo D: valorados /vulnerables y sobredimensionados / difícil manejo

El grupo A se caracteriza por no tener prioridad para ser embarcado en el siguiente vuelo disponible. El grupo B se caracteriza por tener la necesidad de ser embarcado el mismo día que ingresó. El grupo C se caracteriza por ser carga con riesgo de vencimiento o necesita ser refrigerado. Por último, el grupo D se caracteriza por requerir mayor esfuerzo en su manipulación y traslado.

En la Tabla 10 se describe el diagrama de operaciones multiproducto de acuerdo al grupo que pertenece cada commodity:

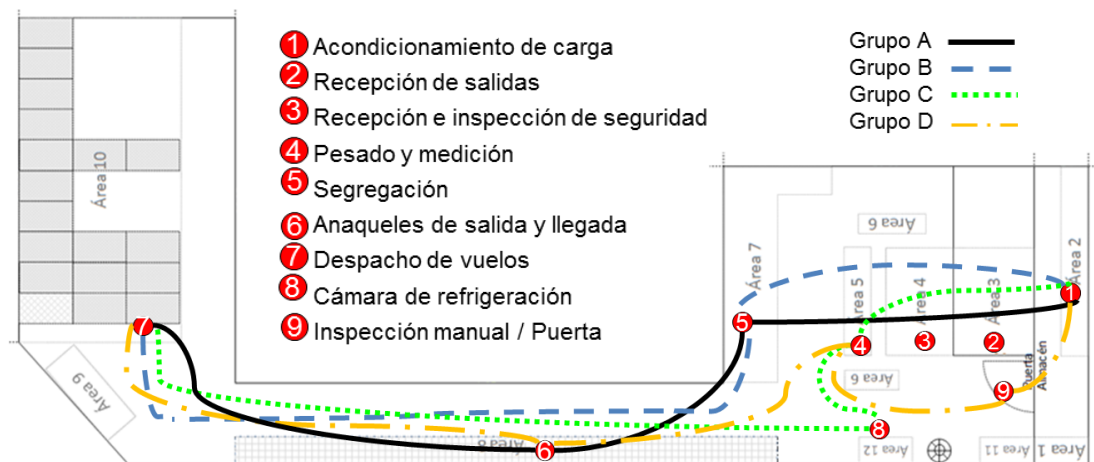
Tabla 10. Diagrama de Operaciones de acuerdo a las características físicas de la carga

Áreas del almacén				
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Acondicionamiento de carga	1	1	1	1
Etiquetas	2	2	2	2
Recepción de salidas	3	3	3	3
Inspección manual / Puerta				4
Recepción e inspección de seguridad	4	4	4	
Pesado y medición	5	5	5	5
Cámara de refrigeración			6	
Segregación	6		7	6
Anaqueles de salida y llegada	7			7
Despacho de vuelos	8	6	8	8

Elabortación Propia.

Asimismo, en la Figura 17 se muestra el diagrama de recorrido que sigue cada grupo por diversas zonas del almacén. Se puede ver mayor detalle de los recorridos del almacén en el Anexo 6 :

Figura 17. Diagrama de Recorrido de acuerdo a las características físicas de la carga



Elabortación Propia.

➤ Diagnóstico de las características de los productos del almacén:

Se ha identificado que el producto comercial que genera mayor ingreso de ventas es el producto Standard con 85% de ingresos anuales; sin embargo, según requerimientos comerciales para la línea aérea es importante dar mayor foco al producto Prime y Next Flight. Por lo que se ha evidenciado que estos productos tienen mayores tiempos en el proceso de recepción y almacenaje. Por otro lado, de acuerdo a las características físicas de la carga, se ha determinado que los flujos en el almacén se cruzan pudiendo generar demora de tiempos y una inadecuada manipulación de la carga.

Por lo tanto, de acuerdo a las necesidades de los clientes según la encuesta de satisfacción, se dará prioridad en disminuir los tiempos de recepción de los productos comerciales. Para ello, se utilizará la interacción de flujos en el almacén con el fin de construir un bosquejo de bloques unitarios que permita plantear el diseño de una nueva distribución e identificar el flujo óptimo para reducir los recorridos y los tiempos de recepción en la bodega y manipulación de la carga.

b. *Unidades de almacenamiento:* como se mencionó en la descripción de procesos (2.1.2), la carga es recibida como carga suelta o en unidades, ver Figura 18 (Área 2). Luego, en el área de pesado y medición, la carga es unitarizada en

pallets de madera sin diferenciar el destino, ver Figura 18 (Área 4). Luego, se ordena la carga por destino en el área de segregación, ver Figura 18 (Área 7).

Por otro lado, cada destino cuenta con una valija de plástico que alberga bultos pequeños (menor a 0.5 kg) y su capacidad es de 33 kilos. Cuando las valijas están en su capacidad máxima son llevados al área de despacho de vuelos. Mientras que, cuando los pallets están en su capacidad máxima son llevados a los anaqueles dependiendo el lugar de destino.

En la zona de preparación de vuelos, se ubica la carga de un pallet y se unitariza en pallets de metal, ver Figura 18 (Área 10) y se ajusta con mallas de tela. Asimismo cabe mencionar que, la carga colocada en el pallet de metal proviene de diferentes pallets de madera desde los anaqueles o directamente del área segregación. De esta forma es trasladada por tractores al pie del avión y finalmente, es colocada en unidades como cuando ingresó.

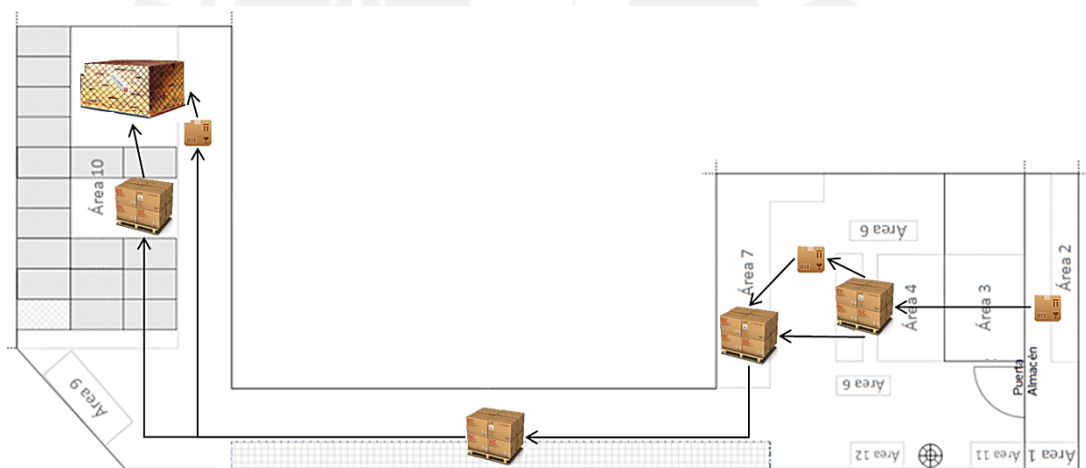


Figura 18. Proceso de unitarización de la carga aérea
Elaboración propia.

Adicional a lo anterior, se puede ver que el flujo que sigue la carga dentro del almacén es lineal. Lo que implica que no es eficiente en uso de espacio y dificulta la utilización del personal en varios procesos.

- c. *Volumen de picking*: el volumen de *picking* está determinado por la cantidad de kilo y bultos a prepararse en el vuelo. Cada *picking* se realiza durante dos o tres horas por periodos que varían desde las cuatro o tres horas antes de la hora del

vuelo, dependiendo el destino. Por ejemplo para Iquitos, si el vuelo despegaba a las 8:00 am, la preparación de vuelo se realiza desde las 3:00 am hasta las 6:00 am. Mientras que para Tumbes, si el vuelo despegaba 8:00 am, la preparación de vuelo se realiza desde las 6:00 am hasta las 7:00 am. En el Gráfico 10 se muestra la cantidad de kilos enviados por cada destino:

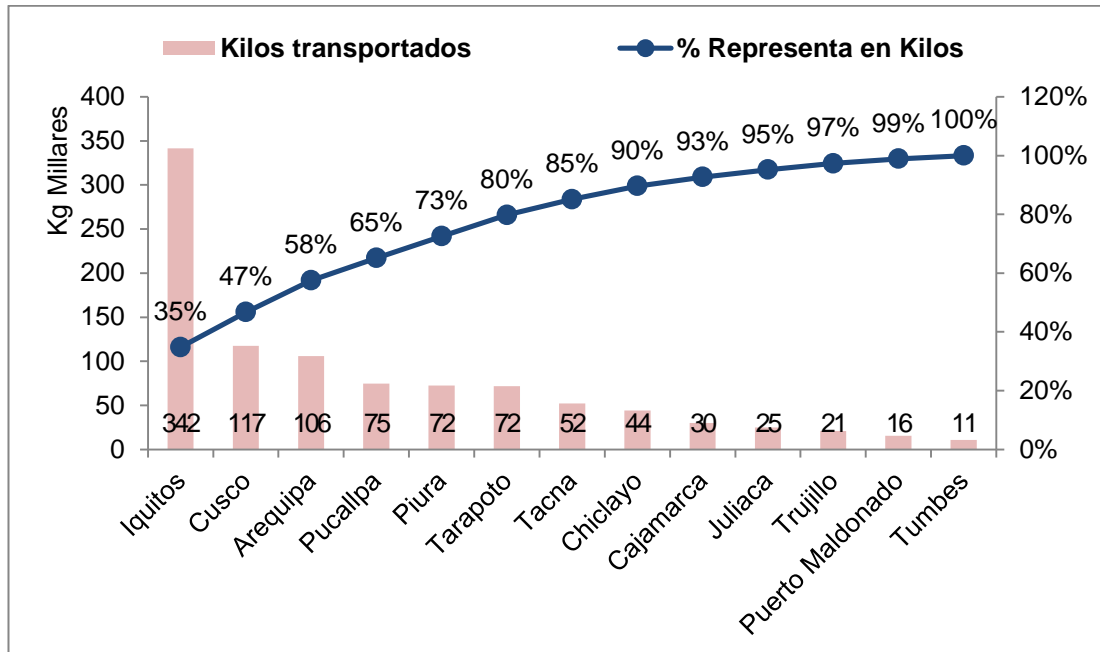


Gráfico 10. Cantidad de kilos y % que representa por destino

Elaboración propia.

d. *Tipología de pedidos*: por último, con lo antes mencionado sobre las características de los productos, se ha determinado que existen diferentes combinaciones de tipo de producto comercial y commodity, por lo tanto, la preparación de los pedidos resultará más compleja.

➤ Diagnóstico de unidad de almacenamiento, picking y tipología de pedido:

Se ha determinado que la unidad de almacenaje debe ser, en la medida de lo posible la misma unidad de pedido a utilizar, debido a que si ambas son distintas generan menor productividad. Asimismo, debido a las características de la carga es probable que la tipología de pedidos se mantenga pero habrá que proponer procesos o procedimientos que permitan reducir el tiempo en la preparación de pedidos, especialmente en los destinos de la ciudad de Iquitos, Arequipa y Cusco quienes representan 58% de kilos transportados. Por lo tanto, requerirá realizar un

análisis del despacho de vuelos, para ello se hará mayor detalle del proceso de *picking*, preparación y despacho en el Análisis de la de preparación de pedidos (2.4.1.)

2.3.3. Sistema de almacenamiento y equipos de manutención

El sistema de almacenamiento empleado es la estantería convencional o llamado en el almacén como anaqueles convencionales, con la principal característica que hay sólo un anaquel y un pasillo. El anaquel cuenta con 6 niveles (11 metros de altura) y un total de 132 posiciones (60 metros de largo). Las posiciones están repartidas en 54 posiciones para carga que llega de Provincias a Lima y 78 posiciones para carga que sale de Lima a Provincias. Cada posición puede albergar 2 parihuelas de madera, cada una con capacidad de 300 kilos. Actualmente, el stock de parihuelas es de 180, las cuales son usadas tanto para los anaqueles de salida como de llegada.

Por otro lado, en el almacén existen 3 tipos de equipos de manipulación:

- Elevadora convencional (1 unidad): utilizado para colocar y retirar carga de los niveles superiores del anaquel, así como para transportar pallets desde el área de despacho de vuelos hacia el área de pesado y medición, con el objetivo de reabastecer ésta última área.
- Traspalé eléctrico (1 unidad): utilizado para manipular carga principalmente en la zona de despacho de vuelos.
- Traspalé manual (5 unidades): distribuidas en diferentes áreas del almacén, 1 en el área de recepción para que el cliente pueda manipular su carga, 2 utilizadas para movilizar la carga del área de pesado y medición hacia el área de segregación, y 1 utilizada para movilizar la carga de los anaqueles hacia la zona de despacho de vuelos.

En horario con mayor demanda, en general en la madrugada, el almacén solicita prestado de los almacenes de exportación un traspalé eléctrico con plataforma, con el fin de poder movilizar la carga rápidamente desde el área de segregación hacia el área de despacho de vuelos. Cabe mencionar que el préstamo del equipo está sujeto a la disponibilidad del almacén de exportación.

- Diagnóstico del sistema de almacenamiento y equipos de manutención:

En total, se cuenta con 132 posiciones, 6 equipos y 180 parihuelas de madera. Aquí será necesario determinar si la cantidad y distribución de posiciones, equipos y parihuelas son los necesarios para la cantidad de carga actual. Para ello, se utilizará la fórmula de cálculo de medios definido en el marco teórico.

2.4. Análisis y diagnóstico de la organización del almacén de carga aérea doméstica

2.4.1. Análisis de la de preparación de pedidos

Actualmente, en el almacén existen tres tipos de preparación de pedidos: una preparación de pedidos programado para el destino de Iquitos, el cual posee gran cantidad de carga respecto al resto de provincias (38%), una preparación de pedidos programado para los primeros vuelos de provincias (todos menos Iquitos) y una preparación de pedidos in situ para el resto de vuelos del día de provincias (todos menos Iquitos)

- Preparación de pedidos programado para Iquitos:* la preparación de pedidos inicia con el *picking* de la carga en el almacén. La persona encargada de realizar el *picking* es conocida como ubicador. Esta persona imprime una hoja de *picking* en el área de despacho / documental, ver Figura 20 (Área 9) donde se muestran las guías aéreas a embarcar, definidas previamente por el área comercial. Esta hoja también indica si la carga está al almacén (Y/N) y la prioridad en el vuelo. Actualmente, se trabaja con tres prioridades:
 - 1, corresponde a carga que debe embarcarse.
 - 2, corresponde a carga alternativa en caso haya disponibilidad de espacio luego de completar el 1.
 - 0, corresponde a carga opcional en caso ya no haya prioridad 1 ó 2 por embarcar.

El ubicador busca cada guía aérea en los anaqueles, ver Figura 20 (Área 8) o en el área de segregación, ver Figura 20 (Área 7) y luego, traslada la carga con ayuda de un traspalé mecánico hacia el área de preparación de pedidos, ver Figura 19 (Área

10). Dado que los anaqueles tienen 6 niveles, el ubicador trabaja junto con la persona encargada de la elevadora, quien debe descender la carga que el ubicador indique. En la Figura 19, se muestra el proceso de recorrido que realiza el ubicador para ubicar la carga y trasladarla al área de despacho. Y además, en la Figura 20 se muestra el diagrama de recorrido físico en el almacén.


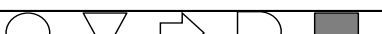

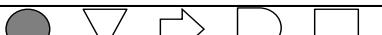
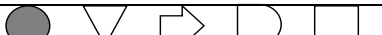
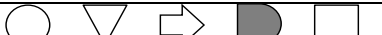







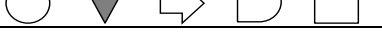
	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio actual
1		Imprime hoja de picking	2 min.
2		Verificar ubicación de guía aérea en almacén	3 min.
3		Transporte hacia anaqueles	0.5 min.
4		Ubicar OS en anaquel	5 min.
5		Solicitar a conductor de elevadora mover la carga	0.1 min.
6		Esperar que elevadora mueva la carga	6 min.
7		Colocar carga en pallet	2 min.
8		Transporte hacia área de despacho de vuelo	1 min.
9		Dejar carga en área de despacho	1 min.
10		Verificar ubicación de guía aérea en almacén	1 min.
11		Transporte hacia área de segregación	1.5 min.
12		Colocar carga en pallet	1 min.
13		Transporte hacia área de despacho de vuelo	1.5 min.
14		Dejar carga en área de despacho	2 min.
Tiempo total			27.6 min.

Figura 19. Diagrama de operaciones del ubicador en el almacén.

Elaboración propia.

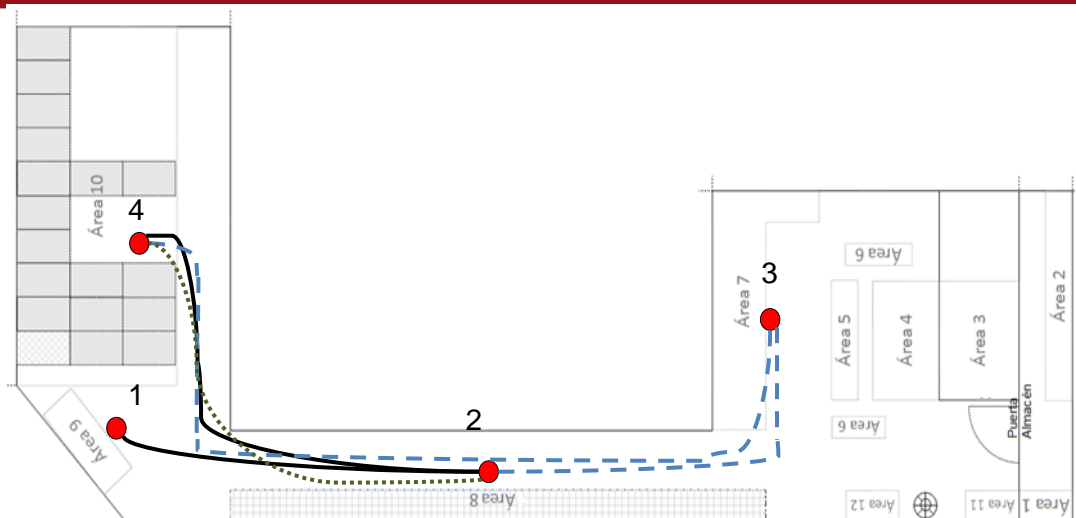


Figura 20. Diagrama de recorrido del físico y ubicador.

Elaboración propia.

En la figura 20 se puede observar una línea negra que hace referencia al recorrido del anaquel hacia el área de despacho, una línea azul punteada que corresponde al recorrido del área de segregación hacia el área de despacho y una línea punteada verde que corresponde al retorno del área de despacho hacia los anaqueles.

- b. *Preparación de pedidos programado para provincias*: este proceso se realiza en paralelo al proceso de preparación de vuelos. Existe una persona, llamada físico, quien es el encargado de imprimir la hoja de *picking*, ubicar la carga en los anaqueles o zona de segregación y preparar la carga para un vuelo. En horas peak puede existir hasta 12 físicos preparando vuelos (1 vuelo por cada destino).
- c. *Preparación de pedidos in situ para provincias*: dado que este proceso es durante el día, menor cantidad de carga, el físico ubica cualquier tipo de carga disponible en los anaqueles o zona de segregación, sin hoja de pedidos, y prepara la carga para un vuelo.

En la Figura 21 se muestra el proceso del recorrido que realiza el físico para ubicar la carga y trasladarla al área de despacho.

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio actual
1		Imprime hoja de picking	2.0 min.
2		Verificar ubicación de guía aérea en almacén	3.0 min.
3		Transporte hacia anaqueles	0.5 min.
4		Ubicar OS en anaquel	5.0 min.
5		Colocar carga en pallet	2.0 min.
6		Transporte hacia área de despacho de vuelo	1.0 min.
7		Dejar carga en área de despacho	1.0 min.
8		Verificar ubicación de guía aérea en almacén	1.0 min.
9		Transporte hacia área de segregación	1.5 min.
10		Colocar carga en pallet	1.0 min.
11		Transporte hacia área de despacho de vuelo	1.5 min.
12		Dejar carga en área de despacho	2.0 min.
Tiempo total			21.5 min.

Figura 21. Diagrama de operaciones del físico en el almacén.

Elaboración propia

Por cada vuelo, el físico debe llevar los documentos de la carga hacia la zona de manifiestos; es decir, se dirige al segundo nivel a dejar los documentos, los cuales son ingresados al sistema y posteriormente, otro operario recoge los documentos listos del segundo nivel y se dirige a la zona de paletizado para que la carga pueda salir del almacén. En la Figura 22 se muestra la operación realizada por el operador:

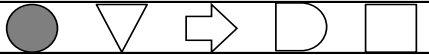
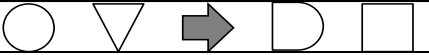
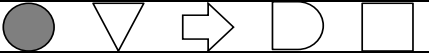
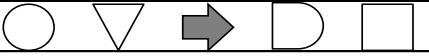
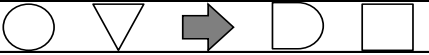
	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Llamado de la zona de manifiestos	5 seg.
2		Transporte hacia el segundo nivel	120 seg.
3		Recoger documentos	30 seg.
4		Transporte hacia el primer nivel	120 seg.
5		Dejar documentos	30 seg.
Tiempo total			305 seg.

Figura 22. Diagrama de operaciones del proceso de envío de documentos
Elaboración propia.

Por otro lado, en el caso de la carga con destino Lima, un personal de operaciones a quien se le conoce como personal de llegadas, realiza el proceso de despaletizado de la carga. La carga se contabiliza y luego es distribuida en los anaqueles o es llevada directamente hacia el cliente si es que éste se encuentra esperando su carga. En la Figura 23 se muestra el diagrama de operaciones de operador de llegadas:














	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio
1		Imprime hoja de picking	2 min.
2		Transporte hacia área de despacho de vuelo	0.8 min.
3		Realizar conteo de bultos	10 min.
4		Colocar carga en pallet	3 min.
5		Transporte hacia anaqueles	1 min.
6		Colocar carga en anaqueles	10 min.
7		Transporte hacia área de llegadas	1 min.
8		Solicitar a cliente OS	0.1 min.
9		Transporte hacia anaqueles	1 min.
10		Ubicar OS en anaquel	1 min.
11		Colocar carga en pallet	1 min.
12		Transporte hacia área de llegadas	1 min.
13		Dejar carga en área de llegadas	0.5 min.
Tiempo total			32.4 min.

Figura 23. Diagrama de operaciones del proceso de envío de documentos
Elaboración propia.

Complementando el diagrama de operaciones; en la Figura 24 se muestra el diagrama de recorrido realizado por el operador de llegadas desde la descarga de documentación del vuelo, punto 1, el recorrido hacia la zona de despalletizado, punto 2, el recorrido hacia los anaqueles, punto 3 y finalmente hacia el cliente, punto 4.

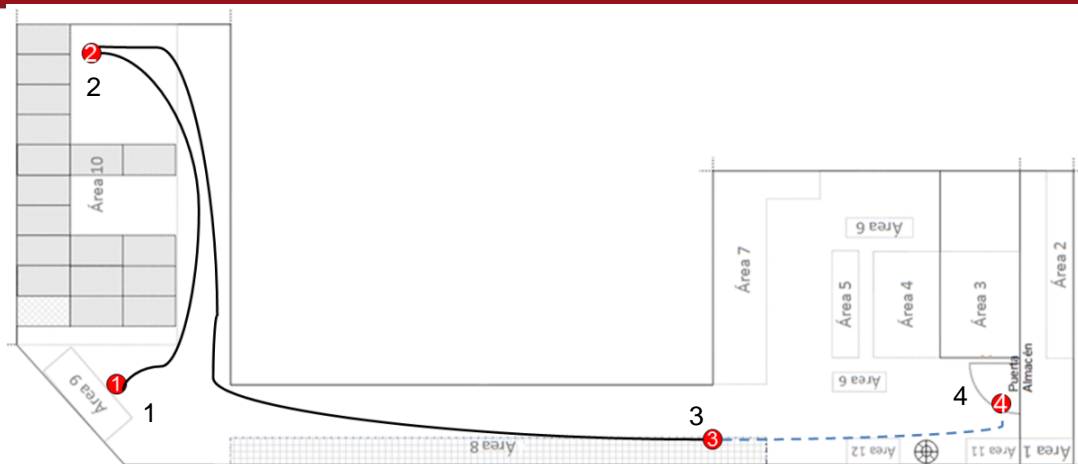


Figura 24. Diagrama de recorrido personal de llegadas.

Elaboración propia.

➤ Dignóstico:

Se han determinado tres tipos de picking en el almacén. Asimismo, se ha visto que cada recorrido del proceso de picking actual se realiza en 27.6 min. para cada recojo del vuelo de Iquitos, 21.5 min. para cada recojo de los vuelos de provincias, el proceso del envío de documentos actual se realiza en 305 seg. para todos los vuelos y el proceso de despaletizado de carga de llegadas se realiza en 32.4 min. Por lo tanto, mediante el análisis de flujos se buscará reducir los recorridos realizados por los operarios y además, habrá que utilizar las herramientas de calidad mencionadas en el marco teórico para mejorar los procesos de cada operador.

2.4.2. Análisis de los métodos de zonificación y codificación

- a. *Zonificación del almacén:* el anaquel está dividido en una zona para carga de llegada (Provincia a Lima) y una zona para carga de llegada (Lima a Provincia). La zonificación del almacén se realiza por la naturaleza de los productos; es decir pueden ser artículos peligrosos, mercancía valorada o peligrosa, etc. En la Tabla 11 se observa la distribución de cada estante de carga de salida y llegada:

Tabla 11. Tabla de distribución de posiciones en estantería

Estante de Llegada		Estante de Salida	
Carga en abandono	9	Carga IQT	49
Carga Inmovilizada	9	Carga otras postas	20
Parihuelas	5	Carga valorada	4
Clientes	5	DGR / DIM / DIF / URG	5
DGR	2		
Libres	8		
Carga de Llegadas	16		
Total	54	Total	78

Fuente: Proveedor de Servicios.

Debido a la variabilidad del proceso, el almacén de carga aérea doméstica posee un sistema de posición aleatoria, es decir la carga es ubicada en algún lugar del almacén donde haya disponibilidad. Si los estantes de salida para IQT están llenos, se usarán estantes de otras postas.

- b. Codificación del almacén: el almacén utiliza un método alfa-numérico para identificar cada espacio del anaquel:
- Columna: 01, 02, 03, ... , 44
 - Piso: A, B, C, D, E, F

Para efecto práctico, se observa en la Figura 25 (superior) la vista aérea de las posiciones del anaquel y en la Figura 25 (inferior) la vista frontal, mostrando al piso E y F con las posiciones 19 y 20 correspondiente a la carga de salida.

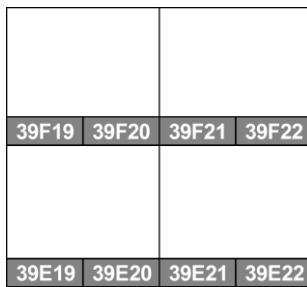
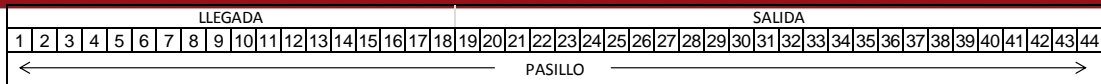


Figura 25. Vista Aérea (superior) y Vista Frontal(inferior) de anaqueles

➤ Diagnóstico del análisis de métodos de zonificación y codificación:

Se ha determinado que el almacenamiento es caótico, pues a pesar de existir posiciones para cada destino, la carga se ubica en la posición disponible más cercana al área de despacho. Por otro lado, dado las necesidades actuales de los nuevos productos comerciales. Habrá que re-definir la zonificación y codificación de los anaqueles.

CAPITULO 3. PROPUESTA INTEGRAL DE MEJORA

En este capítulo se expondrán las propuestas de mejora para el almacén. La propuesta se centrará en el re-diseño del almacén y la re-organización dentro del mismo. En el primer subcapítulo se estimará la demanda futura. A partir de ello, en el segundo subcapítulo se diseñará el layout general del almacén. En el tercer subcapítulo se determinarán los espacios necesarios para cada zona. Por último, se diseñará el sistema de almacenaje y preparación de pedidos, y se describirá la propuesta final integrada.

3.1 Pronóstico de la demanda futura

Basándonos en datos históricos desde el 2008 hasta el 2014, se han obtenido los pronósticos para estimar el ingreso de carga embarcada, como de carga desembarcada al almacén de Lima. En el ver Gráfico 11 se muestra la carga que se embarca desde el almacén de Lima y en el Gráfico 12 se muestra la carga que se desembarca en el almacén de Lima.

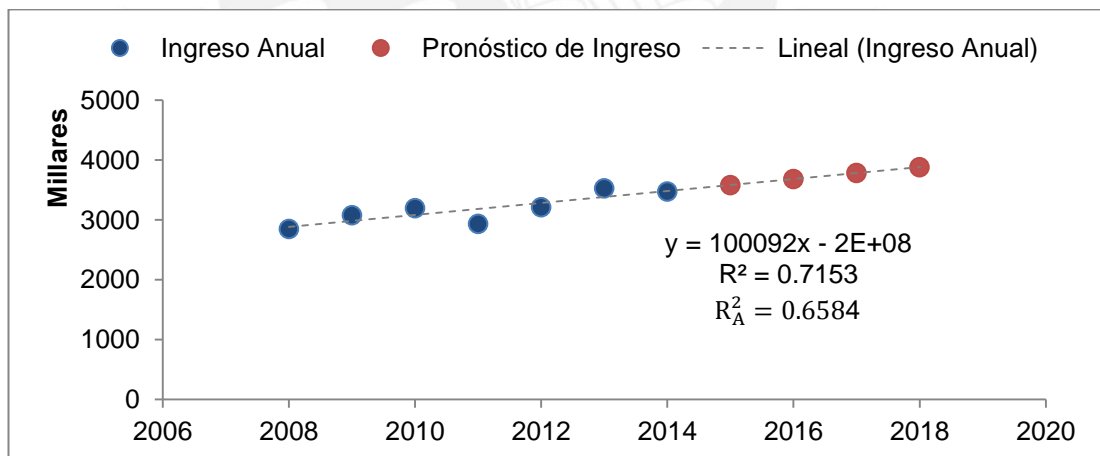


Gráfico 11. Pronóstico de embarque en el almacén de Lima

Fuente: Línea aérea.

Elaboración propia

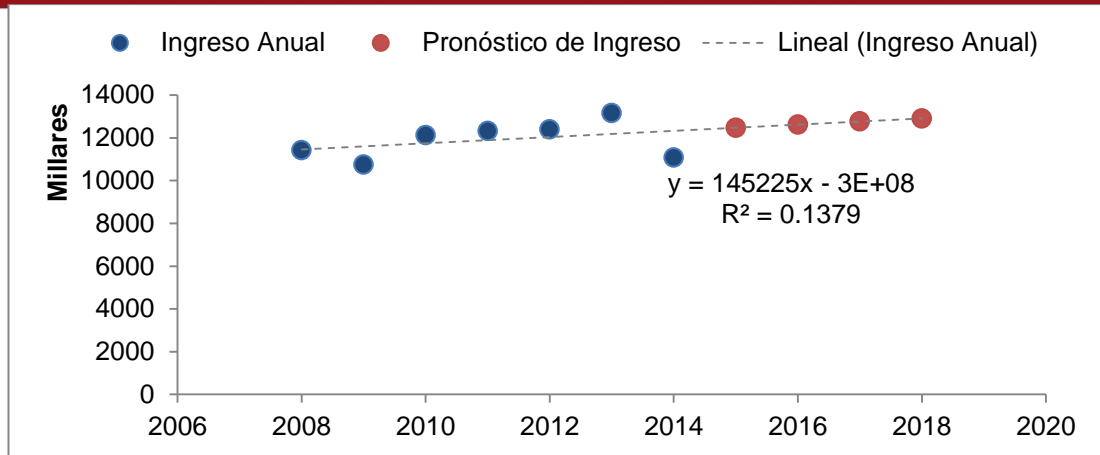


Gráfico 12. Pronóstico de desembarque en el almacén de Lima

Fuente: Línea aérea.

Elaboración propia

En el Gráfico 11, la estimación de crecimiento de cantidad de carga tiene un porcentaje de confiabilidad del 71.53% ($R_A^2 = 65.84\%$). Es decir, en el escenario optimista se estima un incremento en el ingreso de carga. A diferencia del gráfico 12, donde se observa que la estimación no se asemeja a la realidad. En este caso, se considerará un escenario conservador en donde se estima que no habrá incremento en el desembarque de carga. La propuesta de mejora se realizará considerando el crecimiento de carga de embarque y la estabilidad de carga de desembarque para los próximos 4 años.

Para poder estimar la capacidad de los anaqueles de embarque y desembarque, se ha graficado la capacidad actual del almacén versus el inventario promedio diario de carga tanto para el embarque como desembarque, ver Gráfico 13. Se tomará un valor tal que el índice de elasticidad del almacén sea 0.85, el cual corresponde a los valores del año 2018. Actualmente el índice de elasticidad, r , es 0.77 para la carga de embarque y 0.7 para la carga de desembarque (ver subcapítulo 2.3.1).

Por lo tanto:

$$Inv. promedio carga embarcada = 46800 * 0.85 = 39780 \text{ kg.}$$

$$Inv. promedio carga desembarcada = 13800 * 0.85 = 11730 \text{ kg.}$$

29

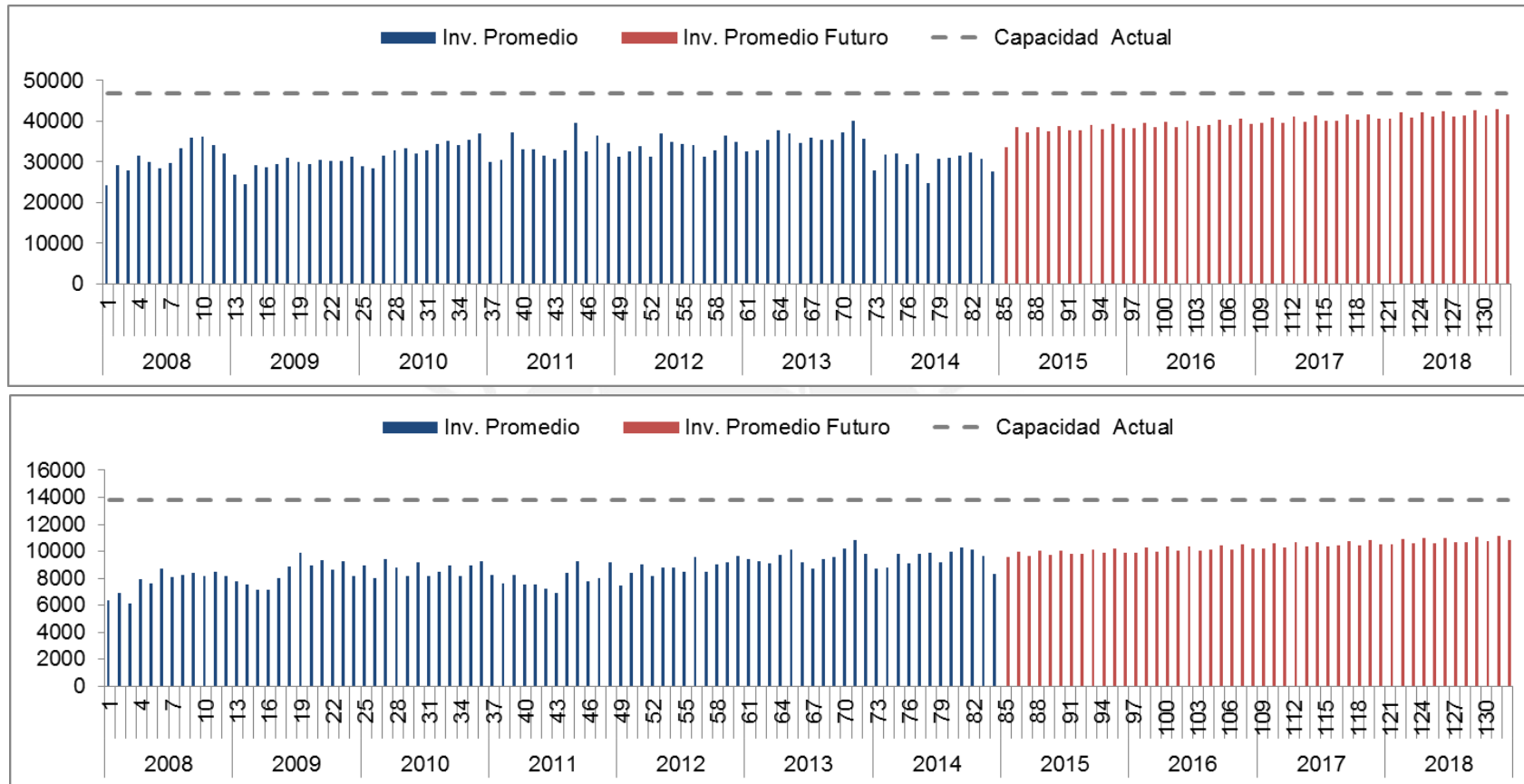


Gráfico 13. Inventario Promedio vs Capacidad Actual desde el año 2008 (embarque, gráfico superior; desembarque, gráfico inferior)

Fuente: Línea aérea.

Elaboración propia

3.2 Diseño del layout general

Para el diseño del layout, se han considerado todas las áreas del actual almacén, tomando en cuenta siguiente:

- Dos espacios ficticios denominados Ingreso y Salida, el primero hace referencia a la zona que tiene acceso el cliente y el segundo hace referencia a la zona cercana al aeropuerto.
- La zona del Counter de la línea aérea se ha considerado en el primer piso, debido a que el flujo actual genera una alta ineficiencia de tiempo en el recorrido, pues está ubicada en el segundo piso.
- La zona de documentación/manifiestos se ha considerado en el primer piso; debido a que el flujo actual genera una alta ineficiencia de tiempo en el recorrido, pues está ubicada al segundo piso.
- Se han considerado los Anaqueles de salidas (embarque) y llegadas (desembarque) como zonas independientes.

La interacción de flujos entre las zonas del almacén se han establecido basándose en la experiencia del Jefe del Almacén de la Línea Aérea y el Jefe del Almacén de la Empresa Proveedora de Servicios. En la Tabla 12 se observan las relaciones entre las zonas del almacén. Cada letra representa la necesidad de cercanía, donde: A=Absolutamente necesaria, E=Especialmente necesaria, I=Importante, O=Cercanía ordinaria, U=sin importancia y X=Indeseable.

Tabla 12. Tabla de Relaciones de Actividades

Acondicionamiento
Etiqueta
Counter línea aérea
Recepción e Inspección
Pesado y medición
Digitación/fact
Segregación
Anaqueles salidas LIM
Paletizado salidas
Documentación/manifi
Planificación
Anaqueles llegadas LIM
Cámara de refrigeración
Entrega carga
Inspección manual
Despaletizado llegadas
Ingreso
Salida

Acondicionamiento		A	A	E	I	U	U	X	X	X	X	X	U	X	X	X	A	X
Etiqueta	A		A	U	U	U	U	X	X	X	X	X	X	x	X	X	A	X
Counter línea aérea	A	A		E	U	I	U	X	X	X	X	O	X	X	X	A	X	
Recepción e Inspección	E	U	E		A	O	U	X	X	U	X	X	X	A	X	I	X	
Pesado y medición	I	U	U	A		A	A	E	I	U	X	X	I	U	O	X	O	
Digitación/fact	U	U	I	O	A		U	U	X	X	X	X	X	X	X	A	X	
Segregación	U	U	U	U	A	U		A	E	X	X	X	E	X	O	X	U	
Anaqueles salidas LIM	X	X	X	X	E	U	A		A	U	I	O	I	X	O	X	X	
Paletizado salidas	X	X	X	X	I	X	E	A		A	A	U	E	O	X	U	U	
Documentación/manifi	X	X	X	U	U	X	X	U	A		E	U	X	X	X	U	A	
Planificación	X	X	X	X	X	X	X	I	A	E		X	I	X	X	X	E	
Anaqueles llegadas LIM	X	X	X	X	X	X	X	O	U	U	X		I	A	X	A	I	
Cámara de refrigeración	U	X	O	X	I	X	E	I	E	X	I	I		E	X	I	U	
Entrega carga	X	x	X	X	U	X	X	X	O	X	X	A	E		X	A	A	
Inspección manual	X	X	X	A	O	X	O	O	X	X	X	X	X	X		X	E	
Despaletizado llegadas	X	X	X	X	X	X	X	X	U	X	X	A	I	A	X		O	
Ingreso	A	A	A	I	O	A	U	X	U	U	X	I	u	A	E	O		
Salida	X	X	X	X	O	X	O	E	A	A	E	E	O	X	U	A	X	

A	E	I	O	U	X	RCT
2	1	1	0	3	8	-58900
2	0	0	0	4	9	-70000
2	1	1	1	2	8	-58890
2	2	0	1	3	7	-47990
3	1	3	1	4	3	1310
1	0	1	1	4	8	-69890
2	2	0	1	5	5	-27990
2	1	2	2	2	6	-38780
3	2	1	1	2	6	-27890
1	1	0	0	4	9	-79000
1	1	2	0	0	11	-98800
2	0	1	1	2	9	-69890
0	3	5	1	1	5	-46490
2	1	0	1	1	10	-78990
1	0	0	3	0	11	-99970
2	0	1	0	1	11	-89900
5	1	2	2	4	2	31220
3	3	0	3	1	6	-26970

69

Elaboración Propia

En la Tabla 12 se obtiene el Ratio de Cercanía Total, el cual representa la suma de los valores absolutos del puntaje asignado a cada letra. Cada letra representa A=10000, B=1000, I=100, O=10, U=0 y X=-10000. En la Tabla 13 se obtienen los valores de RCT, luego de haberlos ordenado:

Tabla 13. Tabla de RCT

	RCT
Ingreso	21220
Pesado y medición	1310
Salida	-26970
Paletizado salidas	-27890
Segregación	-27990
Anaqueles salidas LIM	-38780
Cámara de refrigeración	-46490
Recepción e Inspección	-47990
Counter línea aérea	-58890
Acondicionamiento	-58900
Digitación/fact	-69890
Anaqueles llegadas LIM	-69890
Etiqueta	-70000
Entrega carga	-78990
Documentación/manifi	-79000
Despaletizado llegadas	-89900
Planificación	-98800
Inspección manual	-99970

Elaboración propia

En el Anexo 5, se puede observar el cálculo realizado para saber la ubicación relativa entre departamentos o áreas. Finalmente, en la Figura 26 se obtiene el layout de bloques unitarios final:

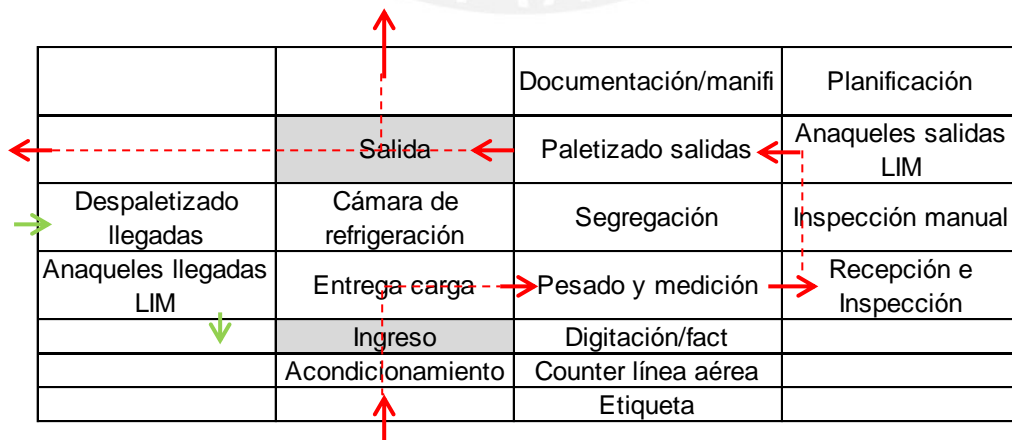


Figura 26. Layout de bloques unitarios

Elaboración Propia

Como se observa, el diseño de bloques unitarios muestra un espacio en rectángulo en donde la mayoría de las zonas interactúen con el resto de tal forma que el recurso humano y de máquina pueda compartirse y además generar menor cantidad de recorridos. Se observa también en la Figura 26 que el flujo que sigue la carga de embarque es en forma de U, ver fechas rojas. Mientras que, el flujo que sigue la carga de embarque es en forma de L, ver flechas verdes.

3.3 Cálculo de espacios necesarios

En el subcapítulo anterior se estableció el layout general de bloques unitarios. El siguiente paso será definir el espacio necesario para cada zona; es decir, determinar el área necesaria en base a la nueva capacidad estimada en el subcapítulo 3.1.

Actualmente, el almacén tiene un área en forma de “C” y sigue un flujo lineal el cual no es el más eficiente. Por tal motivo, dado que el terreno le pertenece a la misma empresa prestadora de servicio. Se utilizará todo el espacio rectangular para la nueva propuesta de mejora. En la Figura 27 se muestra como el espacio que no se utiliza, (izquierda, espacio plomo) que mide 926 m², se trasladará hacia la parte superior (derecha, espacio plomo).

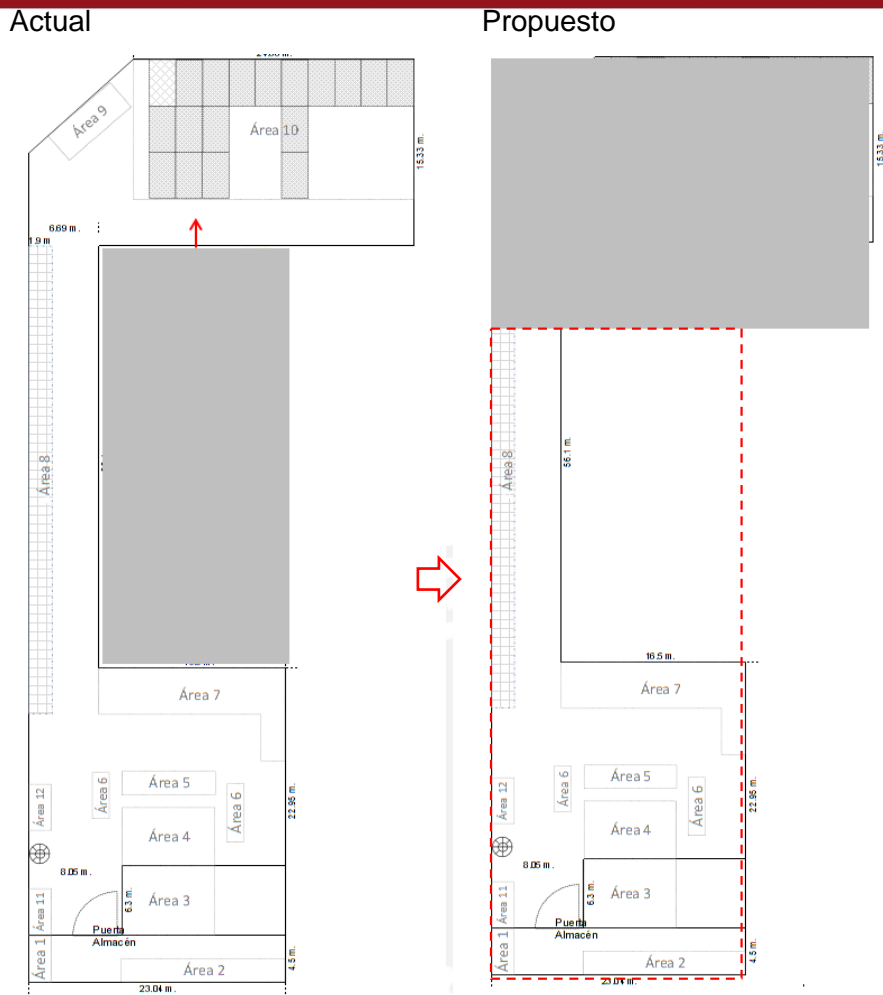


Figura 27. Propuesta de área total del almacén

Elaboración Propia

Para la propuesta de la nueva área del almacén, se ha tomado en cuenta las restricciones del almacén:

- Sólo hay un lado del almacén de cara al cliente, ver figura 27 (lado inferior más corto del rectángulo).
- Sólo hay dos accesos para el despacho de la carga, ver figura 27 (lado superior más corto del rectángulo y lado izquierdo más largo del rectángulo).

Por lo tanto, el almacén propuesto tendrá como medidas:

- Ancho: 23.04 m.
- Largo: 62.1 m

El almacén por lo tanto, tendrá un área de 1443 m², 18 m² más que el actual, con la diferencia que éste tendrá una superficie de forma rectangular, más no de "C".

Debido al supuesto de incremento en capacidad, será necesario determinar la cantidad de m² a almacenar en los anaqueles, por lo cual se considerará lo siguiente:

- Inventario promedio para carga de embarque: 39780 kg.
- Inventario promedio para carga de desembarque: 11730 kg.
- Otros (carga en abandono, inmovilizada, parihuela y espacio libre):
18600 kg.

El almacén actual puede ocupar hasta 6 niveles. Por lo tanto, dado que cada parihuela puede contener hasta 300 kilos, serán necesarias:

$$\frac{\text{Inv. promedio carga embarcada}}{\text{Capacidad de parihuela}} = \frac{39780}{300} = 133 \text{ parihuelas}$$

$$\frac{\text{Inv. promedio carga desembarcada}}{\text{Capacidad de parihuela}} = \frac{11730}{300} = 40 \text{ parihuelas}$$

$$\frac{\text{Inv. promedio otros}}{\text{Capacidad de parihuela}} = \frac{18600}{300} = 62 \text{ parihuelas}$$

En la Figura 28 se considera que por cada posición, hay espacio para dos parihuelas de 1.2 x 1m.

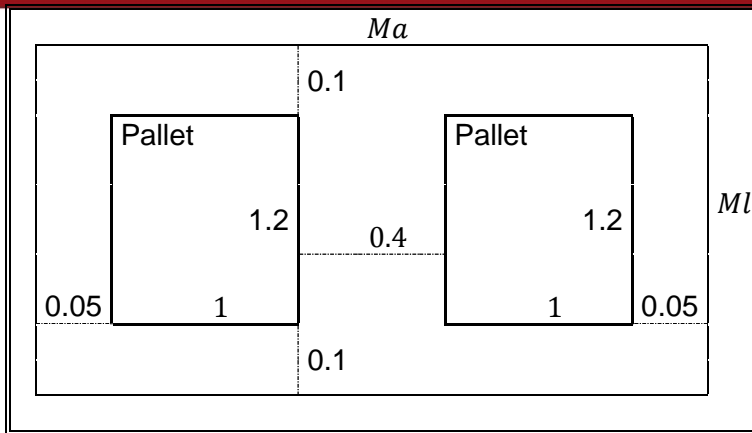


Figura 28. Módulo Base para anaqueles (medidas en metros)

Fuente: Adaptado de Anaya (2008)

Donde:

$$Ma = 0.05 + 1 + 0.4 + 1 + 0.05 = 2.5 \text{ m.}$$

$$Ml = 0.1 + 1.2 + 0.1 = 1.4 \text{ m.}$$

Aplicando la fórmula de m^2 de almacenamiento y variando el número de niveles, en la Tabla 14 se obtienen las siguientes áreas:

Tabla 14. Cálculo de área requerida para anaqueles

Tipo de Carga	Niveles	Parihuelas	$L^* \times A^* = \frac{P \times Ma \times Ml}{2 \times n}$	Ancho	Largo
Embarque	6	133	38.8	1.9	20.4
	5		46.6	1.9	24.5
	4		58.2	1.9	30.6
	3		77.6	1.9	40.8
Desembarque	6	40	11.7	1.9	6.1
	5		14.0	1.9	7.4
	4		17.5	1.9	9.2
	3		23.3	1.9	12.3
Otros	6	62	18.1	1.9	9.5
	5		21.7	1.9	11.4
	4		27.1	1.9	14.3
	3		36.2	1.9	19.0
Desembarque y Otros	6	102	29.75	1.9	15.7
	5		35.7	1.9	18.8
	4		44.625	1.9	23.5

Elaboración propia.

Para facilitar el proceso de ubicación de carga, se ha establecido utilizar anaqueles de 3 niveles para la carga de embarque y desembarque. Mientras que para carga en abandono, inmovilizada, parihuelas y espacios libre se ha considerado 6 niveles, debido a que ésta carga tiene menor rotación.

Según el análisis del capítulo 2, la carga ingresada se coloca temporalmente en la zona de segregación para ir luego a los anaqueles o la zona de despacho. Por lo tanto, tomando el día y hora con mayor flujo de carga, miércoles entre las 0 - 3 am., se estima que ingresan 9000 kilos.

Dado que cada parihuela tiene capacidad para 300 kg, será necesario entonces 30 parihuelas. Para ello, en la Figura 29 se ha determinado el espacio necesario para la zona de segregación:

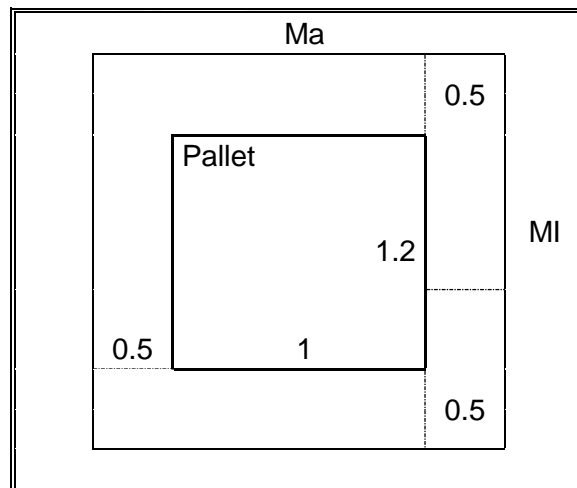


Figura 29. Módulo Base para segregación (medidas en metros)

Fuente: Adaptado de Anaya (2008)

Aplicando la fórmula de m^2 de almacenamiento, en la Tabla 15 se muestra el área requerida:

Tabla 15. Cálculo de área requerida para zona de segregación

Tipo de Carga	Niveles	Parihuelas	$L^* \times A^* = \frac{P \times Ma \times Ml}{2 \times n}$
Segregación / Embarque	1	30	132.0

Elaboración propia

El resto de áreas mantiene su misma dimensión. Con la única variación de cambio de ubicación dentro del almacén.

En el Gráfico 14 se muestra la propuesta de diseño del almacén, considerando la nueva ubicación de bloques unitarios y las nuevas medidas de área de algunas zonas.



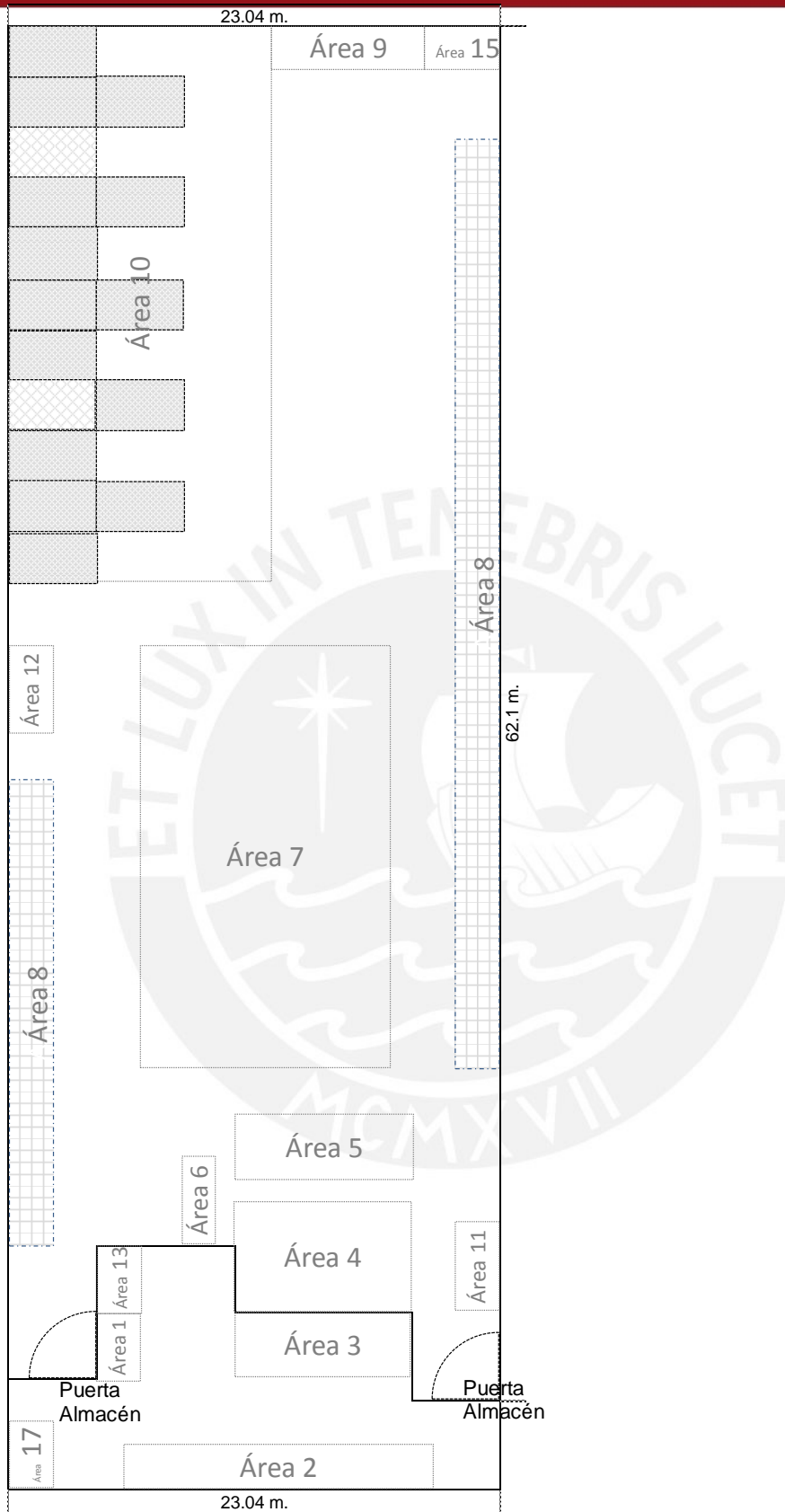


Gráfico 14. Propuesta de diseño del almacén

Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 16 se muestra la variación de las áreas:

Tabla 16. Variación de área. Actual vs Propuesto

Área	Descripción	m ²		
		Actual	Propuesto	% Area
<i>PRIMER NIVEL</i>				
Área 1	Etiquetas	8	8	0%
Área 2	Acondicionamiento de carga	28	28	0%
Área 3	Recepción de salidas	48	24	-50%
Área 4	Recepción e inspección de seguridad	40	40	0%
Área 5	Pesado y medición	16	16	0%
Área 6	Digitación	15	15	0%
Área 7	Segregación	74	132	78%
Área 8	Anaqueles de salida y llegada	114	62.5	-45%
Área 9	Despacho / documental	12	12	0%
Área 10	Despacho de vuelos	296	296	0%
Área 11	Inspección manual / Puerta	8	8	0%
Área 12	Cámara de refrigeración	8	8	0%
	Pasillos	758	770	2%
Sub-Total		1425	1419.5	0%
Área 13	Counter de línea aérea	11	11	0%
Área 15	Manifiesto / Documental	7	7	0%
Área 17	Recepción de llegadas	40	6	-85%
Total		1483	1443.5	-3%
<i>SEGUNDO NIVEL</i>				
Área 13	Counter de línea aérea	11		
Área 14	Facturación	45		
Área 15	Manifiesto / Documental	7		
Área 16	Administrativo	45		
Área 17	Recepción de llegadas	40		
Área 18	Vestuario / SS.HH.	24		
	Pasillos	76		
Total		248		

Elaboración propia.

3.4 Diseño del sistema de almacenaje y preparación de pedidos

El sistema de almacenamiento empleado es la estantería convencional o llamado en el almacén como anaqueles convencionales, con la principal característica que hay sólo un anaquel y un pasillo. Del subcapítulo anterior, se determinó que el anaquel de embarque y desembarque tendrá 3 niveles cada uno, y el anaquel del resto de carga será de 6 niveles. En la Tabla 17 se muestra la distribución de las posiciones de los anaqueles siguiendo el análisis ABC:

Tabla 17. Análisis ABC para la distribución de anaqueles

Destino	Inv. Diario	prom. % Representa	% Acumulado	ABC
Iquitos	13835	35%	35%	A
Cusco	4755	12%	47%	
Arequipa	4288	11%	58%	
Pucallpa	3031	8%	65%	
Piura	2934	7%	73%	
Tarapoto	2900	7%	80%	
Tacna	2116	5%	85%	B
Chiclayo	1795	5%	90%	
Cajamarca	1211	3%	93%	
Juliaca	1003	3%	95%	
Trujillo	841	2%	97%	C
Puerto Maldonado	630	2%	99%	
Tumbes	441	1%	100%	
Total	39780	100%		

Elaboración propia

De acuerdo al análisis anterior, en el Gráfico 15 se muestra la distribución de anaqueles. El lado que representa la letra A estaría del lado más próximo a la zona de paletización; mientras que el lado que representa la letra C estaría del lado más lejano a la zona de paletización.

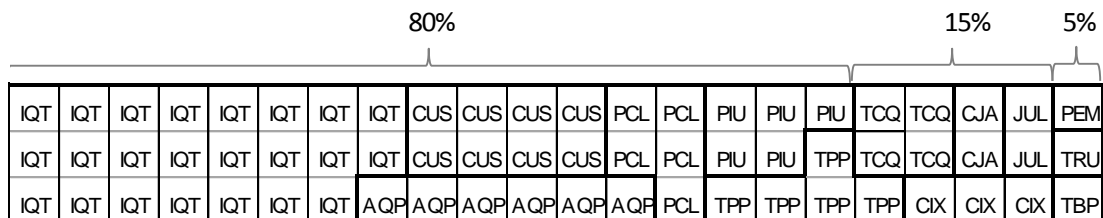


Gráfico 15. Distribución de anaqueles según análisis ABC

Elaboración propia

En el caso de la preparación de pedidos, se mantienen los tres tipos de preparación de pedidos actual: una preparación de pedidos programado para el destino de Iquitos, el cual posee gran cantidad de carga respecto al resto (38%), una preparación de pedidos programado para los primeros vuelos de provincias (todos menos Iquitos) y una preparación de pedidos in situ para el resto de vuelos de provincias (todos menos Iquitos).

Con el nuevo diseño del almacén, se estima que los tiempos para la preparación de pedidos se reduzca debido a las cortas distancias entre las zonas, lo que genera menor recorrido y además, al tener menor cantidad de niveles, se logra reducir la espera de tiempo para que la elevadora ubique la carga. En la Figura 30 y 31 se muestran los tiempos actuales y de mejora:

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio actual	Tiempo medio propuesto
1	● ▽ → D □	Imprime hoja de picking	2 min.	2 min.
2	○ ▽ → D ■	Verificar ubicación de guía aérea en almacén	3 min.	3 min.
3	○ ▽ → D □	Transporte hacia anaqueles	0.5 min.	0.2 min.
4	● ▽ → D □	Ubicar OS en anaquel	5 min.	1 min.
5	● ▽ → D □	Solicitar a conductor de elevadora mover la carga	0.1 min.	0.1 min.
6	○ ▽ → ■ □	Esperar que elevadora mueva la carga	6 min.	1 min.
7	● ▽ → D □	Colocar carga en pallet	2 min.	1 min.
8	○ ▽ → D □	Transporte hacia área de despacho de vuelo	1 min.	0.2 min.
9	○ ▽ → D □	Dejar carga en área de despacho	1 min.	0.5 min.
10	○ ▽ → D ■	Verificar ubicación de guía aérea en almacén	1 min.	0.5 min.
11	○ ▽ → D □	Transporte hacia área de segregación	1.5 min.	0.5 min.
12	● ▽ → D □	Colocar carga en pallet	1 min.	1 min.
13	○ ▽ → D □	Transporte hacia área de despacho de vuelo	1.5 min.	0.5 min.
14	○ ▽ → D □	Dejar carga en área de despacho	2 min.	0.5 min.
Tiempo total			27.6 min.	12 min.

Figura 30. Proceso de recorrido del ubicador en el almacén.

Elaboración propia


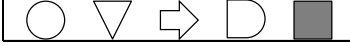






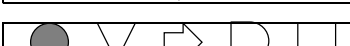


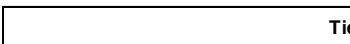
	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio actual	Tiempo medio propuesto
1		Imprime hoja de picking	2.0 min.	2 min.
2		Verificar ubicación de guía aérea en almacén	3.0 min.	3 min.
3		Transporte hacia anaqueles	0.5 min.	0.2 min.
4		Ubicar OS en anaquel	5.0 min.	1 min.
5		Colocar carga en pallet	2.0 min.	1 min.
6		Transporte hacia área de despacho de vuelo	1.0 min.	0.2 min.
7		Dejar carga en área de despacho	1.0 min.	1 min.
8		Verificar ubicación de guía aérea en almacén	1.0 min.	0.5 min.
9		Transporte hacia área de segregación	1.5 min.	0.5 min.
10		Colocar carga en pallet	1.0 min.	1 min.
11		Transporte hacia área de despacho de vuelo	1.5 min.	0.5 min.
12		Dejar carga en área de despacho	2.0 min.	0.5 min.
Tiempo total			21.5 min.	11.4 min.

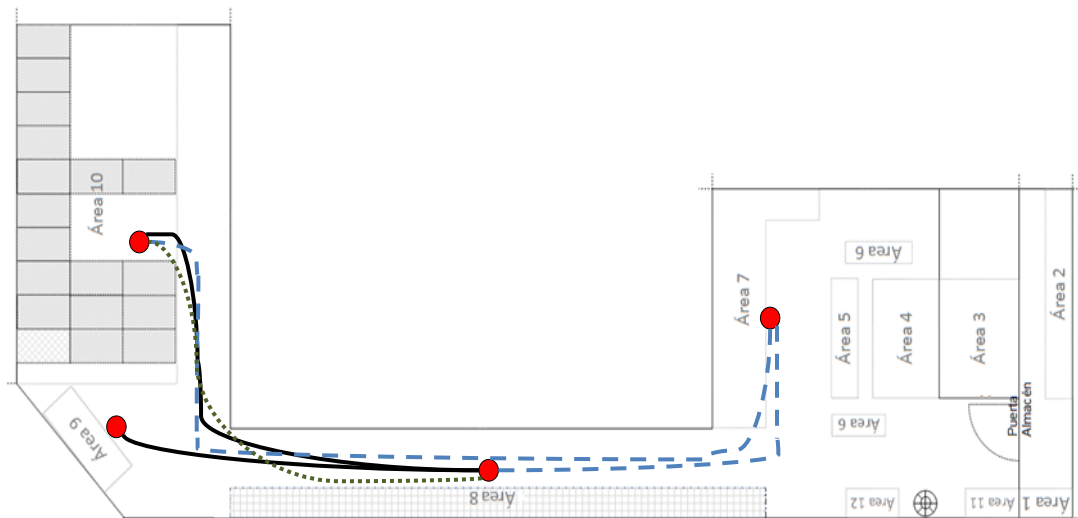
Figura 31. Proceso de recorrido del físico en el almacén.

Elaboración propia

En total, el tiempo por cada recorrido sería reducido en 15.6 minutos para el ubicador y 10.6 min. para el físico.

Finalmente, en la Figura 32 se muestra el diagrama de recorrido:

Actual



Propuesto

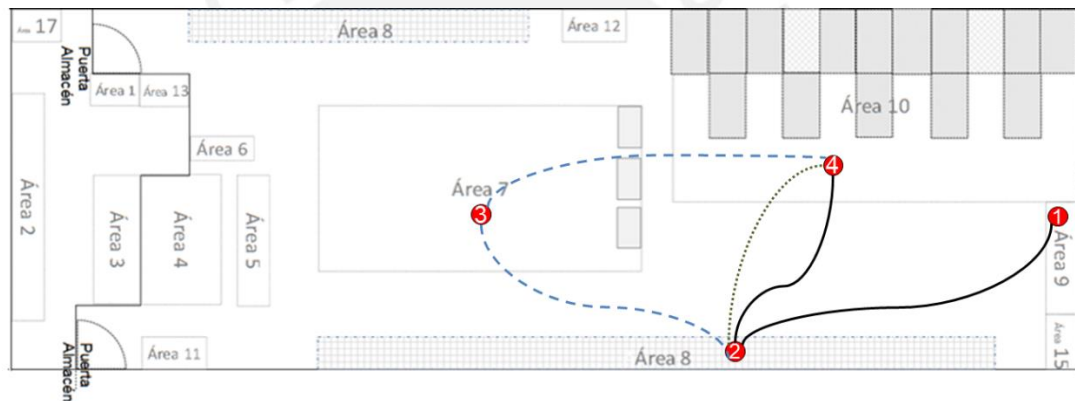


Figura 32. Diagrama de recorrido mejorado del ubicador
Elaboración propia

Donde, el punto 1 representa la zona de manifiesto, el punto 2 representan los anaqueles de embarque, el punto 3 la zona de segregación y el punto 4 la zona de despacho. Como se observa, el flujo se realiza de forma más ordenada y la cercanía de las zona contribuye en la reducción de tiempos en los recorridos.

Por otro lado, para finalizar el proceso de paletizado se mejoró también los tiempos de envío y recojo de documentos, ver Figura 33. Esto debido principalmente a que la zona de documentos de considera en el primer nivel, más no en el segundo nivel.



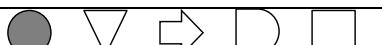


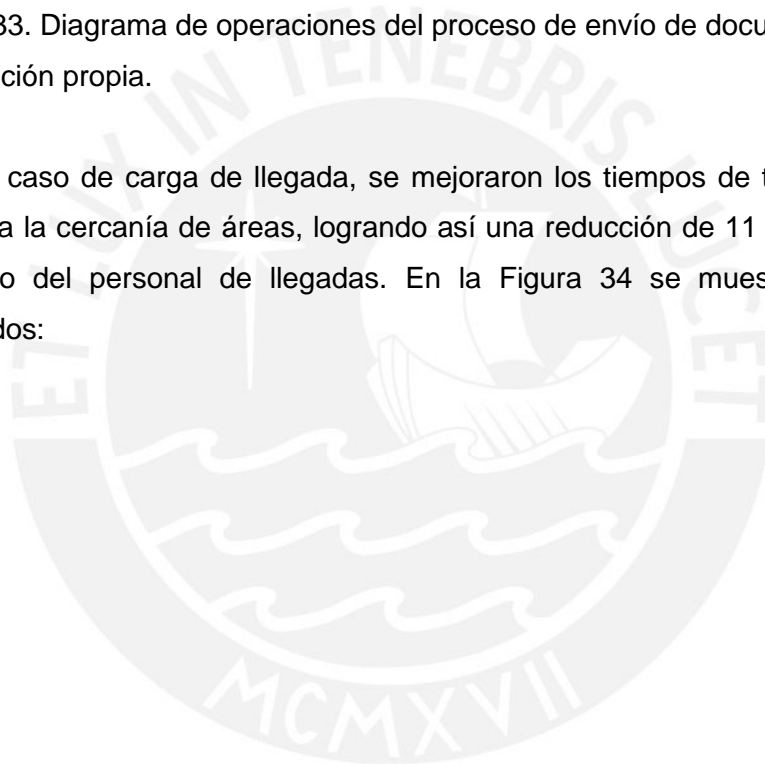
	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio	Tiempo medio Propuesto
1		Llamado de la zona de manifiestos	5 seg.	5 seg.
2		Transporte hacia el segundo nivel	120 seg.	0 seg.
3		Recoger documentos	30 seg.	30 seg.
4		Transporte hacia el primer nivel	120 seg.	0 seg.
5		Dejar documentos	30 seg.	30 seg.
Tiempo total			305 seg.	65 seg.

Figura 33. Diagrama de operaciones del proceso de envío de documentos
Elaboración propia.

Para el caso de carga de llegada, se mejoraron los tiempos de traslado de carga debido a la cercanía de áreas, logrando así una reducción de 11 minutos por cada recorrido del personal de llegadas. En la Figura 34 se muestran los tiempos mejorados:

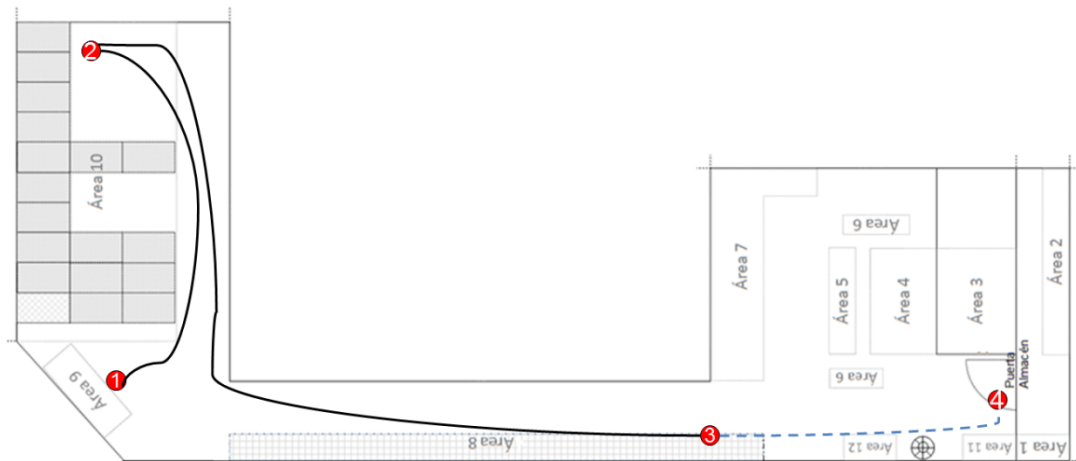


	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio	Tiempo medio propuesto
1	● ▽ → D □	Imprime hoja de picking	2 min.	2 min.
2	○ ▽ → D ■	Transporte hacia área de despacho de vuelo	0.8 min.	0.1 min.
3	○ ▽ → D □	Realizar conteo de bultos	10 min.	10 min.
4	● ▽ → D □	Colocar carga en pallet	3 min.	3 min.
5	● ▽ → D □	Transporte hacia anaqueles	1 min.	0.3 min.
6	○ ▽ → D ■	Colocar carga en anaqueles	10 min.	3 min.
7	● ▽ → D □	Transporte hacia área de llegadas	1 min.	0.2 min.
8	○ ▽ → D □	Solicitar a cliente OS	0.1 min.	0.1 min.
9	○ ▽ → D □	Transporte hacia anaqueles	1 min.	0.2 min.
10	● ▽ → D □	Ubicar OS en anaquel	1 min.	0.8 min.
11	● ▽ → D □	Colocar carga en pallet	1 min.	0.5 min.
12	○ ▽ → D □	Transporte hacia área de llegadas	1 min.	0.2 min.
13	○ ▽ → D □	Dejar carga en área de llegadas	0.5 min.	0.5 min.
Tiempo total			32.4 min.	20.9 min.

Figura 34. Diagrama de operaciones del proceso de recojo de carga de llegadas. Elaboración propia.

Por último, en la Figura 35 se muestra el diagrama de recorrido:

Actual



Propuesto

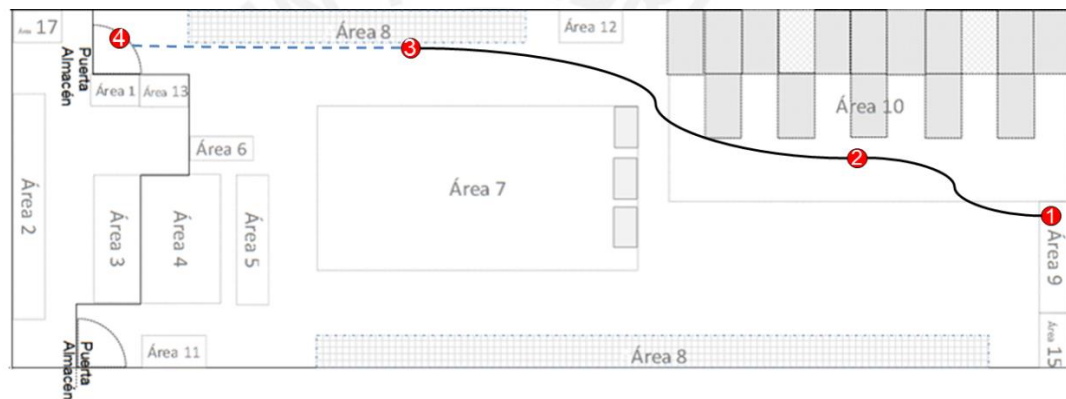
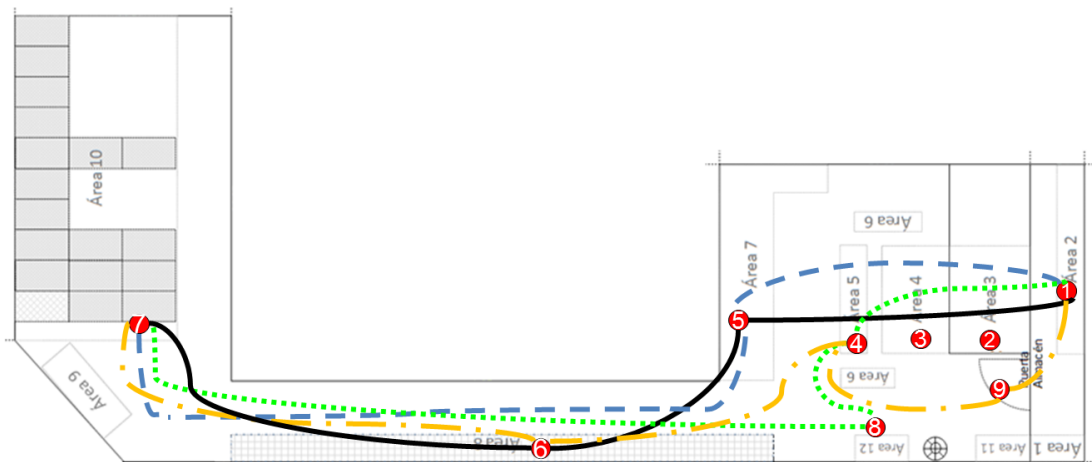


Figura 35. Diagrama de Recorrido mejorado del personal de llegadas

Elaboración propia

Por otro lado, se identificó que los productos de acuerdo a su condición física realizaban largos recorridos y los flujos entre los productos hacía que haya una mala manipulación de la carga. Se decidió dar enfoque a los tiempos de recepción y los flujos de estos productos. En la Figura 36 se observa el flujo ordenado y directo que realizaría cada familia de productos, lo cual permitiría menor tiempo de recorrido y menor manipulación de la carga.

Actual



Propuesto

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| ① Acondicionamiento de carga | ⑥ Anaqueles de salida y llegada | Grupo A — |
| ② Recepción de salidas | ⑦ Despacho de vuelos | Grupo B - - - |
| ③ Recepción e inspección de seguridad | ⑧ Cámara de refrigeración | Grupo C ····· |
| ④ Pesado y medición | ⑨ Inspección manual / Puerta | Grupo D - · - · |
| ⑤ Segregación | | |



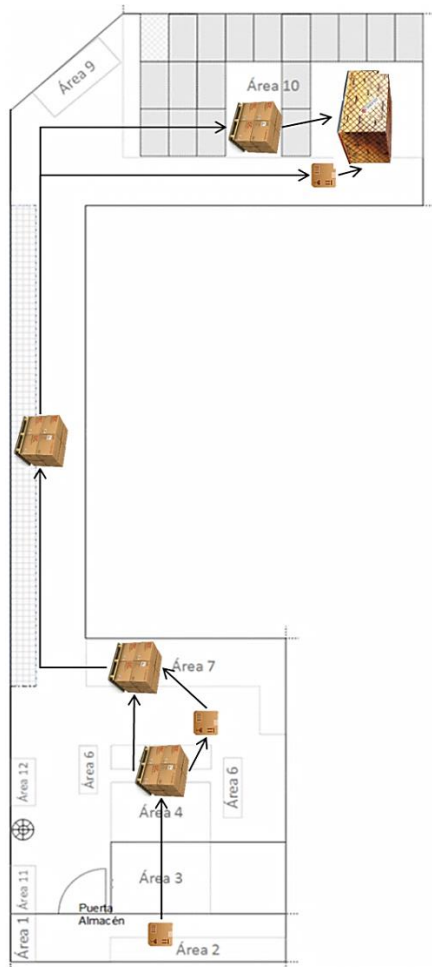
Figura 36. Diagrama de Recorrido mejorado de acuerdo a las características físicas de la carga

Elaboración propia

Esta nueva distribución del almacén, no sólo permitirá un menor recorrido sino mayor productividad en las actividades. Así, el nuevo espacio en la zona de segregación, el cual paso de 74 m² a 200 m², permitirá que la carga pase directamente en el pallet desde la zona de recepción e inspección hasta la zona de despacho.

Esta nueva distribución permitirá hacer un recorrido cross-docking en el caso de la carga que desee salir de forma inmediata, ya que al tener menor cantidad de unidades de almacenamiento y dada la cercanía de las zonas, la carga podrá pasar de forma directa hacia la zona de despacho, como en el caso de los periódicos. En el Gráfico 16 se muestra cómo mejoraría la unidad de almacenamiento:

Actual



Propuesta

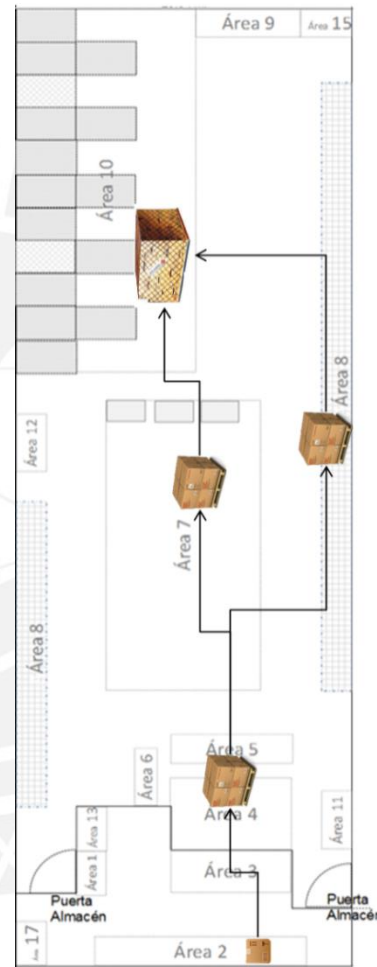







Gráfico 16. Proceso de mejora en la unitarización de la carga

Elaboración propia

Con el nuevo diseño del almacén, se estima que los tiempos de recepción para los productos comerciales se reduzcan debido a la implementación de nuevas etiquetas y la reducción de distancias entre las zonas de recepción. En las Figuras 37, 38 y 39 se muestran los tiempos actuales y de mejora. En total, el tiempo medio del proceso de recepción del producto Standard y Terrestre Express sería reducido

en 23 segundos, ver Figura 37. Mientras que, el producto Prime sería reducido en 26 segundos, ver Figura 38. Por último, el producto Next Flight sería reducido en 270 segundos, ver Figura 39.

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio	Tiempo medio Propuesto
1		Llamado del counter de la línea aérea	5 seg.	5 seg.
2		Transporte hacia el segundo nivel	30 seg.	0 seg.
3		Recoger carga y etiquetas	60 seg.	60 seg.
4		Transporte hacia el primer nivel	30 seg.	0 seg.
5		Colocar carga en pallet	60 seg.	60 seg.
Tiempo total			185 seg.	125 seg.








	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio	Tiempo medio Propuesto
1		Llamado del counter de la línea aérea	5 seg.	5 seg.
2		Transporte hacia el segundo nivel	30 seg.	0 seg.
3		Recoger carga y etiquetas	60 seg.	60 seg.
4		Transporte hacia el primer nivel	30 seg.	0 seg.
5		Colocar carga en pallet	60 seg.	60 seg.
5		Buscar carga en almacén	180 seg.	0 seg.
5		Pegar etiquetas	30 seg.	0 seg.
Tiempo total			395 seg.	125 seg.

Figura 37. Diagrama de Operaciones del producto Next Flight (superior, primer nivel; inferior, segundo nivel)

Elaboración Propia

STANDARD FAJA 2

	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio	Tiempo medio Propuesto
1		Hacia parihuela	10 seg.	0 seg.
2		Tomar parihuela	3 seg.	0 seg.
3		Hacia balanza	10 seg.	0 seg.
4		Colocar parihuela	7 seg.	7 seg.
5		Hacia SEG	3 seg.	3 seg.
6		Tomar Acta	2 seg.	2 seg.
7		Hacia balanza	3 seg.	3 seg.
8		Colocar balanza en 0	3 seg.	3 seg.
9		Colocar bulto		
10		Demora en faja		
11		Colocar bulto		
12		Medir y pesar bulto		
13		Ingresar peso y medidas en Acta	5 seg.	5 seg.
14		Hacia digitación	2 seg.	2 seg.
15		Colocar Acta en bandeja	2 seg.	2 seg.
16		Hacia balanza	2 seg.	2 seg.
17		Espera hasta el siguiente bulto	seg.	seg.
Tiempo total			52 seg.	29 seg.

Figura 38. Diagrama de Operaciones del producto Standard y Terrestre Express
Elaboración Propia

El producto Standard representa un 92,6% de ingreso en kilos. En un día de trabajo se realizan en promedio 1000 operaciones de este producto; por lo tanto la mejora de tiempos sería de 52000 segundos (14 horas) a 29000 segundos (8 horas). Generando mayor tiempo para procesar mayor cantidad de kilos.

PRIME FAJA 2				
	Nomenclatura	Descripción de operación	Tiempo medio	Tiempo medio Propuesto
1		Hacia parihuela	10 seg.	0 seg.
2		Tomar parihuela	3 seg.	0 seg.
3		Hacia balanza	10 seg.	0 seg.
4		Colocar parihuela	7 seg.	7 seg.
5		Hacia SEG	3 seg.	3 seg.
6		Tomar Acta	2 seg.	2 seg.
7		Hacia balanza	3 seg.	3 seg.
8		Colocar balanza en 0	3 seg.	3 seg.
9		Etiquetar bulto	3 seg.	0 seg.
10		Colocar bulto		
11		Demora en faja		
12		Colocar bulto		
13		Medir y pesar bulto		
14		Ingresar peso y medidas en Acta	5 seg.	5 seg.
15		Hacia digitación	2 seg.	2 seg.
16		Colocar Acta en bandeja	2 seg.	2 seg.
17		Hacia balanza	2 seg.	2 seg.
15		Espera hasta el siguiente bulto	seg.	seg.
Tiempo total			55 seg.	29 seg.

Figura 39. Diagrama de Operaciones del producto Prime y Urgente
Elaboración Propia

Así también, de acuerdo a las características de los productos comerciales, se necesitará identificar también las ubicaciones de los productos en el almacén:

- Para el caso del producto Estándar y Terrestre Expreses, dado que tienen procesamiento similar y en el caso del producto estándar representa el 85%

de los ingresos. Se ha determinado utilizar el 100% de los anaqueles para este tipo de producto.

- En el caso del producto Urgente y Next Flight, dado la importancia del producto y la característica de volar en el vuelo inmediato. Se ha determinado brindar una zona específicamente para Urgente (ver Gráfico 17, rojo) y Next Flight (ver Gráfico 17, amarillo) en la zona de segregación. En este caso, la carga sigue un proceso cross docking.
- Para el caso del producto Prime (ver Gráfico 17, azul), dado que este producto sólo se embarca en los primero vuelos, no existe inventario en el almacén; es decir es carga que no debería ser almacenada. Por lo tanto, dado que el ingreso de ésta carga es en la madrugada, se utilizará sólo la zona de segregación para distribuir la carga.
- Por último, la zona blanca quedaría de espacio para colocar el stock de parihuelas a utilizar.

Por lo tanto, dicho lo anterior. En el Gráfico 17 se muestra la distribución en la zona de segregación:

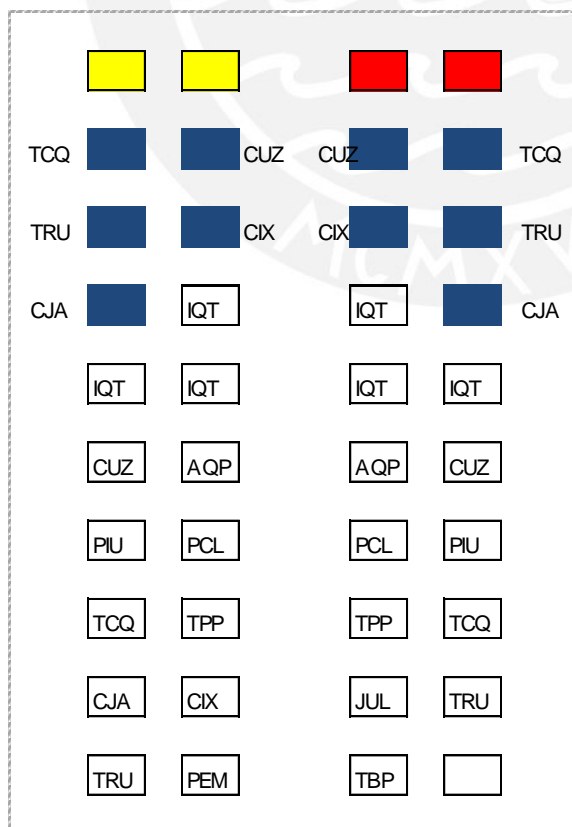


Gráfico 17. Distribución de parihuelas en zona de segregación

Elaboración propia.

Finalmente, es importante determinar la cantidad de equipos de manipulación a utilizar. Actualmente se tiene una elevadora convencional (1), un traspalé eléctrico (1) y cinco traspalé manual (5).

Estos equipos deberán cumplir con dos principales características: carga-descarga y manipulación de la carga. Dado que el recorrido en el almacén es continuo, actualmente se tienen traspalé manuales los cuales requieren de esfuerzo físico del operario y el movimiento de traslado entre zonas es lento. Por lo tanto, se ha determinado tener sólo equipos eléctricos.

- Preparación de pedido: se está considerando como T_c el tiempo en ubicar la carga en los anaqueles, dado que un vuelo puede tener hasta 3000kg, y cada pallet tiene capacidad para 300kg. El flujo para este proceso será 10 parihuelas. Por último, el tiempo para realizar ésta operación es de 60 min.

$$R = \frac{12 \text{ min} \times 10}{60 \text{ min}} = 2$$

- Movimiento de carga dentro del almacén: tomando el horario de mayor demanda de carga miércoles de 0 a 3 am. donde se procesan 9000 kg, es decir 30 parihuelas en un tiempo disponible de 180 min. Se determinó que se demora 33 min. en realizar los movimientos entre la zona de recepción y segregación.

$$R = \frac{33 \text{ min} \times 30}{180 \text{ min}} = 5.5 \approx 6$$

En la Tabla 18 se muestran dos propuestas de equipos a utilizar:

Tabla 18. Comparación de equipo de mantenimiento.

	Interior	Exterior	Carga-Descarga	Manipulación	Apilado
Traspalé eléctrico	A	C	C	B	D
Traspalé eléctrico	A	C	B	B	D
Traspalé eléctrico con conductor sentado	A	C	B	A	D
Carretillas contrapesadas	A	A	A	A	A
Carretilla de grandes cargas	A	A	A	A	B
Apilador	A	B	B	B	B
Apilador de conductor montado	A	B	B	A	B
Apilador retráctil	A	B	B	A	A
Carretilla recoge pedidos	A	D	B	C	D
Carretillas trilaterales	A	D	C	C	D
Carretillas combi	A	D	B	C	D

Fuente: Errasti (2011)

Para la preparación de pedidos, dado que ya se cuenta con una elevadora eléctrica, sólo será necesario adquirir una carretilla contrapesada. Para el movimiento de carga, manipulación, se mantendrá el traspalé eléctrico y se propone adquirir los cinco faltantes.

CAPITULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se analizarán los ingresos, egresos y la inversión a realizar para la mejora en los procesos del almacén. Ésta última requerirá de inversión en la reorganización de las zonas del almacén, y la compra equipos de manutención. Para medir el impacto económico de la mejora, se evaluará la reducción de tiempos a lo largo de los procesos y se mostrará el VAN y TIR de la propuesta de mejora.

4.1 Análisis de la situación económica actual

La empresa cuenta con los siguientes costos:

- Insumos para la operación: incluyen etiquetas, papeles, stretchfilm y otros insumos que demande la operación.
- Servicios auxiliares: se incluye agua, luz y teléfono.
- Costo de mantenimiento de maquinaria: sólo incluye los equipos de manutención y cámara de refrigeración. El mantenimiento de la máquina de RX es pagada por la línea aérea.
- En el caso de las remuneraciones al personal, en la Tabla 19 se muestran los costos:

Tabla 19. Costos mensuales del personal del almacén

Nº personas	Funciones	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
69	Operadores	1,950.00	134,550.00
6	Líder	2,550.00	15,300.00
2	Supervisor	3,120.00	6,240.00
1	Coordinador	4,950.00	4,950.00
1	Jefe	7,500.00	7,500.00
Remuneración al personal			168,540.00

Fuente: Proveedor de servicios.

Elaboración propia.

Los costos del personal incluyen, capacitaciones e ingreso de personal, movilidad, uniforme, EPPs, alimentación, seguro y otros. En la Tabla 20 se observan los egresos totales:

Tabla 20. Egresos totales del almacén en (S/.), 2014

Descripción	Costo (S/.)
Insumos para la operación	3,250.00
Remuneraciones al personal	168,540.00
Servicios auxiliares	2,000.00
Costo mantenimiento de maquinaria	1,380.00
Total de egreso mensual	175,170.00
Reclamos anuales	32,000.00
Total de egreso anual	2,134,040.00

Fuente: Proveedor de servicios.

Elaboración propia.

Los ingresos de la empresa son únicamente por los kilos ingresados al almacén, tanto de la carga que va de Lima hacia provincias, como de Provincias a Lima. Es de suma importancia mencionar que el diseño de costos de la empresa proveedora de servicios está diseñado para que genere una ganancia mínima, esto debido a que su principal fuente de ingreso es el negocio de carga internacional.

EL costo de los ingresos varía dependiendo la cantidad de kilos ingresados. Si los kilos ingresados son menores a 12 MM de kilos, el costo es de 20.51 cent S/. por kilo; mientras que si los kilos ingresados son mayores a 12 MM, el costo es de 14.98 cent S/. por kilo. Dado que los ingresos son 14,549,507.5 kilos ; es decir, mayores a 12 MM. En la Tabla 21 se obtienen los ingresos actuales anuales, 2014:

Tabla 21. Ingresos anuales totales del almacén en (S/.)

Descripción	Costo (S/.)
Ingresos por Kilos recibidos	2,179,516.22
Total de ingreso anual	2,179,516.22

Fuente: Proveedor de servicios.

Elaboración propia.

Por lo tanto, según lo mencionado se tiene un ingreso neto de S/. 45,476.00 anuales.

4.2 Costos de inversión para la implementación de mejoras

La inversión a realizar está sustentada en las variaciones de la ubicación de zonas del almacén. De esta forma, se detallará las modificaciones a realizar:

- a) *Reorganización de los anaqueles*: actualmente, se cuenta con 1 anaquel de 6 niveles y 132 posiciones. De acuerdo a la propuesta, será necesario 1 anaquel de 6 niveles con 30 posiciones (A1), 1 anaquel de 3 niveles con 21 posiciones (A2) y 1 anaquel de 3 niveles con 66 posiciones (A3). El anaquel A1 y A2 tiene la misma ubicación del anaquel actual, es decir que no requerirá de cambios. Pero para el anaquel A3 será necesario invertir en la movilización de 66 posiciones. Con esto quedarían 15 posiciones, las cuales se mantendrían en su lugar como anaqueles de reserva.
- b) *Reorganización de billas de metal*: actualmente se cuenta con 17 billas de metal y una billa que hace función de balanza. Para la propuesta será necesario invertir en la movilización de todas las billas y además, la adquisición de una balanza adicional.
- c) *Reorganización de la zona de segregación*: la nueva zona de segregación requerirá del pintado de espacios en el suelo para una mejor visualización de la separación por provincias. Actualmente se cuenta con 310 parihuelas. Con la propuesta se requerirá de 235 parihuelas; por lo tanto no será necesario invertir en la adquisición de parihuelas.
- d) *Adquisición de equipos de mantenimiento*: la propuesta incluye la compra de cinco traspalé eléctricos los cuales mejorarán el flujo de los materiales y la manipulación de la carga en el almacén.
- e) *Reorganización de la zona de recepción*: la zona de recepción requerirá la colocación de una puerta en el lado derecho del almacén. Asimismo, la movilización de la zona del Counter de la línea aérea y la zona de etiquetas. La

primera zona se movilizará del segundo nivel al primer nivel y la segunda zona se movilizará en el mismo nivel, pero a otra posición.

En la Tabla 22 se muestra el resultado de la inversión:

Tabla 22. Inversión en (S/.) para la implementación de mejora

Ítem	Cantidad	Costo Unit.	Inversión total
Anaqueles	66	S/. 2,500.00	S/. 165,000.00
Billas de metal	17	S/. 600.00	S/. 10,200.00
Balanza	1	S/. 750.00	S/. 750.00
Traspalé eléctrico	5	S/. 8,056.00	S/. 40,280.00
Zona de etiquetas	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Zona de counter	1	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
Puerta de ingreso	1	S/. 9,000.00	S/. 9,000.00
Inversión total			S/. 233,230.00

Elaboración propia.

La inversión propuesta influirá directamente a los tiempos actuales de recepción, tiempos de recorrido y procesamiento de la carga. La Tabla 23 muestra las mejoras a generarse:

Tabla 23. Mejora de tiempos luego de la implementación en el almacén

Mejoras	Actual	Propuesto	Diferencia	Mejora en %	Nº operaciones al día	Total	Total Horas
Redefinición de flujo de recepción de producto Standard y Terrestre Express en RX1	33	29	4	12%	500	2000	0.6
Redefinición de flujo de recepción de producto Standard y Terrestre Express en RX2	52	29	23	44%	400	9200	2.6
Redefinición de flujo de recepción de producto Prime y Urgente	55	29	26	47%	300	7800	2.2
Redefinición de flujo de recepción de producto Next Flight (primer nivel)	180	120	60	33%	50	3000	0.8
Redefinición de flujo de recepción de producto Next Flight (segundo nivel)	390	120	270	69%	150	40500	11.3
Redefinición de flujo de ubicador	3312	1440	1872	57%	35	65520	18.2
Redefinición de flujo de físico	2580	1320	1260	49%	52	65520	18.2
Redefinición de flujo documental	305	65	240	79%	52	12480	3.5
Promedio Total de Mejora				49%			57.2

Elaboración propia.

En la Tabla 23 se observa que reduciendo los tiempos de los procesos se logra disminuir los tiempos en el flujo del proceso, generando una mejora de tiempos en promedio del 53%. En el caso de los costos operativos de reclamos, actualmente se tienen reclamos por S/ 32,000.00 al año. Al mejorar la organización del almacén, se estima que los costos por mala manipulación, carga faltante y sobrante disminuiría en su totalidad, lo cual representa un ahorro del 58% del costo actual de reclamos, ver Tabla 24.

Tabla 24. Mejora en los costos de reclamos

Costos Operativos	Actual	Propuesto	Diferencia	Mejora en %
Reclamos por mala manipulacion	S/. 2,575.00	0	S/. 2,575.00	100%
Reclamos por carga faltante y sobrante	S/. 15,834.00	0	S/. 15,834.00	100%
Total Costos Operativos	S/. 18,409.00			100%

Elaboración propia

Adicional a lo anterior, dada las cercanías de las área se ha considerado tener sólo 1 líder en el horario de la mañana; con lo cual se reduciría el número de líderes de 6 a 5. Con los nuevos tiempos, también se lograría una eficiencia en la mano de obra en los puestos de carga de llegadas, auxiliares, ubicador y físico. Lo cual representaría tener 67 operadores y 5 líderes.

Finalmente, incluyendo las mejoras de tiempos en la operación, y reduciendo los costos operativos por reclamos. En la Tabla 25 se obtienen los siguiente egresos:

Tabla 25. Egresos totales del almacén en (S/.), incluyendo mejoras

Descripción	Costo Actual	Costo Propuesto (S/.)	Diferencia
Insumos para la operación	3,250.00	3,250.00	0.00
Remuneraciones al personal	168,540.00	164,640.00	3,900.00
Servicios auxiliares	2,000.00	2,000.00	0.00
Costo mantenimiento de maquinaria	1,380.00	5,520.00	-4,140.00
Total de egreso mensual	175,170.00	175,410.00	-240.00
Reclamos anuales	32,000.00	16,000.00	16,000.00
Total de egreso anual	2,134,040.00	2,120,920.00	13,120.00

Elaboración propia

La gerencia tiene definido que el 30% de los ingresos totales de la compañía son destinados a inversiones de mejora en los diversos almacenes. Por lo que, la gerencia determinó que el 100% de la inversión del proyecto sea asumido por los ahorros propuestos con la mejora del diseño del almacén y según lo declarado por el área de finanzas, el costo asumido será del 15% anual de la inversión total. Por lo tanto, dado que la tasa interna de retorno (TIR= 22%) es mayor, el proyecto es aceptado. Asimismo, se obtiene un VAN positivo de S/. 36,160.00 lo que muestra que se obtendrá a futuro una ganancia descontando la inversión inicial y el periodo de recuperación es de 25 meses. Por último, en la Tabla 26 se muestra el resumen de los indicadores económicos.

Tabla 26. Indicadores económicos

Año	0	1	2	3	4
Inversión (S/.)	233,230				
Ingresos (S/.)		2,195,392	2,210,386	2,225,380	2,240,374
Egresos (S/.)		2,120,920	2,120,920	2,120,920	2,120,920
Utilidad (S/.)	-233,230	74,472	89,466	104,460	119,454

VAN	36,160
TIR	22%

Elaboración propia.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Analizando el flujo de la carga, por día de semana y mes se determinó que la propuesta de mejora estaría basada en la hora con mayor cantidad de ingreso de carga. Es decir, el día martes desde las 21 horas hasta el miércoles a las 3 horas.
- Es determinante identificar los procesos más importantes del almacén para que a partir de ellos se mida un indicador de mejora. Los principales procesos identificados fueron recepción, almacenaje y despacho de carga.
- Mediante la construcción del diagrama de operaciones, se evidenció tiempos muy altos por transporte, lo que contribuyó a la reducción de tiempos a partir de la mejora del diseño del almacén. Los tiempos en promedio se mejoraron en un 53% respecto al tiempo inicial.
- El mejor flujo a utilizar en el almacén es el de flujo en U o T, dado que permite utilizar recursos para distintas tareas. En este caso el diseño del almacén tenía un flujo lineal, el cual se cambió con el nuevo diseño a un flujo en T.
- Con el nuevo diseño del almacén y el análisis de los DOP multiproductos se logró reducir los recorridos de la carga por grupo de familia. Obteniendo una mejora del producto Standard y Terrestre Express en 44%, del producto Prime y Urgente en 47%, y del producto Next Flight en 69% respecto al recorrido inicial.
- El uso de pronósticos permitió determinar el ingreso de carga estimada para los próximos 4 años. A partir de ello, se estimó la capacidad futura de los anaqueles de embarque y desembarque.
- El uso de la tabla de relaciones de actividad fue crucial para identificar la cercanía entre las zonas del almacén. A partir de este análisis se construyó el nuevo diseño del almacén.

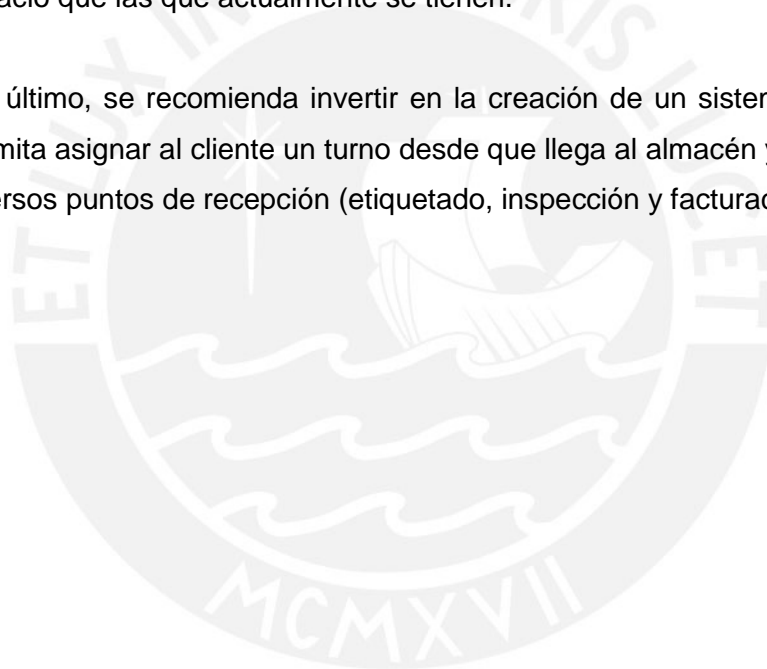
- Mediante el análisis ABC se determinó la cantidad de espacios necesarios de anaqueles a asignar para cada destino.
- El nuevo diseño del almacén no sólo permitió reducir los tiempos de recorridos sino que también permite hacer uso de recursos compartidos debido a la cercanía entre las áreas.
- Con la propuesta del nuevo almacén se reducirán los reclamos por motivos de mala manipulación, carga faltante y sobrante, los que actualmente representan un ahorro anual de S/. 18,409.00 (58% del total de reclamos)
- Actualmente la percepción del cliente respecto a la recepción en el almacén es de -24% de satisfacción neta. Reduciendo los tiempos de recorrido, se espera que la percepción del cliente respecto al tiempo de recepción mejore significativamente hasta un 50% de satisfacción neta.
- La propuesta realizada es viable, dado que el TIR obtenido fue de 22% y además, el VAN obtenido en los cuatro años estimados es positivo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener un sistema de inventario, dado que actualmente se utilizan hojas de cálculo. El inventario permitirá saber cuántos días está la carga en el almacén y tener mayor capacidad para recibir carga en el almacén.
- Se puede invertir en una máquina que mida y cubique de forma automática la carga, esto reduciría los errores humanos, y el tiempo de procesamiento en el área de pesado sería mínimo respecto al actual. Asimismo, no se necesitarían 2 operarios por cada línea de recepción sino sólo 1 operario para manipular la máquina.
- Actualmente, la empresa utiliza el sistema de BI de la línea aérea. Se recomienda generar un proyecto en conjunto con la línea aérea para adquirir un sistema en línea con lectora de código de barras que se complemente con el sistema BI y permita contabilizar la carga que se embarca y desembarca en la zona de despacho de vuelos de forma automática con las pistolas. Así, se reduciría el tiempo de proceso de la operación del físico, manifestador y se

complementaría con el sistema de inventario para facilitar la ubicación de la carga.

- Actualmente el almacén no cuenta con indicadores operativos. Se recomienda implementar un panel de indicadores midiendo los tiempos de recepción, los tiempos de procesamiento de carga de cada vuelo, entre otros. Esto permitirá tener control, planificar y gestionar cualquier desviación. Asimismo, permitirá una competencia sana entre los turnos de trabajo y los líderes de cada área.
- Se recomienda evaluar las dimensiones de las posiciones de etiquetado, digitación y facturación. Dado que en otras regiones en donde participa la línea aérea, se pueden observar puestos de trabajos más eficientes y con menor espacio que las que actualmente se tienen.
- Por último, se recomienda invertir en la creación de un sistema de turnos que permita asignar al cliente un turno desde que llega al almacén y derivarlo por los diversos puntos de recepción (etiquetado, inspección y facturación).



BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

ANAYA, Julio

2007 Logística Integral. La gestión operativa de la empresa. Tercera Edición. Madrid: ESIC.

ANAYA, Julio

2008 Almacenes. Análisis, diseño y organización. Madrid: ESIC.

CHASE, Richard

2014 Administración de operaciones y cadena de suministros. New York: McGraw Hill.

ERRASTI, Ander

2011 Logística de almacenaje. Diseño y gestión de almacenes y plataformas logísticas world class warehousing. Madrid: Pirámide.

FRAZELLE, Edward

2007 Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

JOHNSTON, M

2004 Administración de ventas. México: McGraw-Hill

KRAJEWSKI,

2013 Administración de operaciones. Procesos y cadena de suministro. Décima Edición. México, D.F.: Pearson.

MEYERS, Fred

2006 Planeación de instalaciones. Tercera Edición. Madrid: Editorial Thomson.

PÁGINAS WEB

BAKER, Peter

2007 Handbook of logistics and distribution management. Cuarta Edición.
Londres: Kogan Page Limited. Consulta: 03 de Marzo del 2014.

<<https://docs.google.com/file/d/0B430MoARsXh7TzBSYnpmZ0pQTkk/edit>>

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO

2009 *Guía de Orientación al Usuario del Transporte Aéreo*. Volumen II. Primera Edición. Lima.

<<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685radb4c00.pdf>>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES

2013 Carga/Correo a Nivel Nacional (2009 al 2013).

<https://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/estadistica/docs/version_2012/paginas/2013/principal_carga_correo.htm>

OACI

2013 *El transporte mundial de carga aérea*. Consulta: 10 de Marzo del 2014.

<http://www.icao.int/Security/aircargo/Documents/ICAO-WCO_Moving-Air-Cargo_2013.ESP.pdf>

TALMA

2014 *Servicios. Servicio a la carga*. Consulta: 10 de Agosto del 2014.

< <http://www.talma.com.pe/es/servicios-alcarga.html> >