

“Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación”

Autores:

Ippoliti, Giovanni;

Zelesen, Agustín.

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, Diciembre 2024



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

“Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación”

Autores:

Ippoliti, Giovanni;

Zelesen, Agustín.

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, Diciembre 2024

“Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación”

Ippoliti, Giovanni

Zelesen, Agustín Luis

EVALUADORES:

Ing. Jacqueline Bounoure. Docente en la Facultad de Ingeniería UNMdP

Mg. Ing. Ignacio Nicolao. Docente en la Facultad de Ingeniería UNMdP

DIRECTORA:

Esp. Ing. María Betina Berardi. Docente en la Facultad de Ingeniería UNMdP

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros amigos que más temprano o más tarde nos acompañaron en la carrera y fueron de suma importancia para transcurrirla y terminarla:

- Ignacio Zwicker
- Lucas Montemartini
- Mateo Martín
- Bruno Saisi
- Juan Segundo Patricio
- Pedro Doglia
- Juan Cruz Masón
- Gastón Vinciguerra

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, agradecer a nuestras familias, sobre todo a Nilda, Silvia, Claudio y Pablo, nuestros padres, ya que sin ellos nada de esto sería posible.

Agradecer a nuestros amigos de la vida, que nos acompañan desde siempre y nos han apoyado día a día.

A Betina Berardi por haber aceptado ser nuestra directora y ayudarnos a realizar el trabajo; también a Claudia Zárate por habernos aconsejado a lo largo de estos meses.

Agradecer a todos los profesores y profesoras de la carrera que nos han educado con los conocimientos necesarios, que hoy nos permiten estar listos para salir al mundo laboral.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
TABLA DE SIGLAS	xiv
RESUMEN.....	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Almacenes	3
2.2. Zonificación.....	4
2.2.1. Zona de carga y descarga	4
2.2.2. Zona de recepción y control	4
2.2.3. Zona de almacenamiento	5
2.2.4. Zona de <i>picking</i> o de preparación de pedidos	5
2.2.5. Zona de expedición	5
2.2.6. Zona de oficinas.....	5
2.2.7. Zonas especiales	6
2.3. Sistemas de almacenaje	6
2.3.1. Según la posición.....	6
2.3.2. Según los tipos de flujo	7
2.3.3. Según las manipulaciones.....	8
2.3.3.1. En bloque	8
2.3.3.2. Con estantería	8
2.4. Módulos de almacenaje	12
2.5. ABC	13
2.6. Equipo de movimiento de materiales (EMM)	13

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales
eléctricos e iluminación

2.6.1.	Equipos móviles de movimiento de materiales	14
2.6.2.	Equipo fijo de movimiento de materiales	15
2.7.	Diseño de un almacén.....	15
3.	METODOLOGÍA	17
4.	DESARROLLO.....	18
4.1.	Relevamiento de la situación actual	18
4.1.1.	Organización de la empresa.....	18
4.1.2.	Productos	19
4.1.3.	Almacenes	21
4.1.3.1.	Descripción del almacén	22
4.1.3.1.1.	Subsuelo	23
4.1.3.1.2.	Planta Baja.....	26
4.1.3.1.3.	Primer Piso.....	34
4.1.3.1.4.	Segundo Piso.....	37
4.1.3.2.	Estanterías	38
4.1.3.3.	Equipo de manejo de materiales.....	40
4.1.4.	Procesos logísticos	43
4.1.4.1.	Recepción de mercadería.....	43
4.1.4.2.	Almacenamiento	47
4.1.4.3.	Distribución a sucursales	48
4.1.4.4.	Preparación de pedidos	50
4.1.4.5.	Expedición	51
4.1.5.	Diagnóstico de la situación actual	53
4.2.	Diseño del almacén ideal	54
4.2.1.	Soluciones de almacenamiento.....	54
4.2.2.	Dimensión de las estanterías	55
4.2.3.	Cálculo de posiciones	58
4.2.4.	Selección de los EMM.....	62
4.2.4.1.	Carretilla contrapesada.....	62

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

4.2.4.2. Apilador eléctrico	63
4.2.5. Cálculo de los anchos de pasillos.....	65
4.2.6. Zonificación del almacén:	65
4.2.6.1. Subsuelo.....	65
4.2.6.2. Planta Baja	68
4.2.6.3. Primer Piso	71
4.2.6.4. Segundo Piso	73
4.2.7. Distribución de los artículos según su categoría y ABC.....	73
4.2.8. Señalización.....	76
4.2.9. Diseño del plano del almacén.....	77
5. CONCLUSIONES	84
6. BIBLIOGRAFÍA	86
7. ANEXO	89
Anexo I: Análisis de stock	89
Anexo II: Dimensión del módulo de almacenamiento	92
Anexo III: Estandarización de estanterías selectivas Subsuelo	94
Anexo IV: Cálculo de la cantidad de posiciones extras de estanterías selectivas en el Subsuelo.....	96
Anexo V: Cálculo de las posiciones de ángulo ranurado extras en Primer Piso ..	97
Anexo VI: Cálculo ABC	98

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Almacén ordenado y caótico.	7
Cuadro 2: Equipos móviles de movimiento de materiales	15
Cuadro 3: Equipos fijos de movimiento de materiales.....	15
Cuadro 4: Composición de las familia de productos	21
Cuadro 5: Capacidad necesaria versus la disponible en las selectivas del Subsuelo.	26
Cuadro 6: Capacidad necesaria versus la disponible en el piso del Subsuelo.	26
Cuadro 7: Capacidad necesaria versus la disponible en las góndolas del Subsuelo.	26
Cuadro 8: Capacidad necesaria versus la disponible en el Piso de Planta Baja.	33
Cuadro 9: Capacidad necesaria versus disponible en la Selectiva de caños de Planta Baja.....	33
Cuadro 10: Capacidad necesaria versus disponible en Cantilever Vertical de Planta Baja.....	33
Cuadro 11: Capacidad necesaria para las bobinas en Planta Baja.....	33
Cuadro 12: Capacidad necesaria versus disponible en Ángulo ranurado de Primer Piso.....	36
Cuadro 13: Capacidad necesaria versus disponible en Selectiva de Primer Piso. ...	36
Cuadro 14: Capacidad necesaria versus disponible en Gavetero de Primer Piso. ...	36
Cuadro 15: Capacidad necesaria versus disponible en Selectiva de caños de Primer Piso.....	37
Cuadro 16: Capacidad necesaria versus disponible en Ángulo ranurado de Segundo Piso.....	38
Cuadro 17: Características de los equipos de movimiento de materiales de CB S.A.	42
Cuadro 18: Altura de hueco en estantería selectiva según la cantidad de niveles y almacén.....	57
Cuadro 19: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Subsuelo.	59

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Cuadro 20: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Planta Baja.....	60
Cuadro 21: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Primer Piso.....	61
Cuadro 22: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Segundo Piso.....	61
Cuadro 23: Disposición final de posiciones por estantería.....	61
Cuadro 24: Comparación carretillas contrapesadas.....	63
Cuadro 25: Comparación de apilador es eléctricos.....	64
Cuadro 26: Posiciones de selectivas por categorías de productos en Subsuelo según ABC.....	74
Cuadro 27: Prioridad en su ubicación en Subsuelo.....	74
Cuadro 28: Posiciones de cantilever vertical por categorías de productos en Planta Baja según ABC.....	74
Cuadro 29: Posiciones de selectiva por categorías de productos en Planta Baja según ABC.....	75
Cuadro 30: Posiciones de selectiva por categorías de productos en Planta Baja según ABC.....	75
Cuadro 31: Posiciones de piso/bobinero por categorías de productos en Planta Baja según ABC.....	75
Cuadro 32: Posiciones de ángulo ranurado por categorías de productos en Primer Piso según ABC.....	75
Cuadro 33: Posiciones de selectiva de caños por categorías de productos en Primer Piso según ABC.....	75
Cuadro 34: Posiciones de gavetero por categorías de productos en Primer Piso según ABC.....	75
Cuadro 35: Prioridad en su ubicación en Primer Piso.....	76
Cuadro 36: Posiciones de ángulo ranurado por categorías de productos en Segundo Piso según ABC.....	76
Cuadro I.37: Segmento de tabla para el análisis de stock.....	91

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales
eléctricos e iluminación

Cuadro III.38: Espacio volumétrico necesario para cada familia de productos en Subsuelo.	95
Cuadro III.39: Posiciones necesarias estandarizadas por categoría para tres y cuatro niveles.	96
Cuadro VI.40: Segmento de tabla para la clasificación ABC en Subsuelo.	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Almacenes en la actualidad	2
Figura 2: Estanterías de ángulo ranurado	9
Figura 3: Cantilever horizontal	9
Figura 4: Estanterías selectivas	10
Figura 5: Bobinero de cable.....	11
Figura 6: Gavetero.....	11
Figura 7: <i>Mezzanine</i>	11
Figura 8: Módulos de almacenamiento de racks selectivos.	12
Figura 9: Alturas de un rack selectivo.	12
Figura 10: Organigrama CB S.A.	18
Figura 11: Organigrama del Departamento de Logística de CB S.A.	19
Figura 12: Plano actual del Subsuelo con las estanterías y categorías de productos.	25
Figura 13: Plano actual de la Planta Baja con los distintos sectores identificados. .	28
Figura 14: Plano actual del Sector Posterior con las estanterías y categorías de productos.	30
Figura 15: Plano actual del Patio con las estanterías y categorías de productos. ...	31
Figura 16: Imagen actual de las bobinas en el Patio sin un orden establecido.....	31
Figura 17: Plano actual del Sector Frontal con las estanterías y categorías de productos.	32
Figura 18: Plano actual del Primer Piso con las estanterías y categorías de productos.	35
Figura 19: Plano actual del Segundo Piso con las estanterías y categorías de productos.	38
Figura 20: Ménsulas que funcionan como cantilever vertical.	39
Figura 21: Gaveteros.	39
Figura 22: Selectiva de caños.....	40
Figura 23: Pala hidráulica del camión de CB S.A.....	43

Figura 24: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Recepción de mercadería.	46
Figura 25: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Almacenamiento de mercadería.	47
Figura 26: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Distribución a Sucursales.	49
Figura 27: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Preparación de pedidos.	50
Figura 28: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Expedición.	53
Figura 29: Dimensiones para altura de estantería selectiva.	56
Figura 29: Autoelevador Heli CPD 25 G2 Litio con mástil triple de 6.000 mm	63
Figura 30: Apilador BT Tyro 1t con Batería de Litio.....	64
Figura 31: Zonificación del Subsuelo propuesto	66
Figura 32: Zonificación propuesta del área de <i>picking</i> en Subsuelo.....	67
Figura 33: Zonificación propuesta del área de EMM en Subsuelo	68
Figura 34: Zonificación de la Planta Baja propuesta	69
Figura 35: Zonificación propuesta del área de EMM en Planta Baja	70
Figura 36: Zonificación propuesta del área de pallets en Planta Baja	71
Figura 37: Zonificación del Primer Piso propuesto	72
Figura 38: Zonificación propuesta del área de EMM en Primer Piso	73
Figura 39: Ejemplo de código de señalización	77
Figura 40: Plano final Subsuelo.	78
Figura 41: Plano final Planta Baja, Sector Frontal.....	79
Figura 42: Plano final Planta Baja, Patio.....	80
Figura 43: Plano final Planta Baja, Sector Posterior.....	81
Figura 44: Plano final Primer Piso.....	82
Figura 45: Plano final Segundo Piso.....	83
Figura 46: Comparativa de posiciones inicial contra final.....	85
Figura II.47: Pallet Arlog de 1.000 mm x 1.200 mm manipulado por el lado estrecho (A).	92

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Figura II.48: Módulos con uno, dos y tres pallets con sus holguras.	93
Figura II.49: Medidas del larguero para pallets manipulados por el lado estrecho. .	93
Figura II.50: Puntal del bastidor.	93
Figura II.51: Profundidad del bastidor.	94

TABLA DE SIGLAS

EMM: Equipo de movimiento de materiales

FIFO: *First in, first out*¹

LIFO: *Last in, first out*²

¹ Primero en entrar, primero en salir.

² Último en entrar, primero en salir.

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

RESUMEN

CB S.A. es una distribuidora de materiales eléctricos y de iluminación. La empresa cuenta con cuatro sucursales, cada una con su almacén, sin embargo una de ellas cumple el rol de centro logístico. El almacén de esta sucursal se fue adaptando a los cambios y al crecimiento de la empresa, por lo que a día de hoy se detectan puntos que podrían mejorarse como productos almacenados de manera incorrecta, pasillos ocupados, falta señalización o mucha variedad de estanterías de distintas medidas y tamaño. El objetivo de este trabajo fue rediseñar el almacén y proponer mejoras. Para esto se relevó la situación actual de los almacenes estableciendo su estado, capacidad disponible y distribución. Además, se relevaron los procesos logísticos y se determinó la capacidad necesaria de la empresa hoy en día para hacer frente a la demanda. Con esta imagen, se diseñó el almacén ideal para una capacidad 20% superior. Ante la gran variedad de mercadería se seleccionaron diversas soluciones de almacenamiento: estanterías selectivas, ángulo ranurado, cantilever verticales, gaveteros, *Mezzanine*³, selectivas de caño, bobinero y zonas de almacenamiento en bloque. Se optó por equipos de movimiento de materiales varios: apilador, carretilla contrapesada, transpaleta, carro de cuatro ruedas tipo jaula, carro de mano de dos ruedas, carro de mano de cuatro ruedas, carro de cuatro ruedas tipo supermercado y pala hidráulica del camión. Además se propuso un sistema de señalización y zonas para acopio, archivos, carga y descarga, mercadería en transición, equipos de movimiento de materiales y *picking*⁴. Finalmente se plantea un rediseño del almacén con una distribución ABC, que permite guardar un 20% más de mercadería en el mismo espacio físico que en la actualidad de forma ordenada y segura.

Palabras clave

Logística, almacén, estanterías.

³ Entrepiso.

⁴ El picking o la actividad de preparación de pedidos consiste en la recogida y combinación de cargas no unitarias para conformar el pedido de un cliente.

Propuesta de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales
eléctricos e iluminación

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”

ALBERT EINSTEIN

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se llevará a cabo un análisis de la situación actual y una propuesta de mejora de los almacenes de una distribuidora de la ciudad de Mar del Plata. La empresa, denominada a partir de aquí como CB S.A., es una empresa de servicios cuyo negocio se basa en la venta y distribución de materiales eléctricos y de iluminación. Se inició en 1941, y en sus 83 años de trayectoria se estableció como una de las empresas más importantes en su rubro. Comenzó con un local ubicado en el centro de la ciudad y, en los últimos años ha iniciado un proceso de expansión, llegando hoy a contar con 4 puntos de venta y 110 empleados.

Esta expansión generó la necesidad de ampliar los espacios de almacenamiento y la estructura del área de logística, de tal manera que permita realizar sus operaciones eficientemente. De esta manera, la empresa decidió que una de sus sucursales funcione como centro logístico, por su infraestructura y ubicación geográfica estratégica, y las demás como depósitos satélites para abastecer a sus clientes en el punto de venta y zonas cercanas. Esta sucursal principal recibe la mercadería de los proveedores, la cual guarda en sus cuatro almacenes, y así suministra a los demás locales y prepara y envía los pedidos dentro y fuera de la ciudad.

Dado que los productos que comercializa CB S.A. no se diferencian de los de la competencia, tener variedad de opciones, disponibilidad y una entrega rápida, hacen que la empresa se diferencie por encima de sus competidores. Por lo que, en particular, el funcionamiento del área de almacenamiento debe ser de excelencia. Teniendo en cuenta estos aspectos claves, se detectaron ciertos inconvenientes en los almacenes tales como pasillos ocupados, espacios sin aprovechar, falta de señalización, productos almacenados de forma incorrecta, entre otros, como se puede ver en la figura 1 al final de este apartado. Esta situación impide el funcionamiento eficiente del sistema logístico, generando retrasos en entrega, preparación de pedidos con errores, rotura de productos, obsolescencia, entre otros.

Observando la situación presentada, se establece como objetivo general proponer mejoras en los almacenes de una empresa de venta mayorista y minorista de materiales eléctricos e iluminación. Y se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Relevar las instalaciones actuales y los procesos de logística.
2. Determinar la capacidad de almacenamiento disponible y necesaria, de acuerdo a su inventario promedio.
3. Proponer soluciones de almacenamiento.
4. Realizar la clasificación ABC de los productos para su relocalización.
5. Rediseñar los distintos almacenes.



Figura 1: Almacenes en la actualidad
Fuente: Elaboración propia

La estructura del trabajo sigue con el Marco Teórico en el capítulo 2, donde se describen los principales conceptos que serán utilizados para el desarrollo del trabajo.

En el capítulo 3, correspondiente a Metodología, se detallan las herramientas que serán aplicadas.

En el Desarrollo del trabajo, capítulo 4, se presentan los principales resultados del relevamiento de la organización, y en particular del almacén. Se presentan las propuestas de mejora y en el capítulo 5 se exponen las conclusiones.

El capítulo 6 corresponde a la bibliografía consultada y por último, en el capítulo 7, se presentan los anexos.

2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se encuentran los conceptos teóricos que se utilizarán en el trabajo, sobre los cuales se apoyan las propuestas de mejoras y conclusiones.

2.1. Almacenes

¿Realmente necesitan las empresas el almacenamiento? Si la demanda por los productos de una empresa se conociera con seguridad y los productos pudieran suministrarse instantáneamente cuando el cliente lo solicita, teóricamente el almacenamiento, y por ende los almacenes, no serían necesarios. Sin embargo, la realidad no es así y la correcta gestión de los almacenes y el stock es fundamental en el funcionamiento de cualquier organización (Ballou, 2004).

El servicio de los almacenes se fundamenta en tres parámetros: disponibilidad, rapidez de entrega y fiabilidad. El primero tiende a ser responsabilidad directa del gestor de stocks o del departamento de compras, mientras que los otros dos de logística, particularmente del jefe de almacén, cuya importancia para las organizaciones ha evolucionado ampliamente. Un almacén se puede considerar como un centro de producción en el que se efectúa una serie de procesos relacionados con (Anaya Tejero, 2011):

- Recepción, control, adecuación y colocación de productos recibidos (procesos de entradas).
- Almacenamiento de productos en condiciones eficaces para su conservación, identificación, selección y control (procesos de almacenaje).
- Recogida de productos y preparación de la expedición de acuerdo con los requerimientos de los clientes (procesos de salida).

Para todos estos procesos se deben gestionar:

- Recursos humanos: son las personas que trabajan en la empresa y quienes intervienen en todas las actividades.
- Recursos de capital: es toda la infraestructura necesaria para realizar los procesos, desde los rodados hasta los equipos de movimiento de materiales (EMM).
- Recursos energéticos: además de los ya conocidos electricidad, gas y combustibles, se encuentran los pallets, fundamentales para almacenar y mover cargas.

Se podría decir entonces que un almacén debe responder fundamentalmente a los requerimientos de un espacio debidamente dimensionado, para una ubicación y manipulación eficiente de materiales y mercancías, de tal manera que se consiga una máxima utilización

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación del volumen disponible, con unos costes operacionales mínimos. Estos nos lleva a solucionar dos problemas fundamentales (Anaya Tejero, 2011):

1. Correcta organización y diseño de almacenes (*layout*).
2. Tratamiento eficiente y eficaz de los procesos operativos (flujos de entrada y salida de productos).

2.2. Zonificación

Se detallan los espacios que en general deben estar correctamente identificados para que un almacén sea eficientemente operativo.

2.2.1. Zona de carga y descarga

La carga y descarga son tareas en las que intercede un operario y algún tipo de transporte. La descarga es un proceso de entrada de mercancía mientras que la carga es un proceso de salida. Estas zonas son de diversos tipos según el medio de transporte: camión (más utilizado), ferrocarril, marítimo o transporte aéreo.

Esta zona puede ser de dos tipos: integradas en el almacén o independientes. Las primeras suponen una mayor velocidad de manejo de las mercancías y son recomendables siempre que haya espacio suficiente; el segundo tipo funciona de manera independiente respecto al almacén y suele ser una explanada situada en las inmediaciones del mismo.

Al diseñar este espacio hay que determinar la disposición y el número de muelles de atraque para camiones. En esta decisión influye el volumen de carga a mover y la organización: planificación y horarios de carga y descarga. Hacerlos programadamente disminuye la necesidad de muelles y equipos de manejo. Además es importante saber que esta zona debido al continuo trasiego de máquinas y personas, es la zona del almacén donde más accidentes se producen (Mauleón, 2003).

2.2.2. Zona de recepción y control

La recepción y control es el proceso mediante el cual, una vez descargada la mercadería, se verifica que esté en condiciones y se le da ingreso a la organización. En esta zona la mercancía se almacena temporalmente y puede pasar un proceso de clasificación y de control de calidad. Para un rendimiento óptimo es conveniente dotar a esta zona de la amplitud e independencia necesarias.

La productividad aumenta con la utilización de medios informáticos: códigos de barras, escáner de lectura y generación de etiquetas mediante impresora. Esta etiqueta la lee

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación posteriormente el operario de la carretilla/transpaleta para su posicionamiento en la zona de almacenaje. (Mauleón, 2003).

2.2.3. Zona de almacenamiento

Es la zona principal del almacén y debe contar con las instalaciones, estanterías y medios de manipulación adecuado para obtener la máxima productividad. Debe cumplir dos condiciones de funcionamiento (Mauleón, 2003):

1. Capacidad de almacenamiento: debe contar con el espacio y los huecos necesarios para almacenar lo requerido por la organización, para aplacar la demanda de los clientes externos e internos.
2. Facilidad para el *picking*: debe estar ordenado, con los pasillos libres para la circulación y señalizado. Además deben colocarse los productos de tal manera que optimicen el *picking* y el guardado de la mercadería.

2.2.4. Zona de *picking* o de preparación de pedidos

La zona de preparación de preparación de pedidos no son necesarias en todos los almacenes. Únicamente se necesitan en aquellos en los cuales la unidad de envío al cliente es diferente a la unidad de almacenamiento. Pueden estar integradas en la zona de almacenaje (*picking* en estantería) o pueden estar en zonas separadas y específicas (*picking* manual) (Mauleón, 2003).

2.2.5. Zona de expedición

Aquí se realiza el embalaje de los pedidos ya preparados para luego entregar a los clientes o cargar en el transporte. Es decir, una vez embalados y listos, se almacenan temporalmente hasta que se les da salida. Es fundamental disponer de esta zona para independizar la preparación de pedidos de la carga en el camión. De lo contrario, no se puede efectuar el *picking* y la preparación hasta que no esté el transporte, con la consiguiente falta de organización y pérdida de tiempo y recursos que conlleva. Idealmente, debe estar cerca de la salida o zona de carga, para que no haya demoras en el movimiento de mercancías (Mauleón, 2003).

2.2.6. Zona de oficinas

Todo almacén necesita ser gestionado y conlleva una serie de operaciones administrativas, por lo que hay que dedicar un espacio convenientemente equipado. Aquí suele estar el gerente de logística y el jefe de almacén. Puede estar al ras del almacén o en

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación una planta superior, con visibilidad de toda la zona de almacenaje y próximas a las zonas de expedición y/o de carga y descarga. También debe contar con buenas conexiones informáticas (Mauleón, 2003).

2.2.7. Zonas especiales

Hay zonas que hay que tener en cuenta como (Mauleón, 2003):

- Zona de devoluciones: habrá que almacenar la mercancía mientras se clasifican para luego volver a almacenar, para desechar o devolver al proveedor si es necesario.
- Zona para carga de baterías de las carretillas si estas son eléctricas.
- Zona para el almacenamiento de envases y embalajes.
- Zona para almacenamiento de palets.

2.3. Sistemas de almacenaje

Existen diversos sistemas de almacenaje según la clasificación en la que entren. Hay sistemas de almacenaje según la posición, el tipo de flujo, las manipulaciones y tipo de estanterías de pallets.

2.3.1. Según la posición

Para almacenar la mercancía, tanto si es un almacén de pallets como si es de cajas, existen dos métodos (Anaya Tejero, 2011):

- Sistema de posición fija u ordenada.
- Sistema de posición aleatoria o caótico.

En los sistemas de posición fija cada producto ocupa una posición permanente dentro del área asignada en el almacén, por lo cual existe una relación biunívoca entre hueco disponible y producto almacenado, de tal manera que cuando no hay stock, el hueco queda vacío pero reservado para el producto asignado; mientras que en los sistemas de posición aleatoria, como su nombre indica, los productos se colocan en cualquier hueco que esté vacío dentro del área asignada de almacén, pudiendo cambiar su posición en función del espacio disponible y criterios de productividad. En la jerga de almacenes a estos sistemas de posición aleatorios se les llama también sistemas caóticos.

Tienen ventajas e inconvenientes de las cuales cabe mencionar (Anaya Tejero, 2011):

- Posición fija:
 - En sistemas manuales, facilita la localización e identificación del producto.
 - Permite asignar al artículo un número de ubicación en el almacén, que facilita al operario la identificación, localización y control del producto recogido.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- Requiere más espacio disponible en el almacén, pudiendo ser muy ineficiente cuando hay un alto nivel de quiebre de stock.
- Dificultad de mantenimiento del sistema y falta de fiabilidad.
- Posición aleatoria:
 - Reducción del espacio necesario (entre un 20 y un 25%).
 - Con sistemas automatizados se consigue un alto rendimiento del almacén (optimización de rutas de recogida).
 - Mayor flexibilidad y facilidad de mantenimiento.
 - Muy recomendable en sistemas automatizados y poco eficiente en sistemas manuales, salvo en almacenes pequeños.

A modo de resumen se presenta el cuadro 1:

	Descripción	Ventajas	Inconvenientes
Posición fija	- Ubicación fija y predeterminada para cada producto.	- Adaptación particular a cada tipo de producto. - Control visual del almacén.	- Bajo nivel de utilización. - Obligatoriedad del uso de los espacios previstos para cada referencia.
Posición aleatoria	- Ubicación variable según los espacios disponibles. - Necesidad del soporte informático para ubicación y control.	- Mayor aprovechamiento del espacio. - Posibilidades de optimización, gestión de ubicaciones.	- Control complejo (inventarios). - Rigidez en la operativa.

Cuadro 1: Almacén ordenado y caótico.
Fuente: Elaboración propia con base en Mauleón, 2003.

2.3.2. Según los tipos de flujo

En cuanto a los tipos de flujo existen dos (Mauleón, 2003):

- FIFO (*First in-first out*): primero en entrar, primero en salir. Es decir, primeramente se da salida a los productos que más tiempo llevan almacenados. Con este sistema se evita que se queden “muertos” en el almacén. Se utiliza para productos perecederos con fecha de caducidad: medicamentos, alimentación fresca, etc.
- LIFO (*Last in-first out*): último en entrar primero en salir. Contrario al anterior sistema. Las estanterías drive-in (con un solo punto de entrada y salida por calle) favorecen este sistema, salvo que se asignen dos calles por producto.

2.3.3. Según las manipulaciones

Según las manipulaciones que se producen en el almacén, se puede dividir en los siguientes almacenes:

- En bloque (o almacenamiento a bloque)
- Con estanterías.

2.3.3.1. En bloque

El almacenamiento en bloque no tiene ningún tipo de estructura, los palets se apilan unos encima de otros. La altura de paletización depende de la resistencia de los materiales al apilado. Este tipo de instalaciones es utilizada a veces para almacenamiento de productos a granel que se almacenan en sacos o bolsones, envases vacíos en cajas de plástico, etc. Este tipo de almacenamiento no requiere inversión en estanterías y presenta una gran densidad de almacenaje (Mauleón, 2003).

Los problemas que plantea son:

- Poca estabilidad de la carga, por lo cuál sólo permite el apilamiento a 2 o 3 alturas limitando la capacidad de almacenamiento.
- Dificultad de la rotación natural del stock, ya que se tiende a sacar los últimos productos apilados (LIFO).
- El recuento y control físico de los productos es problemático debido a su compactación.
- El empleo de volumen de almacenes es poco eficiente si no se apila a una altura suficiente.
- No todas las mercancías son apilables. Sobrepasando cierto punto, la carga inferior es dañada por la superior.

2.3.3.2. Con estantería

Las estanterías son estructuras que permiten el posicionamiento de mercancía y ganar almacenamiento en altura. Son los almacenes más universales y existen constructores que suministran productos estándar y a medida. Exigen inversiones a veces bastante costosas, y la elección de un tipo u otro de estantería es un punto crucial. La elección de estanterías va asociado a los medios de manipulación y los productos a almacenar. Hay todo tipo de estanterías:

- Estanterías de ángulo ranurado: estas estanterías, como se observa en la figura 2, se utilizan para artículos de poco peso. El almacenamiento y retirada de la mercadería la realiza el operario de manera manual.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación



Figura 2: Estanterías de ángulo ranurado
Fuente: Mecalux, 2024.

- Estanterías de cargas largas (cantilever): especialmente diseñadas para el almacenamiento de unidades de carga de gran longitud o con medidas variadas, se caracteriza por una estructura muy simple compuesta por columnas y una serie de brazos en voladizo sobre los que se deposita la carga. En función de la altura y del peso de la mercadería se puede elegir entre la estantería ligera o la pesada (Mecalux, 2024). Pueden ser tanto en formato horizontal como vertical. Se puede observar un ejemplo de la misma en la figura 3.



Figura 3: Cantilever horizontal
Fuente: Mecalux, 2024.

- Estanterías para pallets:
 - Selectivas:

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Las estanterías selectivas, como las que se observan en la figura 4, son el sistema clásico. La disposición de la planta es: pared - estantería - pasillo. Cualquier ubicación está parametrizada: pasillo (1, 2, 3...), estantería (A, B, C, D), nivel o altura (1, 2, 3...) y nicho (número de hueco o posición a lo largo del pasillo). De esta forma, todas las ubicaciones están definidas de una manera inequívoca. En el fichero maestro de ubicaciones (si se lleva de manera informatizada) cada ubicación estará definida con esos 4 vectores (estantería/pasillo/altura y nivel/hueco).

Cuando se efectúen entradas o salidas será necesario dejar constancia con total exactitud de la ubicación donde se deja la mercancía (tanto en un sistema de hueco fijo como de hueco variable). Dado que la profundidad de paletización es de 1 palet, cualquier ubicación es accesible directamente, lo cual incrementa la rapidez de acceso a la mercancía. Por el contrario, esta rapidez tiene un precio: la proporción pasillo/estantería es alta (un pasillo por cada dos estanterías).

Este sistema es el recomendado en situaciones en las que no existen referencias que requieren una gran cantidad de almacenamiento. También, es recomendado en situaciones en las que es preciso acceder con rapidez a la mercancía para preparar pedidos (Mauleón, 2003).



Figura 4: Estanterías selectivas
Fuente: Mecalux, 2024.

- Estanterías especiales

Hay algunas estanterías que se pueden considerar especiales como los bobineros (figura 5) para cables, que permiten colocarlos de forma horizontal aprovechando ocupar espacio en altura y poder cortarlos eficientemente. Se debe prever espacio para que un equipo

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

de movimiento de materiales acceda desde el frente. Otra estantería especial a considerar son los gaveteros (figura 6), muy útiles para almacenar productos de pequeño tamaño.



Figura 5: Bobinero de cable
Fuente: Mecalux, 2024.



Figura 6: Gavetero.
Fuente : Esmelux, 2024.

También existen los *Mezzanines* (figura 7) o entrepisos metálicos que son ideales para depósitos que cuenten con una altura utilizable, ya que pueden hasta duplicar la capacidad de almacenamiento. Los entrepisos que se generan pueden ser sostenidos por columnas, estructuras de racks o estanterías, y son íntegramente desmontables y reutilizables lo que brinda una gran adaptabilidad a distintos momentos. Puede combinarse con estanterías metálicas logrando una utilidad múltiple entre almacenamiento, exhibición y tránsito de mercadería. Todos los entrepisos pueden completarse con barandas, escaleras, accesorios de terminación y seguridad; y también puede optarse por superficies lisas o antideslizantes (Sotic, 2024).



Figura 7: Mezzanine.
Fuente: Sotic, 2024.

2.4. Módulos de almacenaje

Es la unidad utilizada para calcular el número de huecos para pallets que caben en un almacén. En la figura 8 se puede observar un rack selectivo con tres módulos de almacenamiento distintos. Para ello se deben considerar ciertos aspectos (Mecalux, 2024):

- Altura del techo;
- Altura del pallet con su carga;
- Espacio libre entre la carga y la estantería superior;
- Espacio libre entre el pallet superior y el techo, tubería u otro limitante;
- Dimensión del pallet a utilizar y lado por el que se manipula.

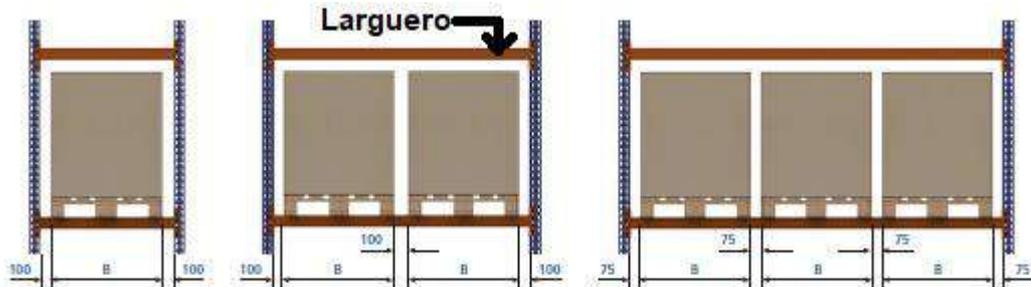


Figura 8: Módulos de almacenamiento de racks selectivos.
Fuente: Mecalux, 2024.

Para el cálculo de la altura del módulo de almacenaje se debe sumar la altura del pallet con su carga, la altura del larguero y la holgura. Estas alturas se pueden apreciar en la figura 9. A partir de este valor, las consideraciones mencionadas previamente y los requerimientos de almacenamiento se puede determinar el número de niveles de almacenaje.

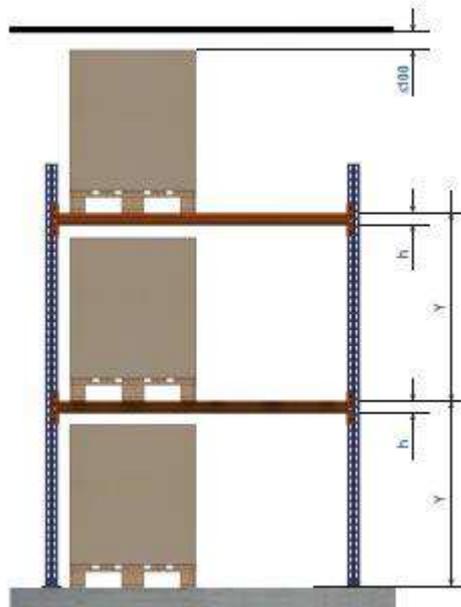


Figura 9: Alturas de un rack selectivo.
Fuente: Mecalux, 2024.

2.5. ABC

El principio ABC se basa en la “Ley de Pareto” y se puede plasmar de diferentes formas. La más usual, consiste en dividir el colectivo en tres grupos 70%, 20% y 10% según la variable de análisis (stock, almacenaje, líneas de pedido, ventas, etc.). Contrastada experimentalmente, se indica que el 15% de las referencias constituyen el 70% del stock (referencias A), el siguiente 20% de las referencias constituye el 20% del stock (referencias B) y el último 65% de referencias constituye el 10% del stock (estos porcentajes pueden variar en función de la gama de productos, pero se cumplen en general). Esta ley, traducida a un lenguaje coloquial viene a decir que, no importa qué variable logística se analice, unos pocos productos tienen una importancia decisiva mientras que otros muchos tienen poco peso específico (Mauleón, 2003).

Tal como indica el principio ABC, un pequeño porcentaje de productos supone un gran porcentaje del volumen de ventas (salidas) y, a la inversa, un elevado porcentaje de productos supone un pequeño nivel de ventas (salidas). Según este planteamiento, la zona de ubicación para los productos A debe situarse en las inmediaciones de la zona de preparación de pedidos, con la máxima facilidad para el acceso y *picking*. La zona donde se ubiquen los productos C puede estar en los puntos más alejados, ya que se accede a ellos con menos frecuencia.

2.6. Equipo de movimiento de materiales (EMM)

Existen miles de tipos de equipos para manejar materiales. Varían de las herramientas de mano más básicas a los sistemas de manejo de materiales más sofisticados controlados por computadora, que incorporan un vasto conjunto de diferentes funciones de manufactura y control. Las estrategias y métodos de clasificación del equipo de manejo son variados y numerosos (Meyers y Stephens, 2006).

Se necesitan equipos de movimiento de materiales para todas las actividades del almacén, desde la descarga para bajar la mercadería de los camiones como para la preparación de pedidos al ir agrupando el mix de productos. Además, salvo en las automatizaciones, los EMM son manejados por operarios, por los que producen algún tipo de carga física.

Hay muchos puntos de comparación entre equipos, que producirá una variación en el tamaño del almacén, tanto en el área como en la altura, como variación en el tipo de estanterías y en el ancho de los pasillos. También, de acuerdo a la complejidad del EMM radicarán la necesidad de capacitación de los colaboradores. Se dividen en fijos y móviles según requieran una instalación que permanece fija, aunque el propio vehículo se desplace.

2.6.1. Equipos móviles de movimiento de materiales

Los equipos móviles son los más comunes en los almacenes, ya que hay variedad de opciones, para diferentes fines, con diferentes costos y niveles de complejidad. La selección de cada uno dependerá de la mercadería a mover, de los operarios que se dispongan, del capital con el que se cuente, entre otros. En el cuadro 2, se pueden ver algunos ejemplos, con sus características y usos.

Tipo de EMM móviles	Energía	Ancho de Pasillo	Altura máxima	Carga	Uso
Carro de mano de dos ruedas 	Manual	500 mm	0 mm	200 kg.	Transporte horizontal de cajas de manera sencilla. Se usan en casi todas las áreas del negocio, incluso en las oficinas.
Transpaleta 	Manual o eléctrica	1.900 mm	0 mm	3.500 kg	Transporte horizontal de palets. Permite llevar mucha carga con poco esfuerzo
Carro tipo supermercado 	Manual	1.000 mm	0 mm	200 kg	Similar al anterior, pero para espacios más chicos y en menores cantidades.
Carro jaula 	Manual	1.200 mm	0 mm	500 kg	Transporte de mercadería y preparación de pedidos.
Carro de mano de 4 ruedas 	Manual	1.500 mm	0 mm	500 kg	Transporte horizontal de cajas. Menos carga que la transpaleta pero más que el carro de dos ruedas.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

<p>Carretilla contrapesada</p> 	Eléctrica o combustión interna	3.500 a 5.000 mm	7.000 mm	10.000 kg	Máquina universal para transportar, almacenar y seleccionar palets. Movimiento de cargas pesadas.
<p>Apilador</p> 	Manual o eléctrico	2.100 a 3.000 mm	6.000 mm	2.000 kg	Se utiliza para mover y elevar carga en grandes alturas, ahorrando espacios en los pasillos.

Cuadro 2: Equipos móviles de movimiento de materiales

Fuente: Elaboración propia en base a Mauleón (2003), Meyers y Stephens (2006) y Autoelevadores Heli (2024).

2.6.2. Equipo fijo de movimiento de materiales

Los equipos fijos son aquellos que aunque el propio vehículo se desplace, permanecen fijos. Su uso debe ir precedido por un intenso análisis ya que requieren una gran inversión, y en algunos casos, como en las cintas transportadoras, implican un obstáculo al libre desplazamiento por el almacén. En el cuadro 3 se pueden apreciar ejemplos y una breve descripción de cada uno.

Tipo de EMM fijos	Descripción
<p>Pala hidráulica para camión</p> 	Se utilizan para la carga y descarga del transporte, permitiendo subir y bajar mayor carga en simultáneo y sin que corra riesgo el operario.

Cuadro 3: Equipos fijos de movimiento de materiales

Fuente: Elaboración propia en base a Mauleón (2003), Meyers y Stephens (2006) y Mecalux (2024)

2.7. Diseño de un almacén

El almacén es un eslabón más entre la producción y el cliente final dentro de la cadena de suministro. Por ello, su diseño debe orientarse al logro de los objetivos de la empresa y enlazar producción con distribución. La disposición de las zonas debe orientarse hacia la mayor efectividad y minimización de riesgos y costos. Por ello debe (Mauleón, 2003):

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- Maximizar el nivel de almacenamiento por unidad de espacio (medida en pallets o por m² o m³).
- Facilidad de acceso a la mercancía, evitando manipulaciones inútiles (este punto puede entrar en conflicto con el anterior; habrá que buscar una solución de compromiso en cada caso).
- Minimizar recorridos (tráfico interior).
- Reducir riesgos: condiciones ambientales (iluminación, carretillas, adecuación de medios, señalización, etc.).
- Flexibilidad para evolucionar ante necesidades cambiantes y retos futuros.
- Conjugar operatividad y capacidad por lo que se debe:
 - Elección y distribución correcta de estanterías según el material a almacenar.
 - Dimensionamiento de pasillos: anchura y longitud en función de las estanterías y medios de manipulación seleccionados. No colocar pasillos junto a las paredes, el ancho del pasillo es igual tanto si se atiende una fila de estanterías como si se atiende a ambos lados del pasillo. Solo en caso de una elevada densidad del tráfico se puede diseñar un pasillo junto a la pared a forma de carretera de circunvalación.
 - Distribuir los pasillos en el sentido longitudinal del edificio.
 - Comunicación directa entre las distintas zonas de almacén, evitando recovecos: pasillos rectilíneos.
 - Las estanterías colocadas en una zona deben respetar la misma orientación, para evitar pérdida de capacidad y ralentización de las maniobras.
 - Ubicación y dimensión de las zonas de recepción y de salida.
- Analizar las necesidades de almacenamiento en base al stock, número de referencias, etc. Determinar las capacidades, es decir, diseño de planta según carretillas, estanterías, zona de *picking*, etc. Contrastar necesidades versus capacidades y a partir de ellas elaborar alternativas.

3. METODOLOGÍA

Para el relevamiento de la situación actual se llevaron a cabo entrevistas con colaboradores y visitas a la empresa.

El relevamiento y análisis de los procesos logísticos recepción de mercadería, almacenamiento, distribución a sucursales, preparación de pedidos y expedición se realizó entrevistando personal de la empresa, mediante observación y herramientas de análisis del proceso como diagramas de flujo.

A partir de información brindada por la empresa se relevaron los productos y sus categorías. Mediante medición y observación se estableció la cantidad de productos de cada tipo que entran por posición y se registraron en una planilla de Excel, para calcular la capacidad disponible. Luego, junto con los datos brindados por la empresa sobre el stock necesario, se calculó la capacidad necesaria y así se comparó con la disponible.

La selección de soluciones de almacenamiento se realizó mediante catálogos de Mecalux y comunicación directa con otros proveedores como Sotic.

Para la relocalización de los productos se utilizó el principio ABC y para la elaboración de los planos se utilizó AutoCAD.

Para el proceso de rediseño de los almacenes se siguió, en línea general, la metodología propuesta por Meyers y Stephens (2006). Para el diseño de la zona de almacenaje más específicamente, se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Plantear soluciones de almacenamiento;
- 2) Dimensionar las estanterías;
- 3) Calcular la cantidad de posiciones;
- 4) Seleccionar los equipos de movimiento de materiales;
- 5) Calcular el ancho de los pasillos;
- 6) Realizar la zonificación del almacén con sus distintos sectores;
- 7) Plantear la distribución de los artículos, según su categoría y teniendo en cuenta el principio de ABC;
- 8) Proponer un sistema de señalización;
- 9) Diseñar el plano del almacén.

4. DESARROLLO

En este apartado se hizo primero un análisis de la situación actual para luego poder realizar un rediseño de los almacenes con diferentes propuestas de mejora.

4.1. Relevamiento de la situación actual

En esta sección se analizó la situación actual de CB S.A. Se presentará la organización, los productos, la distribución de los almacenes, los diferentes equipos de movimiento de materiales con los que cuenta y el tipo de estanterías que posee. Además se relevaron los distintos procesos del sector de logística.

4.1.1. Organización de la empresa

Actualmente la empresa CB S.A. cuenta con aproximadamente 110 empleados distribuidos en las diferentes áreas. En la figura 10 se puede ver el organigrama de los niveles superiores.



Figura 10: Organigrama CB S.A.
Fuente: CB S.A.

La empresa está dividida por departamentos y el directorio está constituido por los miembros de la familia dueña de la empresa. Cada departamento cuenta con un gerente que no pertenece al directorio, salvo por los departamentos comercial, de iluminación y de compras, que dependen directamente del directorio.

El Departamento de Logística posee una estructura que se aprecia en la figura 11.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación



Figura 11: Organigrama del Departamento de Logística de CB S.A.
Fuente: CB S.A.

El equipo cuenta con 16 personas. El gerente es responsable de la supervisión y de distribuir las tareas, además de dar apoyo. Una persona se encarga de las tareas administrativas que involucran a logística y de la atención al cliente, principalmente en la postventa. El área de Recepción se dedica a la descarga y control de mercadería, y su ingreso al almacén. En Depósito se encargan del guardado y orden de la mercadería en los almacenes. Los Colaboradores de Preparación de Pedidos se ocupan de la preparación de los pedidos que dejan a Expedición quienes se encargan de entregar la mercadería a los clientes y de su carga en los transportes. El sector de Distribución a Sucursales cuenta con un colaborador que prepara todos los pedidos para la distribución a otros locales de la empresa. El área de Transporte cuenta con dos transportistas: uno se ocupa de llevar a los domicilios de los clientes y el otro de la distribución a las sucursales. Finalmente, el sector de Corte de Cables cuenta con un colaborador que se ocupa del corte de cables grandes y de la ubicación de las bobinas.

4.1.2. Productos

La empresa distribuye una amplia gama de productos ya que posee diferentes unidades de negocio, que son:

- Retail: esta unidad de negocio la componen productos de electricidad e iluminación domiciliarios, que se trabajan en stock, y principalmente los clientes son:
 - Consumidores finales;
 - Gremio: electricistas e instaladores;
 - Ferreterías;
 - Comercios;
 - Minoristas;
 - Hotelería y Gastronomía.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- Industria: en este caso la componen productos de electricidad con mayores requerimientos técnicos utilizados en los procesos y en las fábricas. Los clientes son:
 - Industrias como alimenticia, farmacéutica, metalúrgica, agropecuaria o de la construcción, entre otras;
 - Industria pesquera: la empresa posee una sucursal en la zona del puerto de Mar del Plata, brindando atención a fábricas, astilleros y terminales;
 - Petróleo y Gas: desde su sucursal en Neuquén brinda productos a empresas que componen la industria del petróleo y el gas.
- Iluminación técnica: cuenta con un departamento de proyectos luminotécnicos, que brinda servicio de asesoramiento sobre cómo iluminar distintos proyectos, y comercializa productos de iluminación con mayores características técnicas, que se suelen pedir a fábrica para cada proyecto. Los clientes son:
 - Arquitectos;
 - Constructoras;
 - Diseñadores de interiores;
 - Decoradores.
- Entes públicos: la empresa es proveedora de los entes públicos brindando, además de productos estándar para los diferentes edificios municipales y para las obras públicas, artefactos para iluminar la vía pública.

Para abarcar y proveer a los distintos clientes, CB S.A. divide a los productos en las siguientes categorías que se ven en el cuadro 4:

Alumbrado Público	Luminarias de alta potencia para que se usen en la vía pública. Vienen en cajas de una unidad, de gran tamaño.
Conductores	Cables unipolares, subterráneo, tipo taller, paralelo, de redes, preensamblado, de aluminio, entre otros. Vienen en bobinas o en rollos de 100 metros.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Domiciliarios	Baterías, cajas de luz, cintas, fichas, herramientas, llaves de luz, pegamentos, porteros, teléfonos fijos, ventilación, entre otros. Variedad de embalajes y cantidades por unidad de embalaje.
Energía Sustentable	Grupos electrógenos, apliques solares, reflectores solares, otras luminarias solares, paneles solares.
Iluminación	Apliques, arañas, artefactos de pileta, colgantes, embutidos, farolas, guirnaldas, lámparas de mesa, lámparas de pie, plafones, proyectores y tortugas. Variedad de embalajes y cantidades por unidad de embalaje.
Industria	Aisladores, contactores, guardamotors, relés, térmicas, disyuntors, diversidad de cajas, cablecanal, capacitores, detectores, fotocontroles, gabinetes, interruptores de potencia, llaves industriales, instrumentos de medición, sistemas de automatización, variadores de velocidad, entre otros. Variedad de embalajes y cantidades por unidad de embalaje.
Lámparas y Tubo	Lámparas de diferentes potencias, hoy por hoy principalmente de led; y tubos de diversos tamaños, también principalmente de led. Vienen en cajas en grandes cantidades.
Seguridad	Balizas, controles de acceso, luces de emergencia, carteles led, pararrayos, cámaras de seguridad, semáforos. Variedad de embalajes y cantidades por unidad de embalaje.

Cuadro 4: Composición de las familia de productos
Fuente: Elaboración propia en base a datos relevados de CB S.A.

4.1.3. Almacenes

CB S.A. cuenta con un almacén central que además de tener su propio stock le hace llegar a las demás sucursales los distintos productos que comercializan, excepto por los productos de iluminación decorativa que llegan directo a la sucursal que posee el salón de

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación principal de la empresa. Si bien, como se indicó en la introducción, la empresa ofrece más de 20.000 productos, la mayor parte de ellos van directo a los salones de venta y autoservicios, debido a que vienen en pocas cantidades o se traen a pedido. De esta manera, la empresa logra reducir el número de referencias en sus almacenes, a menos de 3.000. Primeramente se muestra la distribución, el estado y la capacidad de los almacenes, y luego se presentan las estanterías y el equipo de manejo de materiales con los que cuenta la empresa.

4.1.3.1. Descripción del almacén

El almacén central, que se ubica en la sucursal principal, se divide en cuatro: Subsuelo, Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso.

El almacén Subsuelo es el más grande. Planta Baja es donde se desarrolla, además del almacenamiento, otras actividades como la recepción, descarga de materiales y la expedición. El mismo se subdivide en tres partes: un sector frontal al que llegan los vehículos, un patio intermedio donde se almacenan principalmente bobinas con cables subterráneos y un sector posterior que almacena especialmente caño manguera. El del Primer Piso está destinado a almacenar artículos más pequeños y de menor peso. Por último, el del Segundo Piso alberga principalmente materiales pequeños de industria y de importante valor.

A continuación se describen los distintos almacenes, con una explicación de la situación actual y un plano de la distribución en ellos. También para cada almacén se realizan tablas que contienen la categoría, el espacio destinado y ocupado, los espacios con material obsoleto, el espacio necesario y el sobrante o faltante del mismo. El procedimiento para llegar a estas tablas se explica en el Anexo I: Análisis de stock. Se dividen según el almacén y el tipo de estantería. Cada una representa para las categorías de producto:

- Posiciones reales destinadas: posiciones que se utilizan para almacenar dicha categoría de productos.
- Posiciones reales ocupadas: la diferencia con la anterior es que pueden existir algunas posiciones vacías o ocupadas con mercadería obsoleta.
- Obsoleto: posiciones con productos que no se venden porque quedaron relegados por otros con nueva tecnología u otras circunstancias.
- Necesarios hoy: Son las posiciones que se requieren para poder almacenar el stock promedio según los cálculos realizados en el Anexo I: Análisis de stock antes mencionado.
- Sobran/Faltan: compara las posiciones necesarias con las posiciones reales destinadas dando así un resultado en verde si hay más posiciones destinadas que las necesarias y en rojo si es al revés. Esto llevado a una situación ideal donde importa

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

únicamente las posiciones necesarias, estaría indicando que las categorías de producto con un resultado en rojo no tienen suficientes posiciones destinadas como se necesitan y aquellas en verde tienen más posiciones destinadas que las necesarias.

4.1.3.1.1. Subsuelo

Este es el depósito principal y almacena la mayor cantidad de productos. Tiene una superficie de 833 m² en total y 769,6 m² utilizables debido al área de limpieza y archivos principalmente, lo que lo vuelve el de mayor tamaño de la empresa. El techo se encuentra a 4 m. Cuenta con distintas líneas de estanterías selectivas y espacios vacíos para mercadería en transición o espera como se observa en la figura 12. La zona de espera no se encuentra demarcada, sino que es de común conocimiento su propósito. El espacio que se observa vacío entre las estanterías selectivas que almacenan “Lámparas y tubos” (celeste) está reservado para el arribo de alguna provisión imprevista. También hay pallets en los pisos para colocar mercadería que no entra en las estanterías, esta mercadería no es fija, simplemente es la que no se pudo poner en un hueco, salvo algunas referencias de Domiciliario que tienen su lugar fijo en los pallets utilizando un almacenamiento en bloque; y unas góndolas para lámparas de tamaño pequeño. El ancho de los pasillos ronda en 1,7 m, aunque varían levemente y se utilizan principalmente la transpaleta y los carros para el movimiento de materiales. Las actividades que se desarrollan aquí son el guardado de mercadería y la preparación de pedidos. Aquí se encuentran todos los productos de categoría conductores, exceptuando los de gran tamaño, los productos de iluminación, lámparas y tubos, alumbrado público y energía sustentable. Además, hay algunos pocos domiciliarios y de seguridad. En conclusión, en el Subsuelo se presentan todos los grupos de productos, en mayor o menor medida.

El almacén se encuentra ordenado, con correctos espacios de circulación, sin embargo en algunos lugares (como se puede ver en la parte superior del plano) los pallets obstruyen los pasillos impidiendo por ejemplo la utilización de transpaletas. El ancho del pasillo no permite girar con la transpaleta cómodamente, sino que los colaboradores deben maniobrar. Hay falta de señalización de las distintas áreas y los pasillos. Los grupos de categorías están bien distribuidos en distintas zonas que los operarios ya conocen, y están ordenadas desde los de más rotación a los de menos. No obstante, los productos de Domiciliario que están al fondo del almacén (parte superior del plano) tienen mucha rotación pero al estar en grandes volúmenes y ser de fácil transporte están colocados allí, por lo que cada vez que se necesita se debe transitar muchos metros, y aquí se aprecia una falta de espacio para los preparadores de pedidos. Las estanterías selectivas son una buena solución

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación de almacenamiento para los productos de Subsuelo, sin embargo no están estandarizadas, lo que genera irregularidades en la distribución.

Respecto a la capacidad, como se puede observar en los cuadros 5, 6 y 7, se podría concluir que la empresa CB S.A. tiene más lugar del necesario. Sin embargo, a simple vista se observan posiciones desaprovechadas, ya sea vacías o prácticamente vacías. Además, en entrevista con el gerente de logística explicó la gran cantidad de posiciones con material obsoleto, principalmente por nuevas tecnologías, como el incandescente o bajo consumo que ya no se utiliza y ahora es todo con tecnología led, o porque las fábricas descontinuaron su producción por nuevas versiones. Esto último se puede ver en el cuadro de selectivas, particularmente en Industria, donde hay 51 posiciones de material obsoleto. Cuando hay grupos de categorías que les falta espacio respecto al necesario, estos productos suelen estar colocados en pallets o en posiciones mezcladas con otros grupos de categorías.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

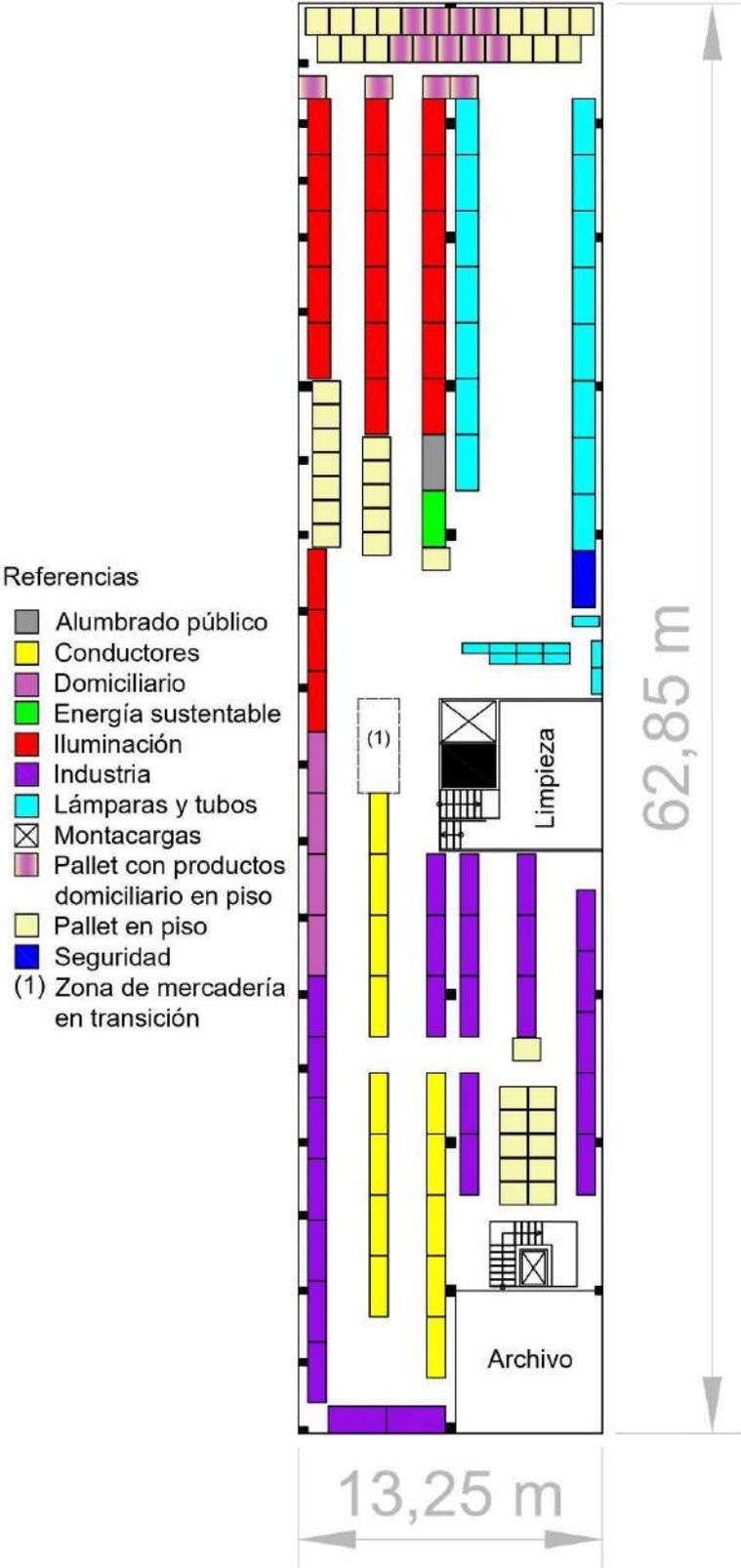


Figura 12: Plano actual del Subsuelo con las estanterías y categorías de productos. Fuente: Elaboración propia.

Selectiva - Subsuelo					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
ALUMBRADO PÚBLICO	4	4	0	4	0
CONDUCTORES	99	99	0	110	-11
DOMICILIARIO	38	38	0	29	9
ENERGÍA SUSTENTABLE	1	1	0	8	-7
ILUMINACIÓN	128	122	6	99	29
INDUSTRIA	172	105	51	100	72
LAMPARAS/TUBOS	94	82	12	84	10
SEGURIDAD	2	2	0	3	-1
TOTAL	538	453	69	437	101

Cuadro 5: Capacidad necesaria versus la disponible en las selectivas del Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

Piso - Subsuelo					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
DOMICILIARIO	13	13	0	19	-6

Cuadro 6: Capacidad necesaria versus la disponible en el piso del Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

Góndola - Subsuelo					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
LAMPARAS/TUBOS	29	23	6	26	3

Cuadro 7: Capacidad necesaria versus la disponible en las góndolas del Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.1.2. Planta Baja

En este espacio se almacenan principalmente bobinas de cables de 70 cm. de diámetro por 70 cm. de altura o de mayor tamaño, productos de industria de tres metros o más de longitud y un producto llamado caño manguera que se almacena en pallets, ocupando gran volumen (1200x1000x2000 mm aproximadamente). La Planta Baja se divide en tres zonas: Sector Frontal, Patio y Sector Posterior. En todos se realiza tareas de almacenamiento

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

y preparación de pedido, y en el Sector Frontal también se realiza la carga y descarga de mercadería de vehículos. Además, a un lado del Sector Frontal se encuentra la oficina del gerente y subgerente, el área de control y recepción, el sector de distribución a sucursales, un área para devoluciones y el espacio de expedición donde se embalan los pedidos y se dejan listos para despachar. Cabe aclarar que sobre estas zonas mencionadas, no se propondrán modificaciones por lo que no se realiza un análisis de estas y solo se indican en el plano. A continuación se presenta un plano general de la Planta Baja en la figura 13 y luego se detallan las distintas partes para mayor entendimiento.

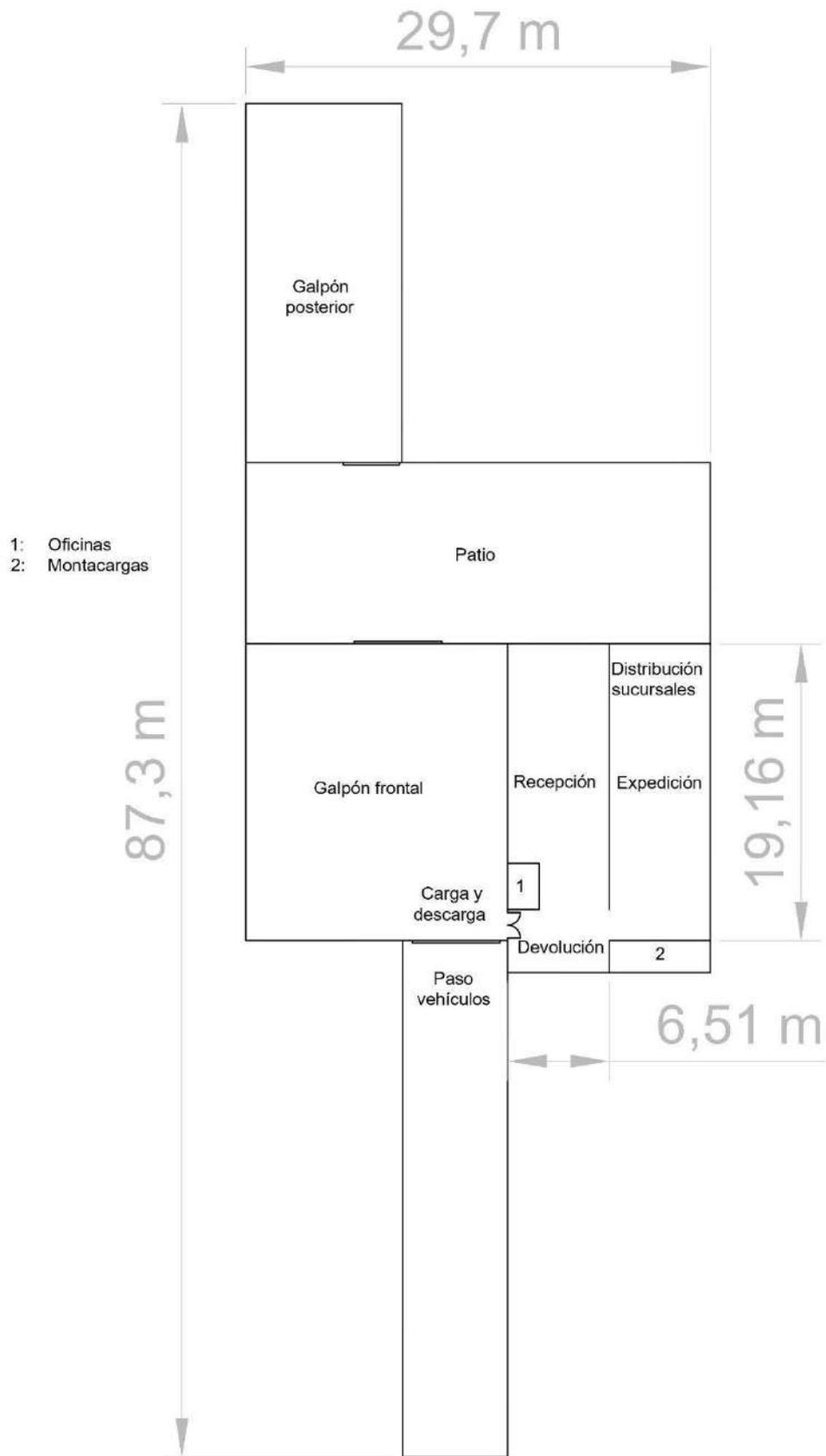


Figura 13: Plano actual de la Planta Baja con los distintos sectores identificados.
Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

El Sector Posterior (figura 14), con una superficie de 231 m² de los cuales 186,6 m² se utilizan para el almacenamiento de productos, cuenta con un sector en el que se almacena en bloque principalmente un producto llamado caño manguera, el cual se utiliza en toda instalación eléctrica. El techo se encuentra a 5 m y sobre el lado izquierdo hay un entretecho a media altura donde se colocan pallets tanto arriba como abajo. Para acceder a la parte inferior del entretecho hay unas aberturas en la pared lo que obliga a dejar pasillos entre los pallets apilados. Los pallets están ordenados y como se puede ver en el cuadro 8, la capacidad es correcta, solo faltarían tres pallets más comparando con el necesario. Sin embargo, el portón trasero no se utiliza por lo cual hay rollos que están en el mismo lugar por mucho tiempo, hasta que la empresa hace un trabajo de rotarlos porque, a pesar de que no tienen vencimiento, la empresa busca tener un sistema FIFO y esta disposición va contra eso. También hay estanterías selectivas que se utilizan para algunas bobinas de cable. Finalmente, hay un espacio sin uso que en algún momento fue la casa de un sereno y podría aprovecharse. Los espacios para la circulación son correctos, incluso en ocasiones ingresa el autoelevador sin inconvenientes, aunque lo más habitual es la utilización de transpaletas.

Se debe tener en cuenta en el plano que todos los pallets representan dos niveles, excepto por los ocho de la parte inferior en los que se colocan gabinetes que por su altura, superior a 1,5 metros, no permite almacenarlo en el Subsuelo. Para estos productos que no se aprovecha la altura del almacén, se pueden proponer soluciones de almacenamiento que mejoren esta condición.

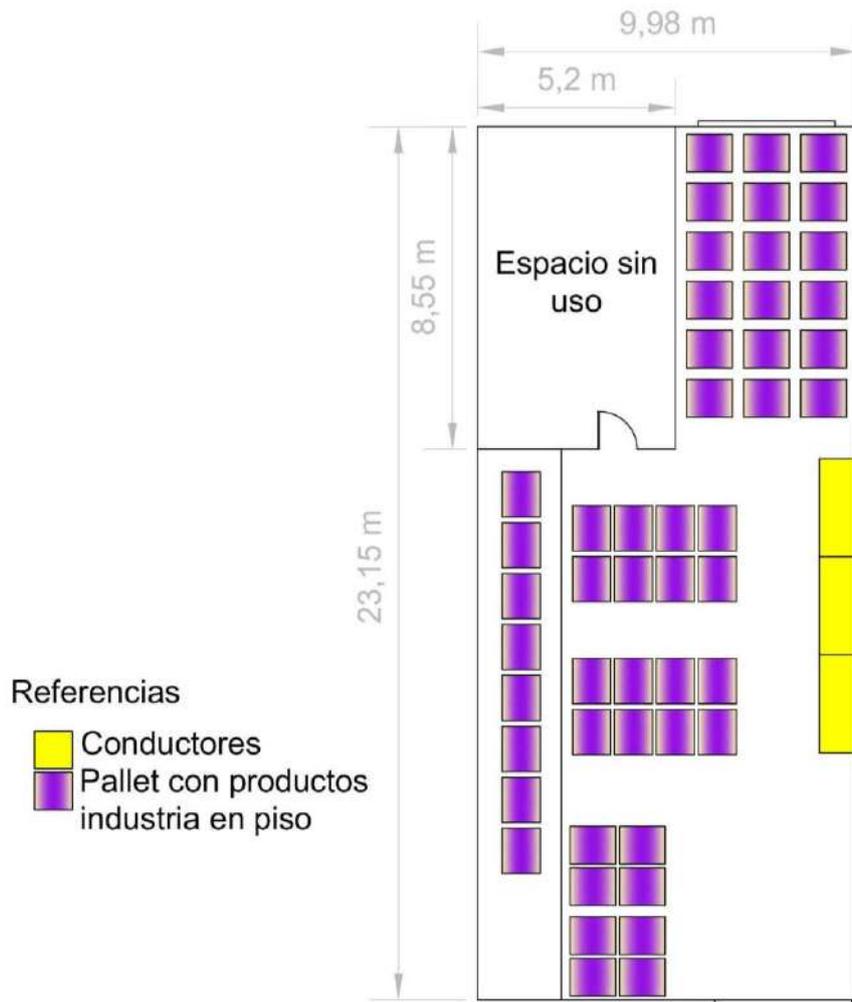


Figura 14: Plano actual del Sector Posterior con las estanterías y categorías de productos.
Fuente: Elaboración propia.

El Patio, con 347,2 m², cuenta con un almacenamiento en bloque esencialmente de bobinas de cable subterráneo las cuales se observan en la figura 15 como el área rayada de amarillo. En la figura 16 se aprecia una imagen de cómo se encuentra este sector en la actualidad. La robustez de las bobinas permite que se almacenen en el Patio sin ser afectadas por las condiciones climáticas como puede ocurrir con otros productos. A su vez, el autoelevador puede circular sin problemas por esta zona permitiendo manipular las bobinas que poseen un considerable peso. Además, se encuentra cerca del bobinero con la máquina para cortar cable y de la zona de carga y descarga de mercadería, lo que permite ahorrar movimientos. Sin embargo, se puede observar que las bobinas no están distribuidas de forma ordenada, sino que se colocan cubriendo el espacio, por lo que la operativa en ocasiones se hace muy lenta. Por esto, se considera que calcular la capacidad disponible es prescindible ya que lo que importa es calcular la necesaria y reordenar el espacio.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

El Patio también posee un área para pallets vacíos, un cantilever vertical en el que se almacenan productos de entre 3 y 5 metros, ciertos productos de industria y un sector para residuos.

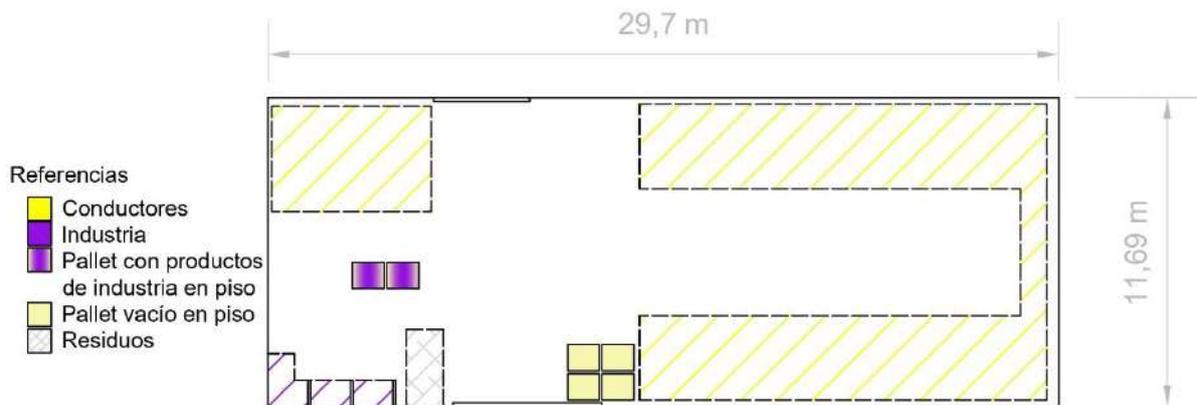


Figura 15: Plano actual del Patio con las estanterías y categorías de productos.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 16: Imagen actual de las bobinas en el Patio sin un orden establecido.
Fuente: Elaboración propia.

En el Sector Frontal, como se indicó previamente, se realiza la carga y descarga de camiones, el almacenamiento y corte de cables de gran tamaño que están en las bobinas y el almacenamiento de productos de industria que tienen un largo considerable (almacenados en cantilever verticales). También allí se encuentra el material en tránsito, ya sea para otras sucursales o para clientes, y los acopios de mercadería. Este sector se puede ver en detalle en la figura 17.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Posee una superficie de 320,9 m² y el techo a 6,5 m. El espacio de circulación permite que se muevan tanto la máquina de corte de cables como el autoelevador sin obstrucciones. Sin embargo, se aprecia falta de señalización de los espacios que se demarcan en el plano con líneas punteadas. Además, si bien muchos de los productos están en cantilever verticales, otros simplemente están apoyados contra la pared, por lo que no hay una clara diferenciación (nótese en el plano el espacio rayado de color violeta, que no tiene las divisiones) y puede explicar porque el cuadro 10 muestra que falta espacio. Para finalizar con el Sector Frontal, hay una selectiva de caños con productos de industria sobredimensionada tal como se observa en el cuadro 9, ya que hay muchos huecos inutilizados; y hay rollos de un tipo de caño que al ser muy liviano se deposita encima del bobinero, no siendo este un espacio diseñado para ello.

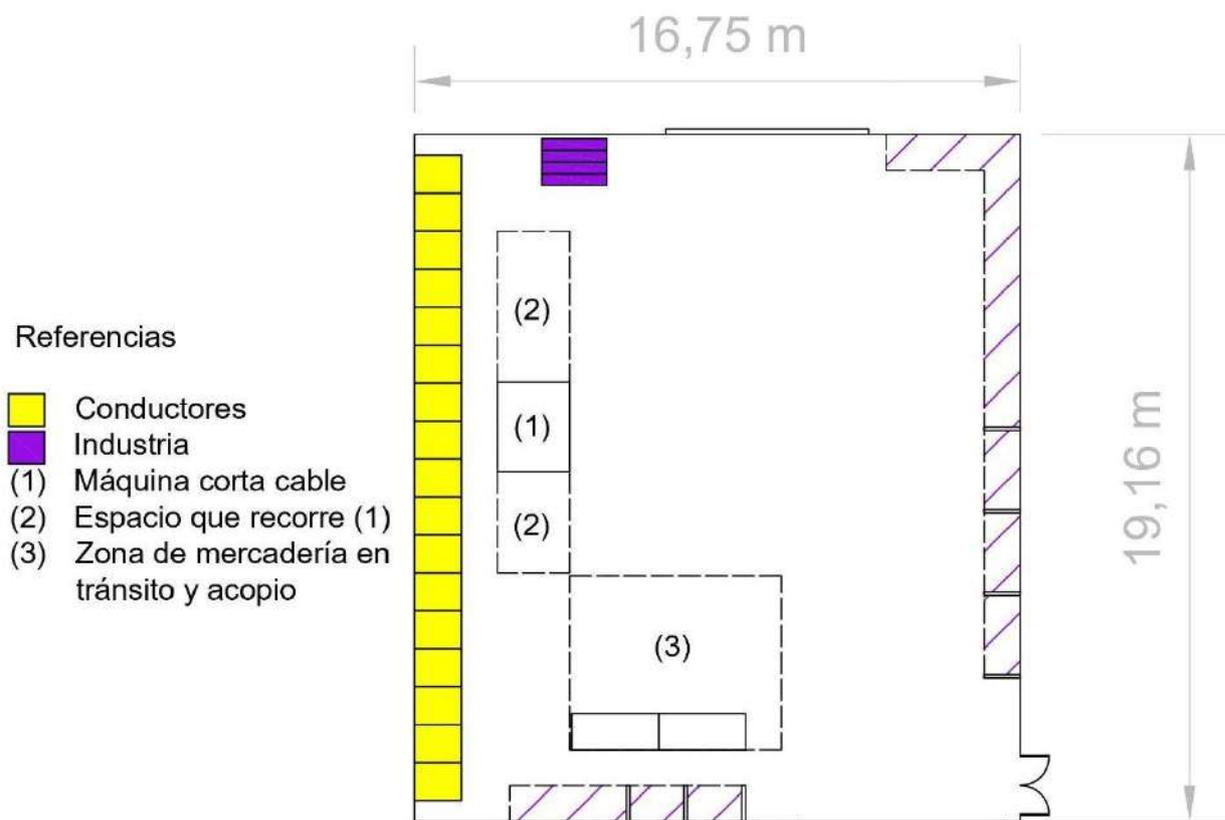


Figura 17: Plano actual del Sector Frontal con las estanterías y categorías de productos.
Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Piso - Planta Baja					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsolet o	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
INDUSTRIA	90	90	0	93	-3

Cuadro 8: Capacidad necesaria versus la disponible en el Piso de Planta Baja.
Fuente: Elaboración propia.

Selectiva de caños - Planta Baja					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsolet o	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
INDUSTRIA	32	32	0	18	14

Cuadro 9: Capacidad necesaria versus disponible en la Selectiva de caños de Planta Baja.
Fuente: Elaboración propia.

Cantilever Vertical - Planta Baja					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsolet o	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
INDUSTRIA	8	0	0	12	-4

Cuadro 10: Capacidad necesaria versus disponible en Cantilever Vertical de Planta Baja.
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de las bobinas, como se indicó anteriormente, éstas no están ordenadas, sino que están distribuidas entre el bobinero, el patio y estanterías selectivas en el Sector Posterior. Al no estar ordenadas, el cálculo de la capacidad disponible es inexacto y por lo tanto no representativo de la situación actual. Por ello se eligió calcular la capacidad necesaria igual que con los otros productos, para realizar una propuesta con un orden definido en base a esto. Luego, en el cuadro 11 se puede ver este valor de capacidad requerida.

Planta Baja		
Estantería	Categoría de producto	Posiciones Necesaria
Piso/Bobinero/Selectiva	Conductores	184

Cuadro 11: Capacidad necesaria para las bobinas en Planta Baja.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.1.3. Primer Piso

Aquí se almacenan casi todos los productos domiciliarios y los de industria de menor peso en un área de 255,8 m² y con el techo a una altura de 3 m. Principalmente está constituido por estanterías de ángulo ranurado, un bloque de estanterías selectivas para productos que hay en mucho volumen y una estructura metálica formada por caños colocados a corta distancia de forma vertical y horizontal que permite almacenar los cablecanales (selectiva de caños). El tamaño de los pasillos ronda en 1,5 m, aunque varían. Se utilizan transpaletas para llevar los productos hasta este espacio y luego carros para ubicarlos en sus posiciones. Al igual que en el Subsuelo aquí se preparan pedidos y se almacenan los productos. Para tener una mejor percepción de lo aclarado se puede observar un plano del almacén en la figura 18.

La distribución tiene una correcta orientación ya que los pasillos se orientan en sentido longitudinal permitiendo maximizar el espacio. El ancho de los pasillos es adecuado para la correcta circulación de los EMM y empleados. No existe un criterio concreto para la ubicación de cada producto. Hay varios que se ubican acorde al principio ABC y otros que simplemente se han ubicado con el tiempo de esta manera. No hay señalización en las distintas estanterías y pasillos que indique que se encuentra en cada una. Las columnas que se encuentran en el pasillo central dificultan la circulación y el acceso a las estanterías que se encuentran por detrás de estas.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

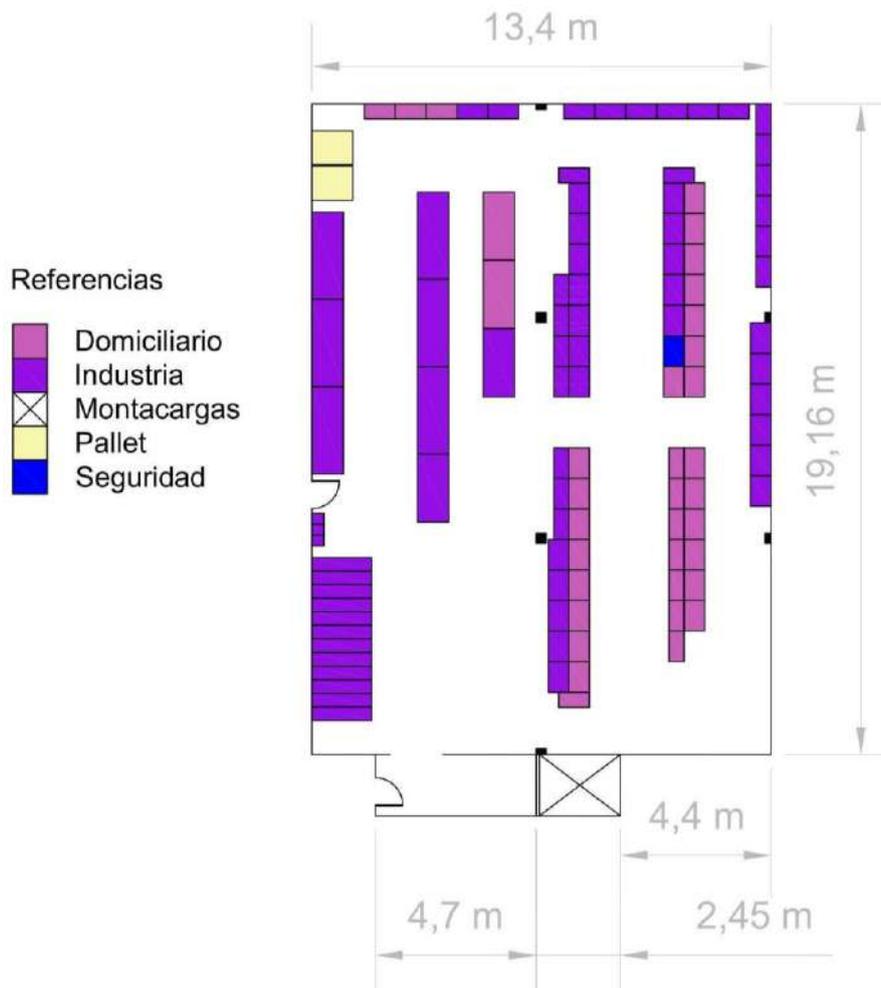


Figura 18: Plano actual del Primer Piso con las estanterías y categorías de productos.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la capacidad se puede apreciar que a la fecha existe un sobrestock de los productos de industria, por lo que hay más espacio destinado a estos de lo que se necesita, como se puede apreciar en el cuadro 12 y 13. Esto se aprecia en las posiciones de más que hay para la categoría Industria, que si bien, hoy los productos ocupan los huecos, se visualiza lugar vacío en el espacio volumétrico. Por el lado de los productos domiciliarios, la falta de lugar obliga a la colocación de cajas en el piso. Por el lado de las selectivas, al haber productos chicos en huecos muy grandes hay mucho espacio volumétrico vacío por lo que no se aprovecha del todo.

La selectiva de caños no es una estructura estandarizada, sino algo rústico creado por la empresa para almacenar aquellos productos de longitud considerable como los cablecanales. Como se observa en el cuadro 15, muchos huecos se encuentran vacíos ya que no están en condiciones de almacenar productos derivando en material apoyado a un lado de la estantería en el piso contra la pared.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

El gavetero prácticamente está en perfecto estado, porque, si bien sobran 3 cajones como se observa en el cuadro 14, está ocupado en aproximadamente un 90%, y esos espacios libres pueden usarse en caso de imprevistos.

Ángulo ranurado - Primer Piso					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
DOMICILIARIO	129	127	2	163	-34
INDUSTRIA	279	257	22	182	97
SEGURIDAD	1	1	0	3	-2
TOTAL	409	385	24	348	61

Cuadro 12: Capacidad necesaria versus disponible en Ángulo ranurado de Primer Piso.
Fuente: Elaboración propia.

Selectiva - Primer Piso					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
DOMICILIARIO	8	6	0	3	5
INDUSTRIA	60	56	0	43	17
TOTAL	68	62	0	46	22

Cuadro 13: Capacidad necesaria versus disponible en Selectiva de Primer Piso.
Fuente: Elaboración propia.

Gavetero - Primer Piso					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
INDUSTRIA	27	24	0	24	3

Cuadro 14: Capacidad necesaria versus disponible en Gavetero de Primer Piso.
Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Selectiva de caños - Primer Piso					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
INDUSTRIA	56	56	0	34	22

Cuadro 15: Capacidad necesaria versus disponible en Selectiva de caños de Primer Piso.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.1.4. Segundo Piso

Es el almacén más chico de todos con tan solo 21,8 m² y con una altura de techo de 2,5 m. En él se almacenan productos de industria, iluminación y domiciliario, que tienen un tamaño pequeño menor a 10x5x5 cm. Además hay productos de industria de gran valor económico, a partir de los \$300.000 la unidad. Se utilizan estanterías de ángulo ranurado y todos los movimientos son manuales. Tal como se observa en la figura 19 predominan los productos de industria y no existe un orden en la distribución de los tipos de productos. El espacio de circulación es adecuado para el *picking* manual. Sin embargo, como se puede observar en el cuadro 16, existe una falta de espacio lo cual implica ubicar cajas en el piso a la espera de ser colocadas en su espacio. También, como en los demás almacenes, no hay una señalización en las distintas estanterías que indique qué va en cada una.

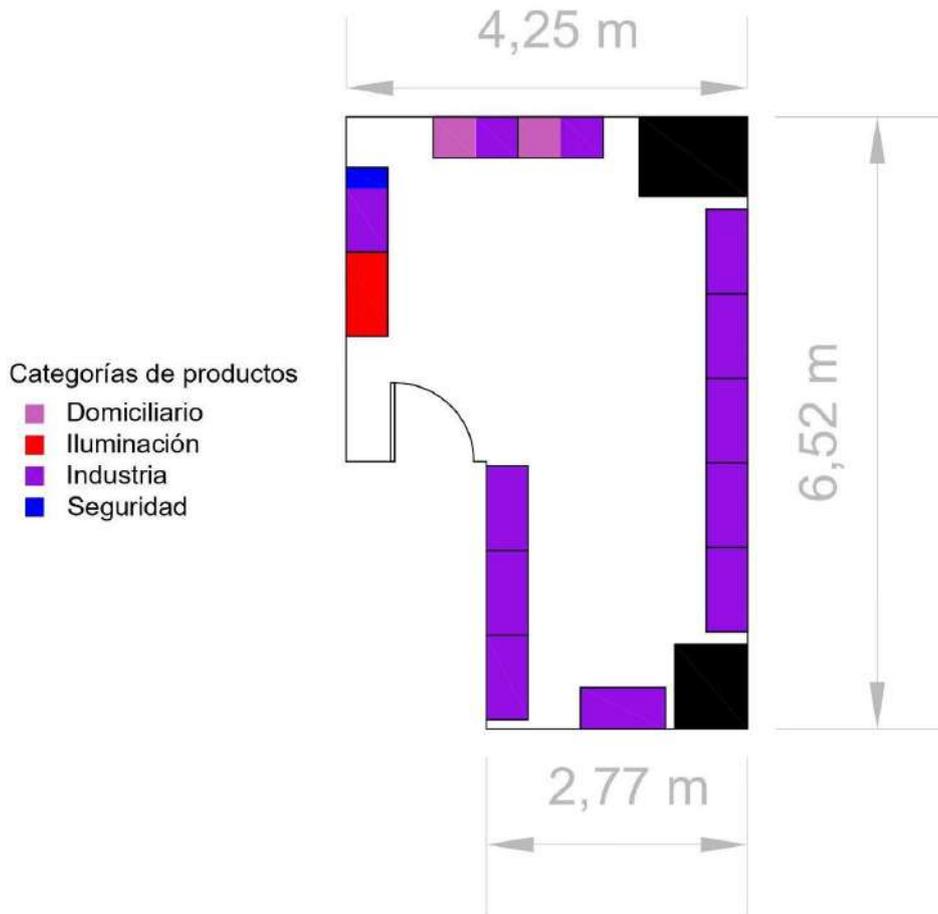


Figura 19: Plano actual del Segundo Piso con las estanterías y categorías de productos.
Fuente: Elaboración propia.

Ángulo ranurado - Segundo Piso					
Grupo de Categorías	Posiciones reales		Obsoleto	Necesarios hoy	Sobran/Faltan
	destinados	ocupados			
DOMICILIARIO	7	7	0	4	3
ILUMINACIÓN	8	8	0	11	-3
INDUSTRIA	64	62	0	67	-3
SEGURIDAD	2	2	0	1	1
TOTAL	81	79	0	83	-2

Cuadro 16: Capacidad necesaria versus disponible en Ángulo ranurado de Segundo Piso.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.2. Estanterías

La empresa tiene diversos tipos de estanterías:

- Ángulo ranurado: cuentan con estanterías de ángulo ranurado de 900x440 mm y 900x600 mm. No están estandarizadas, sino que se fueron agregando con el paso del

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

tiempo. Tienen una altura de bastidor de 2,4 metros. La cantidad de niveles varía entre 5 o 7 niveles.

- Cantilever verticales: como el cantilever mostrado en el marco teórico, pero con el material colocado en sentido vertical. El material se apoya en el piso y queda sostenido entre dos ménsulas tal como se observa en la figura 20. Se utiliza para caños y bandejas de gran largo (3 o 4 metros).



Figura 20: Ménsulas que funcionan como cantilever vertical.
Fuente: Elaboración propia

- Gavetero: es una estructura con cajones donde se coloca material de pequeño tamaño en grandes cantidades como se observa en la figura 21.



Figura 21: Gaveteros.
Fuente: Elaboración propia

- Góndola: son las góndolas de supermercado. La empresa las utiliza para tener material de pequeño tamaño.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- Piso: al decir piso se refiere a pallets que están directamente apoyados en el suelo y sobre los que se coloca material, ya sea porque tienen un tamaño superior o porque están almacenadas en bloque.
- Bobinero: es un tipo de estantería puntualmente para las bobinas de cables grandes. Se colocan en posición horizontal y desde allí mismo se puede cortar. Cuenta con 17 columnas y en cada una se pueden colocar cuatro bobinas.
- Selectivas: cuenta con estanterías selectivas para pallets arlog de 800x1200 mm. y de 1000x1200 mm. No están estandarizadas en cuanto a sus dimensiones dado que se fueron agregando con el paso del tiempo. En su gran mayoría, salvo ciertas excepciones, tienen una altura de bastidor de 3 metros y siempre son de dos posiciones. Sin embargo, el tamaño de los huecos y los niveles varía.
- Selectiva de caños: es un tipo de estantería que se utiliza para productos similares a los caños como jabalinas o cablecanales que tienen más de 1200 mm. de largo y al colocarlos en un pallet habría una parte que sobresaldría por fuera. Vista de frente, son diferentes huecos por donde ingresan estos productos, tal como se ve en la figura 22.



Figura 22: Selectiva de caños.
Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3. Equipo de manejo de materiales

CB S.A. cuenta con una gran variedad de EMM, principalmente para movimiento manual. En el cuadro 17 a continuación se encuentran los equipos móviles de movimiento de materiales junto con sus características:

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Tipo de EMM móviles	Energía	Ancho de Pasillo	Altura máxima	Carga
<p>Carro de mano de dos ruedas</p> 	Manual	500 mm	0 mm	200 kg.
<p>Transpaleta</p> 	Manual	1.900 mm	0 mm	2.500 kg
<p>Carro de mano de 4 ruedas tipo supermercado</p> 	Manual	1.000 mm	0 mm	200 kg

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

<p>Carro de mano de 4 ruedas tipo jaula</p> 	Manual	1.200 mm	0 mm	500 kg
<p>Carro de mano de 4 ruedas</p> 	Manual	1.500 mm	0 mm	500 kg
<p>Carretilla contrapesada</p> 	Combustión interna	4.500 mm	4.700 mm	2.500 kg

Cuadro 17: Características de los equipos de movimiento de materiales de CB S.A.
Fuente: Elaboración propia en base a datos relevados de CB S.A.

Los equipos móviles no tienen un espacio de guardado puntual, sino que se encuentran distribuidos en el almacén de acuerdo a donde fue su último uso. Los carros de cuatro ruedas tipo supermercado hay en grandes cantidades y los preparadores de pedido tienen cada uno el suyo propio. En el caso de los equipos fijos de movimiento de materiales, la empresa solo cuenta con una pala hidráulica en su camión, como se puede ver en la figura 23, para carga y descarga en transporte entre sucursales, la cual soporta hasta 900 kg.



Figura 23: Pala hidráulica del camión de CB S.A.
Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Procesos logísticos

En el siguiente apartado se analizan los distintos procesos logísticos que ocurren dentro de las instalaciones: recepción, almacenamiento, preparación de pedido, distribución a sucursales y expedición.

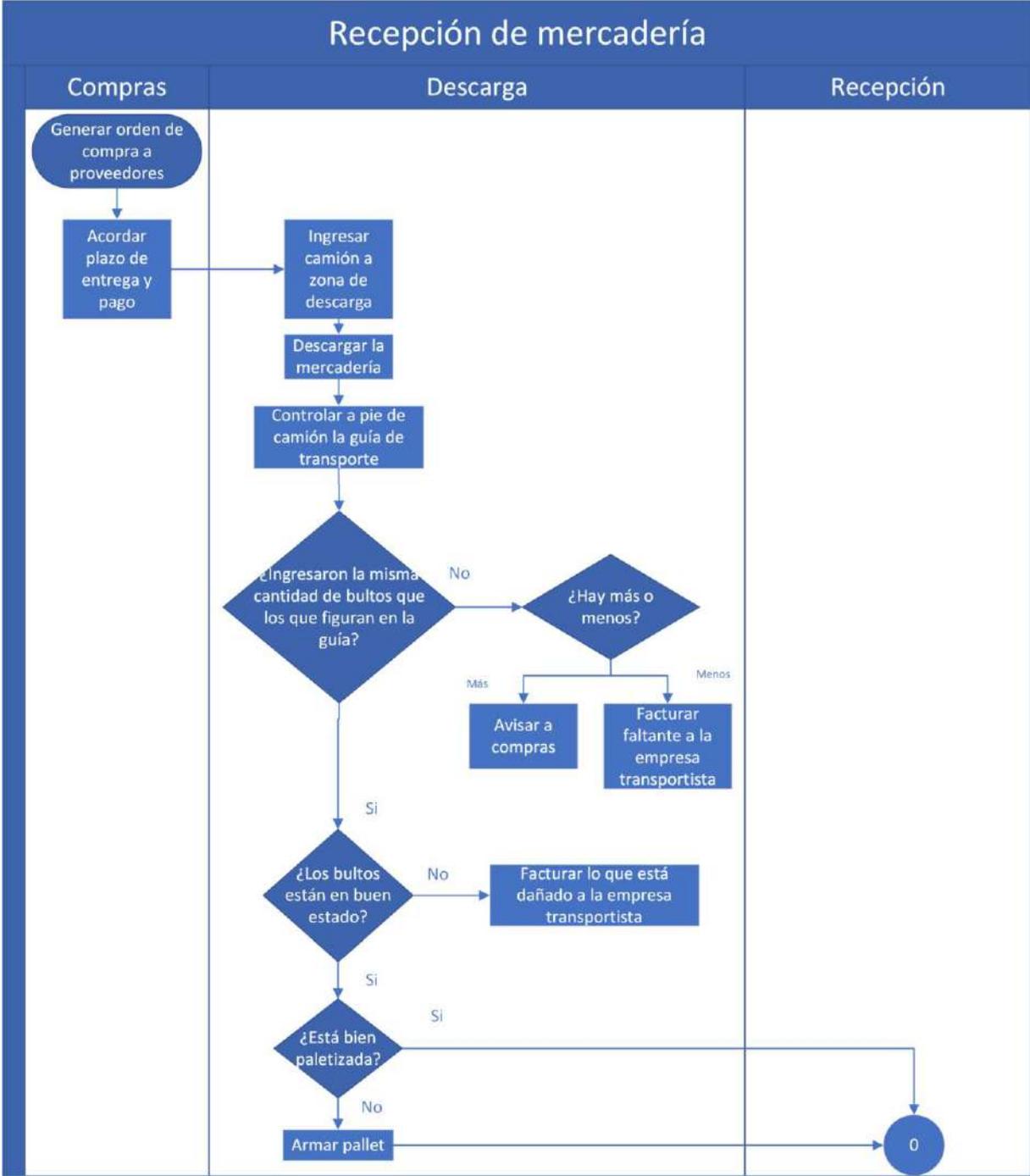
4.1.4.1. Recepción de mercadería

El proceso de recepción de mercadería es el primero en la serie de procesos logísticos. Incluye la generación de la orden de compra, la descarga de los vehículos, diversos controles, el ingreso de la mercadería en el sistema y la separación de lo que irá a otras sucursales. En la figura 24 se puede observar el proceso de forma más detallada. Si bien la figura describe el proceso en su forma estándar, existen variaciones. Cuando llegan las bobinas de cable, dado su elevado peso, se controlan a pie de camión y en lugar de pasar a la zona de recepción, se quedan en la zona de descarga a la espera de ser almacenados.

Para una mejor comprensión del diagrama a continuación, se deben entender ciertos términos como remito y guía de transporte. El remito es un documento que se utiliza en diversas operaciones comerciales. Es emitido por el vendedor con el objetivo de acreditar el envío de ciertas mercaderías. Cuando llegan a destino, el receptor debe firmar el remito original y devolverlo al vendedor. El receptor, por su parte, se queda con una copia del remito. La guía de transporte es un documento que acompaña la carga que pone de acuerdo al

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación despachador y al transportista y gobierna su relación cuando los bienes son transportados. Detalla la carga y el envío y le da nombre o dueño de ese envío al recipiente especificado en el documento. Esa parte es usualmente la organización a la que se envía la carga. La guía de transporte que acompaña un envío es firmada por el transportista cuando recoge el cargamento. La firma deja saber que el envío está en manos del transportista. Cuando es firmada por el que recibe confirma que los bienes fueron recibidos como se describe en la guía de carga. También sirve como prueba de que se entregó la mercadería.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación



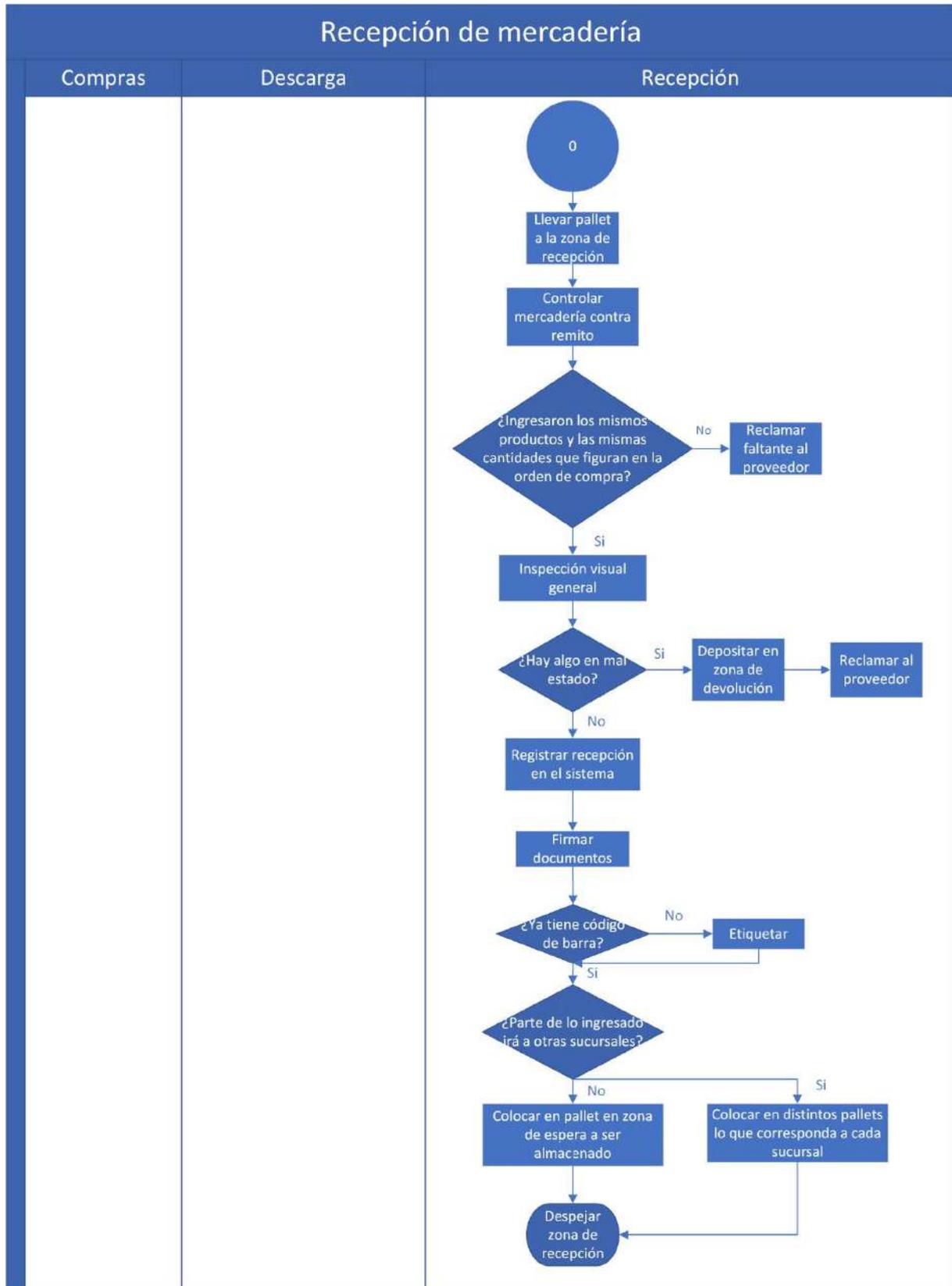


Figura 24: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Recepción de mercadería.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.2. Almacenamiento

El proceso de almacenamiento de mercadería que se detalla en la figura 25, se realiza luego de la recepción. Quienes se ocupan de los depósitos se acercan hasta el área de recepción donde recogen los productos con los distintos equipos de movimiento de materiales. Algunos productos vienen en cajas que desde el exterior no se identifica cuál es, por lo que se le pega un cartel con su código, para que luego al preparar pedidos, sea más rápido identificarlos. Finalmente se lleva la mercadería hasta la ubicación y se la dispone en su lugar final. Este lugar no está identificado con el código del producto o por tipo de producto, simplemente los miembros de la empresa conocen las ubicaciones. Esto muchas veces genera problemas en localizar la mercadería, además de tener que codificar por demás el exterior de las cajas debido a que no tienen una identificación en las estanterías.

Por otro lado, se sigue un criterio de ubicación A-B-C, colocando los productos de mayor rotación más cerca de la entrada a los depósitos. Sin embargo, esto también es algo que no está señalizado, sino que los colaboradores conocen donde ubicarlos, y muchas veces termina por no cumplirse.

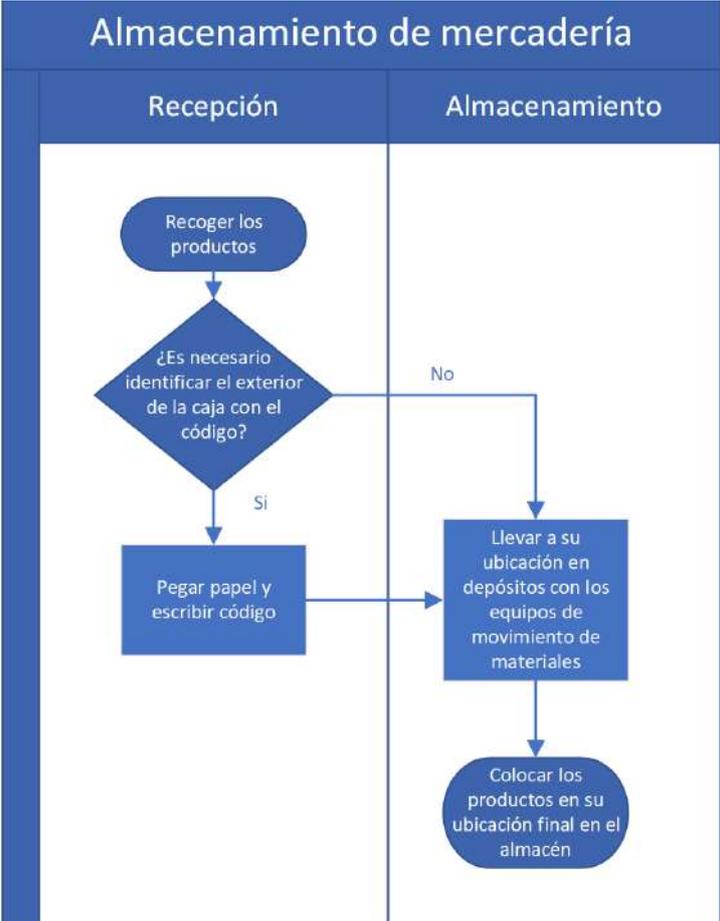


Figura 25: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Almacenamiento de mercadería. Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.3. Distribución a sucursales

La distribución a sucursales es uno de los procesos por los que salen productos del almacén y es fundamental ya que de esta manera se abastecen los otros almacenes de la empresa. La preparación de los pedidos para las sucursales se realiza en dos instancias. Primero, cuando se recepciona la mercadería que ya se separan aquellos productos con destino a alguna sucursal como se observa en la figura 24 presentada anteriormente. Como segunda instancia al recibir el pedido de la sucursal se procede a armarlo. Si hay algún material que no está, se le informa a la sucursal que solicitó el material, se le pide a compras para solicitar al proveedor y se carga la transferencia solo de lo que se podrá enviar. Si está todo el material directamente se carga la transferencia en el sistema y se lo deja junto con lo ya separado por Recepción. El transporte de la empresa recogerá el material para luego llevarlo a la sucursal correspondiente donde se realizará un último control. A continuación en la figura 26 se aprecia en detalle este proceso.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

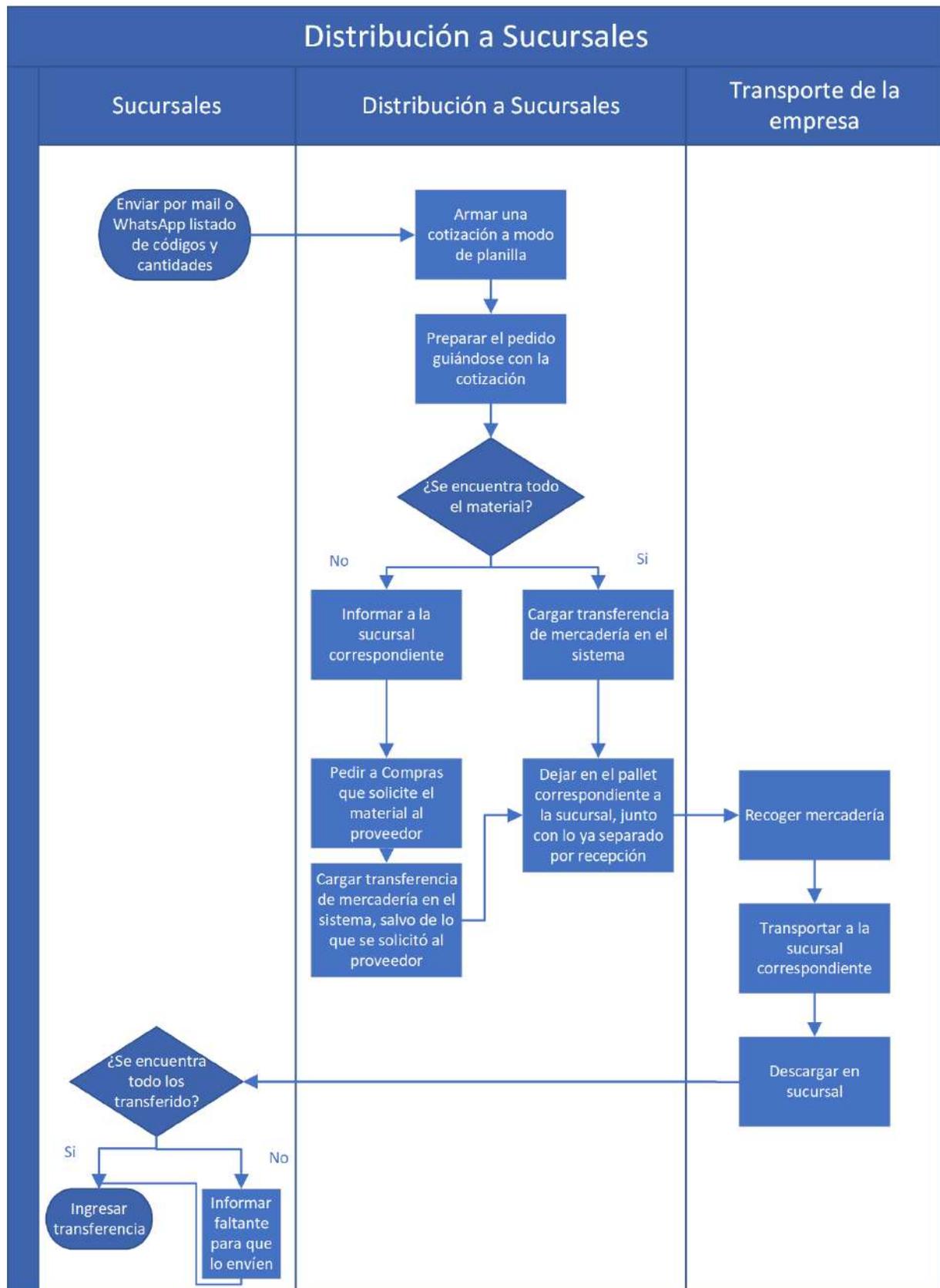


Figura 26: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Distribución a Sucursales. Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.4. Preparación de pedidos

Este proceso es clave para el servicio al cliente. Preparar los pedidos rápido y eficientemente es fundamental. El proceso comienza cuando el área de ventas carga el pedido en el sistema y este llega a la gerencia de logística. El gerente imprime el pedido y lo asigna a uno de los preparadores quien comienza a preparar el pedido. Una vez finalizado, si este se completó, se deja en zona de expedición identificando el pedido con el nombre del cliente. Puede suceder que el pedido no se concluya porque el material está en otra sucursal o porque no hay stock. En el primer caso, se solicita a sucursal y durante las 24 horas se completa y ya se deja en expedición. En el segundo caso, se solicita el material al proveedor, y una vez que llega se concreta el pedido. A continuación, se puede observar este proceso con mayor detalle en la figura 27.

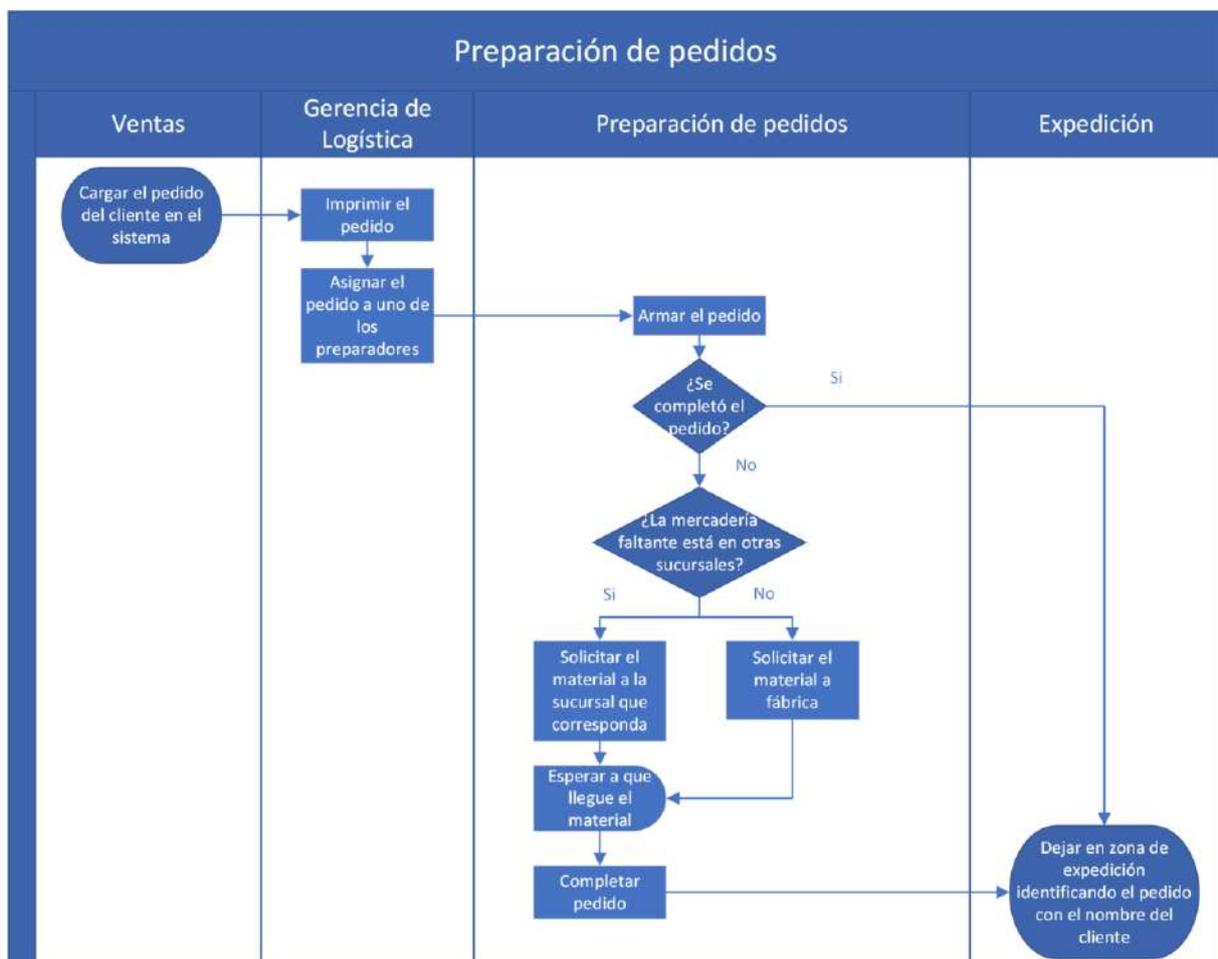


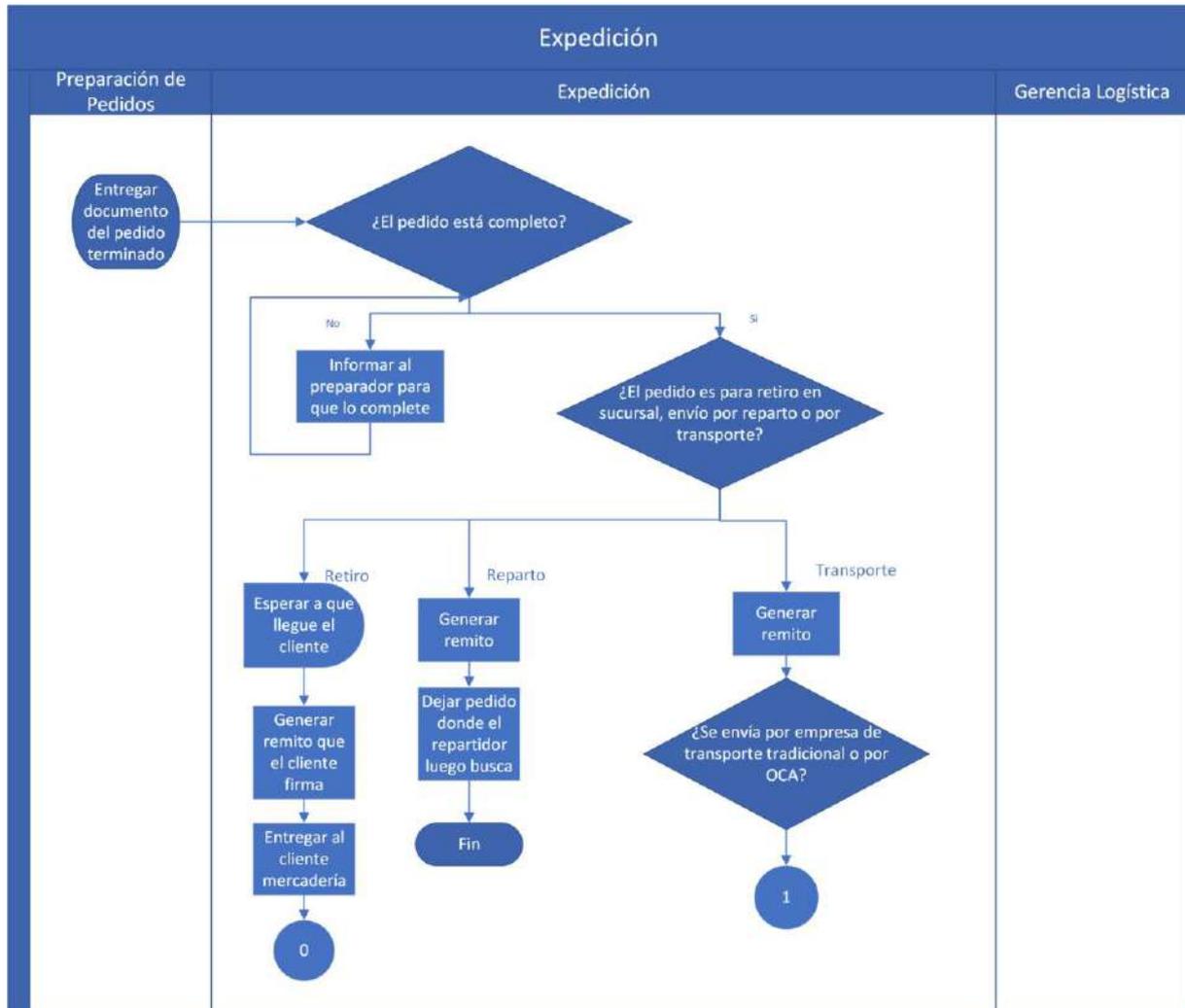
Figura 27: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Preparación de pedidos.
Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

4.1.4.5. Expedición

Es el otro proceso por el que los productos dejan el almacén. El mismo comienza cuando el preparador entrega el documento con el pedido terminado y se realiza un control de que esté todo el pedido completo. Luego el pedido puede seguir uno de tres caminos posibles: puede ser separado para que el cliente lo retire por la sucursal, se puede entregar por reparto con vehículos de la empresa cuando los clientes son de Mar del Plata o se debe enviar por transporte u OCA cuando el cliente es de otra localidad. En cada caso se genera un remito para que la mercadería se descuente del sistema.

Cabe aclarar que la diferencia entre OCA y una empresa de transporte tradicional radica en el tipo de documentación emitida; y que en el caso de OCA, CB S.A debe llevar el pedido hasta el lugar de despacho de este correo. A continuación, se puede observar este proceso con mayor detalle en la figura 28.



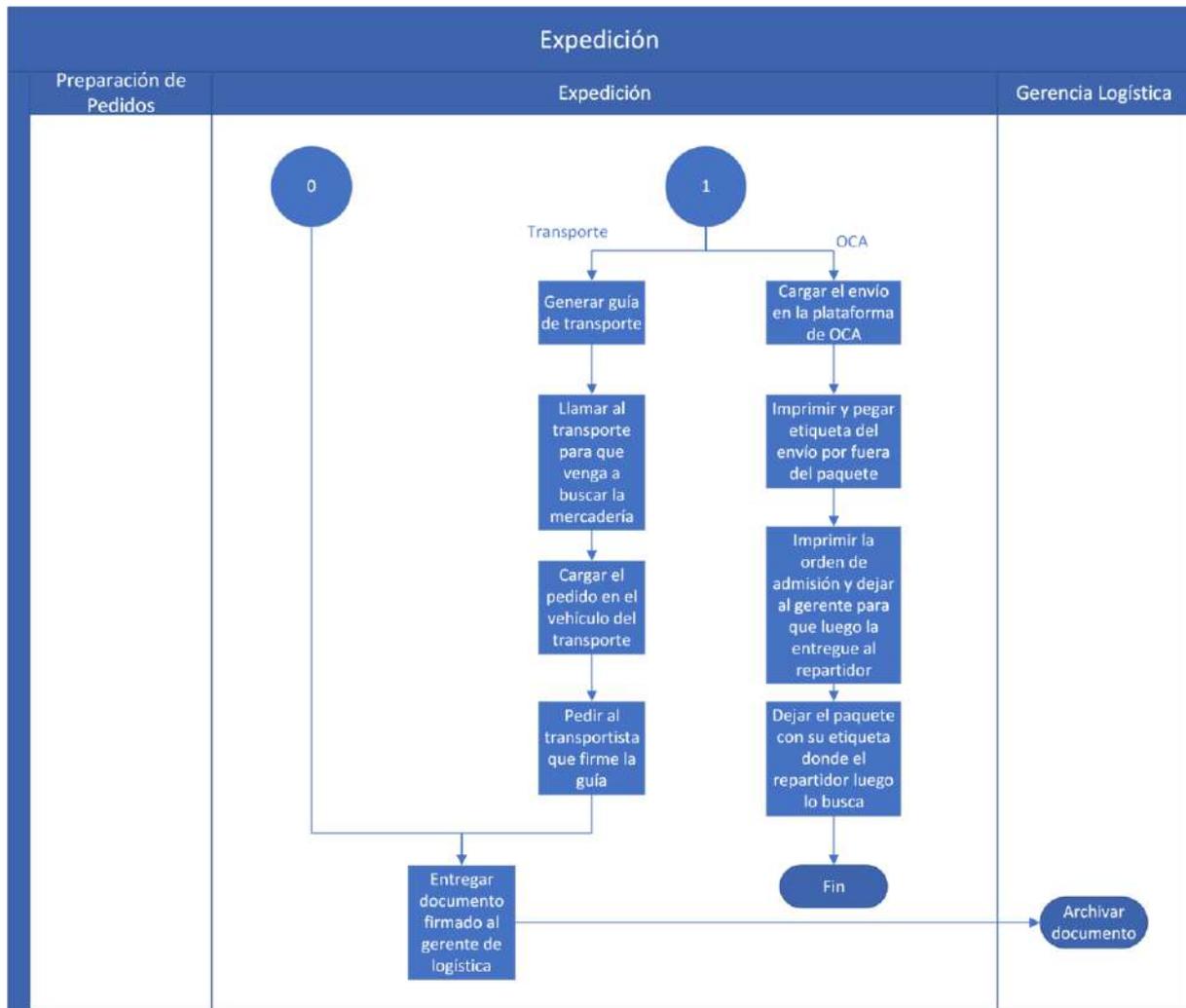


Figura 28: Diagrama de flujo de despliegue del proceso de Expedición.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Diagnóstico de la situación actual

Hay distintos aspectos que se podrían mejorar para facilitar la operatoria diaria y aumentar la capacidad de estos depósitos para hacer frente a futuros aumentos de la demanda. A continuación se destacarán estos puntos para luego proponer un almacén ideal con estas bases:

- En cuanto a la capacidad y los almacenes se aprecia una necesidad de relocalización, como se muestra en los cuadros presentados en apartados anteriores, para que todas las categorías tengan el espacio que precisan. Además es notable la falta de señalización junto con la diagramación de espacios destinados a guardado de EMM, almacenamiento de mercadería acopiada, o sector de *picking*.
- En cuanto a los productos, aquellos que están obsoletos se les deberían dar un destino de algún modo y de esta manera liberar espacio.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- En referencia a la distribución del almacén y las estanterías, es necesario analizar nuevas soluciones de almacenaje acorde a los productos para que no obstruyan los pasillos, y estandarizar estanterías que hoy están armadas de manera rústica, como los cantilever verticales y las selectivas de caños. De igual manera, reordenar la disposición para que las columnas del edificio no afecten la operativa
- Analizar la necesidad de otros EMM que hoy no están presentes.
- En cuanto a la operativa, al señalar los pasillos, el almacenamiento podrá ser más rápido utilizando tecnología para identificar en qué espacio del edificio se encuentra cada producto.

4.2. Diseño del almacén ideal

A continuación, siguiendo los pasos indicados en la metodología, se realizará la propuesta de diseño de almacén ideal.

4.2.1. Soluciones de almacenamiento

Se proponen distintas soluciones de almacenamiento debido a la gran cantidad de productos de diferentes tamaños y formas, planteadas a su vez en el marco teórico. Estas soluciones serán:

- Estanterías selectivas: se utilizarán para todos los productos de Alumbrado Público, Energía Sustentable, Lámparas y Tubos, y la mayoría de los productos de Iluminación. Además también se almacenarán ciertos productos de Domiciliario, Conductores, Industria y Seguridad, que dado su tamaño o el embalaje corresponde que esté en este tipo de estantería.
- Ángulo ranurado: para productos de menor tamaño de Domiciliario, Iluminación, Industria y Seguridad.
- Cantilever vertical: es una forma distinta de utilizar los cantilever, comúnmente para apoyar productos largos en posición horizontal. Se propone esta manera ya que los productos se manipulan diariamente y tenerlos de manera vertical permitirá retirarlos y almacenarlos de manera rápida. Además los productos de Industria allí depositados tienen poco peso, ya que son de PVC. Hoy la empresa CB S.A tiene ménsulas instaladas simplemente para que no se vayan de costado, y aquí se propone una solución estandarizada que contenga de manera correcta y segura.
- Selectiva de caños: se propone una estantería diseñada para almacenar productos de un largo considerable, adecuados para una estantería selectiva,

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

pero no tan largos como para requerir un sistema cantilever, es decir, con dimensiones aproximadas de 1,5 a 2 metros. Estos productos penetran a través del espacio quedando en posición horizontal, cada referencia con su hueco. Estos productos son de Industria, más específicamente cablecanales y jabalinas. Hoy la empresa tiene este tipo de solución hecha a mano y de manera rústica poco aprovechable.

- Gavetero: es una estantería con muchos cajones semi abiertos donde se ponen productos de industria de tamaño muy pequeño.
- Bobinero: es por excelencia la mejor opción para manipular cables en bobinas pesadas.

Hay un tipo de producto de Industria que se almacena directamente en pallets arlog apoyados en el piso. Son los caños manguera, que hoy tienen un almacenamiento en bloque, vienen en grandes volúmenes y son apilables. Además, se propone la utilización del *Mezzanine*, presentado en el marco teórico, que permitirá aprovechar la altura del Sector Frontal, colocando productos tanto arriba como abajo. Arriba irán pallets en una superficie de 10x3,7 metros, para los productos de Industria que están en el Sector Posterior (los caños manguera) y, al tener una altura de 3.500 mm, se podrán colocar los caños de 3.000 mm debajo. Los cables en bobinas pesadas además de utilizar el bobinero como solución de almacenamiento, se las deposita en bloque en el Patio aprovechando su capacidad de estar al aire libre y su propia estructura que permite apilarlas.

4.2.2. Dimensión de las estanterías

Para cada tipo de estantería se debe determinar las dimensiones tanto de la posición o hueco en la que se almacenarán los productos como de las estanterías en general lo que será muy útil para disponerlas físicamente en los almacenes. La altura de las estanterías dependerá del almacén en que se encuentren ya que algunos tendrán como limitante la altura del techo.

Selectivas

Para dimensionar los módulos de almacenamiento en las estanterías selectivas se realizaron cálculos a partir del catálogo de Mecalux en el Anexo II: Dimensión del módulo de almacenamiento. Para las estanterías selectivas en las que se emplearán pallets arlog de 1.000 mm x 1.200 mm manipulados por el lado estrecho y que cada módulo almacena dos pallets, las dimensiones del módulo de almacenamiento son:

- Longitud del módulo = 2.401 mm.
- Profundidad total del módulo = 1.200 mm

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Para las estanterías selectivas en las que se utilizarán pallets de 2.000 mm x 1.200 mm manipulados por el lado ancho y que cada módulo almacena un pallet, las dimensiones del módulo de almacenamiento son:

- Longitud del módulo = 2.401 mm.
- Profundidad total del módulo = 1.200 mm

Para calcular la altura y niveles de estantería se debe aclarar que la altura de nivel a nivel (Y) se compone de la altura del pallet (120 mm) con su carga, la holgura requerida (100 mm) entre la carga del pallet y el siguiente nivel y la altura del larguero (h = 100 mm). En la figura 29 se pueden ver las alturas mencionadas.

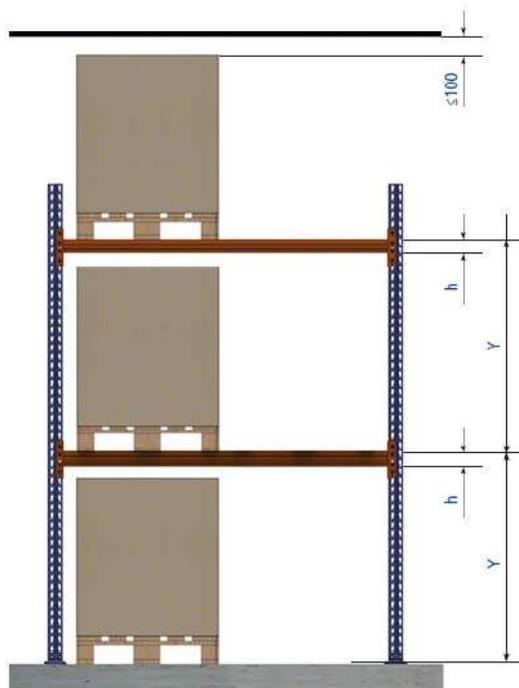


Figura 29: Dimensiones para altura de estantería selectiva.
Fuente: Mecalux.

Se dispondrá de estanterías selectivas en el Subsuelo y Sector Posterior de Planta Baja. En cuanto al Subsuelo, la altura del techo a 4.000 mm actuará de limitante. Por eso, se determinó que la altura del bastidor será de 3.000 mm. Con estas dimensiones se pueden seleccionar estanterías con distinta cantidad de niveles de ser necesario.

Para el Sector Posterior se utilizarán selectivas para poder aprovechar la altura del almacén con productos de industria (gabinetes) que por su irregularidad, no se pueden apilar. El almacén tiene una altura de 5.000 mm y como estos productos alcanzan hasta 1.800 mm de altura máxima, se emplearán estanterías de dos niveles con 2.000 mm cada uno. De esta forma, un pallet con gabinete ocupará una posición de estantería selectiva de dos niveles. En

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

el cuadro 18 se muestran las alturas según el almacén en que se encuentran y los niveles por los que se pueden optar.

Almacén	Y [mm]	Cantidad de niveles
Subsuelo	1.373	3
Subsuelo	1.030	4
Sector Posterior	2.000	2

Cuadro 18: Altura de hueco en estantería selectiva según la cantidad de niveles y almacén.
Fuente: Elaboración propia.

Ángulo ranurado

En el caso de las estanterías de ángulo ranurado Mecalux ofrece distintas opciones de medidas estandarizadas. Entre ellas se encuentran las de 900mmx450mm y 900mmx600mm, para el ancho y profundidad de una posición, ambas similares a las que hoy posee CB S.A. Para mantener lo que la empresa utiliza hoy y asegurarse de cumplir con la capacidad necesaria se eligen las de 900mmx600mm.

El almacén Primer Piso contendrá estanterías de ángulo ranurado para las cuales se tendrá como limitante el techo de 3.000 mm. Los bastidores serán de 2.400 mm con cinco niveles de 526 mm cada uno, igual a los que tiene la empresa.

El almacén Segundo Piso va a emplear estanterías de ángulo ranurado con el techo de 2.500 mm como limitante. Los bastidores serán también de 2.400 mm y se emplearán siete niveles de 282 mm cada uno igual que hoy en día, para poder hacer frente a las varias referencias.

Selectivas de caños

Para las selectivas de caños se comprobó al hacer el cálculo de capacidad disponible y necesaria que el tamaño de los huecos es funcional. Sotic indica que este tipo de desarrollos lo hace a medida, por lo que se plantean huecos de 400mmx428mm (ancho y alto) y una profundidad de 1.500 mm, para los cablecanales y jabalinas.

Se utilizará este tipo de estantería en el almacén Primer Piso. Se busca aprovechar al máximo la altura con la que cuenta el almacén. Dada la capacidad necesaria, se estiman 63 posiciones dando un total de 7 posiciones en el alto y 9 en el largo. Por lo tanto, las dimensiones totales serán de 2.996 mm de alto, 3.600 mm a lo largo y 1.500 mm de profundidad.

Bobinero

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

El bobinero también se puede realizar a medida y se mantendrá el tamaño actual de posición ya que comprueba la resistencia al peso de las bobinas así como su funcionalidad. La medida de una posición para cada bobina es de 1.100 mm de ancho, 1.100 mm de alto y 1.300 mm de profundidad.

Se utilizará en el Sector Frontal de la Planta Baja. La altura del almacén es de 6.500 mm, por lo que el bobinero puede alcanzar en total los 5.500 mm con 5 niveles, un nivel más que la actualidad, y mantener un largo de 18.700 mm.

Gavetero

En cuanto al gavetero se añadirán nuevos con las mismas dimensiones que posee la empresa actualmente dado que cumplen con su función. Las dimensiones son 300 mm de ancho por 350 mm de profundo y 300 mm de alto. Se dispondrán cinco gaveteros a lo ancho y seis apilados alcanzando un ancho de 1.500 mm y una altura total de 1.800 mm. De esta forma, se alcanzan los 30 gaveteros que cumplen con la capacidad necesaria.

Cantilever verticales

Para los cantilever verticales sucede lo mismo que con las selectivas de caño, se hacen a medida. En estas condiciones, para estandarizar los espacios y asegurarse cumplir con la capacidad, cada hueco será de 2.200 mm. Se ubicarán en Planta Baja y almacenará caños de 3.000 mm de largo. Por lo tanto, las estanterías ocuparían esta misma altura.

4.2.3. Cálculo de posiciones

Anteriormente se calculó la capacidad necesaria actual de los almacenes. Para hacer frente a futuros crecimientos de la demanda se estableció sumar un 20% extra a la capacidad.

Por los motivos que se comentan a continuación se plantearon ciertos cambios en los almacenes de un principio. Como se comentó anteriormente, en Subsuelo si bien hay estanterías selectivas en su mayoría, estas no están estandarizadas. Para ello, a partir de la capacidad necesaria y aumentando el 20%, se calculó la cantidad de estanterías con el dimensionamiento antes mencionado, tanto para tres y cuatro niveles. Se realizó el cálculo para las dos cantidades de niveles para ver cuál opción era más propicia, resultando la de tres niveles ya que se requieren menos cantidad de estanterías, lo cual es mejor para aprovechar más el espacio. Estos cálculos se pueden ver en Anexo III: Estandarización de estanterías selectivas Subsuelo. Además para unificar el tipo de estanterías en este almacén se calculó la cantidad de posiciones extra que se necesitan para pasar lo que está en las góndolas y lo que está en el piso a estanterías selectivas; y esto se puede ver en detalle en el Anexo IV:

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Cálculo de la cantidad de posiciones extras de estanterías selectivas en el Subsuelo. En este anexo también se encuentra el cálculo de posiciones extras que se necesitan para que los productos que obstruyen los pasillos debido a su longitud se coloquen en posiciones dobles. Finalmente, luego de estos cálculos se obtiene para el Subsuelo el cuadro 19 donde se pueden observar las posiciones.

Subsuelo			
Estantería	Categoría de producto	Posiciones con 20% y estandarizadas	Total
Selectiva	Alumbrado público	5,1	502
	Conductores	74,2	
	Domiciliario	78,1	
	Energía Sustentable	10,2	
	Iluminación	134,1	
	Industria	82,5	
	Lámparas/Tubos	114,5	
	Seguridad	3,8	

Cuadro 19: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

Con el incremento del 20% para la capacidad necesaria surgieron nuevas limitaciones. La capacidad disponible del almacén Segundo Piso no es suficiente para hacer frente al aumento ni cuenta con espacio físico para incorporar más estanterías. Al analizar la composición de categorías de productos en el Segundo Piso, se observa que está compuesto mayormente por productos de Industria y, con el aumento, alcanzaría a llenar este almacén con esa única familia. Las demás categorías de productos presentes (Domiciliarios, Seguridad e Iluminación) se trasladan al almacén Primer Piso ya que representan un menor porcentaje y no se mezclarán con productos de Industria.

A su vez se aprecian estanterías selectivas de caños en el almacén Sector Frontal de Planta Baja y en el almacén Primer Piso. Dado que el primero de estos almacena menos del 10% de la cantidad de productos que almacena el segundo, se propone unificar estas estanterías en una sola en Primer Piso.

Por último, en Primer Piso se notó que los productos almacenados en estanterías selectivas pueden almacenarse en estanterías de ángulo ranurado. Esto no afectaría a la operatoria diaria ya que no se utilizan EMM como transpaletas para el guardado de

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación mercadería, y tanto el almacenamiento como la preparación de pedidos es manual. Por lo tanto, para estandarizar las estanterías y pasillos, se calculó qué cantidad de posiciones de ángulo ranurado son necesarias para cumplir con la capacidad que aportan las estanterías selectivas. Este cálculo se desarrolla en profundidad en el Anexo V: Cálculo de cantidad de posiciones de ángulo ranurado extras en Primer Piso.

En Planta Baja se plantean más cambios. En el Sector Posterior se propone quitar el entretecho para eliminar los pasillos y aumentar la densidad de almacenamiento. Además, incorporar estanterías selectivas para aprovechar el espacio en altura que no se utiliza porque los pallets con gabinetes no son apilables. En el Sector Frontal sucede algo similar; no se aprovecha la altura sobre la pared opuesta al bobinero ya que no se utiliza ni el 50% de la altura disponible. Sumado al incremento del 20% en la capacidad, va a ser necesario más espacio para las posiciones de piso, por lo que se propone implementar un *Mezzanine* en este sector. Se podrá depositar mercadería desde Sector Frontal, a través de una puerta corrediza, utilizando el autoelevador, y se podrá ingresar desde Primer Piso a través de otra puerta corrediza. El acceso desde Primer Piso va a permitir acomodar la mercadería que se encuentre en el *Mezzanine* y también permitirá colocar pallets en Primer Piso de ser necesario.

La disposición final de posiciones por estantería y almacén de Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso se pueden observar en los cuadros 20, 21 y 22 a continuación. Aparecen por categorías de producto dado que varios productos no llegan a completar una posición y de esta forma se pueden ocupar más eficientemente los espacios.

Planta Baja		
Estantería	Categoría de producto	Posiciones con 20%
Selectiva	Industria	24
Piso	Industria	88
Piso/Bobinero	Conductores	221
Cantilever vertical	Industria	15

Cuadro 20: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Planta Baja.
Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Primer Piso			
Estantería	Categoría de producto	Posiciones con 20%	Total
Ángulo ranurado	Domiciliario	204	561
	Iluminación	14	
	Industria	339	
	Seguridad	4	
Gavetero	Industria	29	29
Selectiva de caños	Industria	63	63

Cuadro 21: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Primer Piso.
Fuente: Elaboración propia.

Segundo Piso		
Estantería	Categoría de producto	Posiciones con 20%
Ángulo ranurado	Industria	81

Cuadro 22: Disposición final de posiciones por estantería y categoría de producto en Segundo Piso.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el cuadro 23 que resume la cantidad de posiciones que se necesitarán para cada tipo de estantería.

Estanterías	Total Propuesta [posiciones]
Selectiva	526
Piso	88
Ángulo ranurado	642
Gavetero	29
Selectiva de caños	63
Piso/Bobinero	221
Cantilever vertical	15

Cuadro 23: Disposición final de posiciones por estantería.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Selección de los EMM

Al contar ya con el edificio y paredes construidas, se debe seleccionar primero los EMM para conocer el ancho mínimo de los pasillos que se necesita disponer los módulos. Luego del análisis de la situación actual de la empresa, se considera que ciertos equipos ya analizados tienen las características correctas para esta propuesta. Estos equipos son:

- Transpaleta: para utilizar en el transporte horizontal de productos en pallet arlog de una zona a otra y para el almacenamiento de mercadería en el Subsuelo en el nivel más bajo.
- Carro de cuatro ruedas tipo jaula: para la preparación de pedidos y almacenamiento.
- Carro de mano de dos ruedas: para el transporte horizontal y el almacenamiento.
- Carro de mano de cuatro ruedas: para el transporte horizontal entre zonas.
- Carro de cuatro ruedas tipo supermercado: para la preparación de pedidos.
- Pala hidráulica del camión: para la carga y descarga del camión en la recepción y expedición.

Además de estos se propone un cambio en la carretilla contrapesada actual, para aprovechar la altura del Sector Frontal. Se utilizará, para la disposición de las bobinas en los bobineros, el movimiento de cargas pesadas en Planta Baja, la carga y descarga de vehículos de terceros y la elevación de palets al *Mezzanine* mencionado anteriormente. Por otro lado, se propone un apilador para el Subsuelo, donde se pierde tiempo en almacenar de forma manual los productos que se ubican en los niveles superiores de las estanterías selectivas, ganando tiempo y seguridad. Se puede ver la selección de estos dos EMM a continuación.

4.2.4.1. Carretilla contrapesada

Para la elección de la carretilla contrapesada se compararon tres modelos de la marca Heli, entre ellos el utilizado actualmente, como se puede ver en el cuadro 24. Se optó como más óptimo el Autoelevador Heli CPD 25 G2 Litio con mástil triple de 6.000 mm. ya que se logra mayor altura moviendo la misma carga, y así se aprovechan los 6,5 metros que tiene el Sector Frontal.

Carretilla contrapesada			
Producto	Autoelevador Heli CPCD 25 K2 SERIES Diesel con mástil triple (Actual)	Autoelevador Heli CPCD 50 k2 Diesel con mástil triple	Autoelevador Heli CPD 25 G2 Litio con mástil triple
Marca	Heli	Heli	Heli
Modelo	CPCD 25 K2	CPCD 50 K2	CPD 25 G2

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Descripción	Ideal para diversas aplicaciones de manejo de materiales, en almacenes, fábricas y construcción.	Maneja cargas pesadas con un diseño similar a las versiones con menos capacidad.	Evolución de la versión K2, con batería de litio.
Ancho de pasillo (mm)	4.500	4.500	4.500
Capacidad (kg)	2.500	5.000	2.500
Altura de elevación (mm)	4.700	6.000	6.000

Cuadro 24: Comparación carretillas contrapesadas
Fuente: Elaboración propia en base a Industrias Movilift

A continuación en la figura 29 se puede apreciar una imagen de la carretilla elegida.



Figura 29: Autoelevador Heli CPD 25 G2 Litio con mástil triple de 6.000 mm
Fuente: Industrias Movilift, 2024.

4.2.4.2. Apilador eléctrico

Para seleccionar el apilador eléctrico se compararon tres modelos de la marca Toyota, como se puede ver en el cuadro 25. En este caso la empresa no utiliza ninguno hoy en día. Se seleccionó el Apilador BT Tyro 1t con Batería de Litio, principalmente por su formato compacto que permite tener pasillos angostos y así se logra aprovechar más el Subsuelo.

Apilador eléctrico

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Productos	Apilador BT Tyro 1t con Batería de Litio	Apilador BT Staxio 1.2t con plataforma	Apilador BT Staxio 1.6t Li-on Estrecha
Marca	Toyota	Toyota	Toyota
Modelo	SHE100	SPE120	SSI160LN
Beneficios	Apilador fácil de maniobrar en espacios reducidos e ideales para distancias cortas.	Buenas prestaciones para aplicaciones que requieren largos desplazamientos y para operaciones de apilamiento medianas y de gran intensidad	Para aplicaciones de alta intensidad. Experiencia de conducción segura y cómoda.
Ancho de pasillo (mm)	2.197	2.990	2.615
Capacidad (kg)	1.000	1.200	1.600
Altura de elevación (mm)	3.600	4.800	5.400
Lugar del conductor	A pie	En plataforma	Con conductor a bordo

Cuadro 25: Comparación de apilador es eléctricos
Fuente: Elaboración propia en base a Toyota Material Handling

A continuación en la figura 30 se presenta una imagen del apilador elegido.



Figura 30: Apilador BT Tyro 1t con Batería de Litio
Fuente: Toyota Material Handling

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

4.2.5. Cálculo de los anchos de pasillos

En cada almacén, el factor limitante es el equipo de movimiento de materiales que necesita el mayor ancho de pasillo. Este valor de ancho de pasillo va a corresponder a todo espacio frente a las estanterías donde el EMM necesita girar o almacenar mercadería. Por lo tanto, las dimensiones de los pasillos en cada almacén será la siguiente:

- Subsuelo: para el Subsuelo, el limitante será el apilador que requiere un ancho de 2.197 mm., por lo que los pasillos deberán tener como mínimo 2.200 mm.
- Planta Baja: este es un espacio con lugares amplios, sin embargo, la carretilla contrapesada generará que el ancho mínimo de pasillo tendrá que ser de 4.500 mm. en las zonas donde circule y deba maniobrar.
- Primer Piso: en el Primer Piso el limitante de la zona de ángulo ranurado será el carro de mano de cuatro ruedas tipo jaula, con un ancho de pasillo de 1.200 mm.
- Segundo Piso: aquí el almacenamiento y la preparación de pedidos es manual, por lo que no es necesario determinar un ancho de pasillo mínimo.

4.2.6. Zonificación del almacén:

Se zonifica el almacén para marcar los límites y objetivos de los distintos espacios. Como se indicó al comienzo del trabajo en las zonas de recepción, expedición, oficinas y distribución a sucursales no se proponen modificaciones.

4.2.6.1. Subsuelo

Para Subsuelo se propone además de la zona de almacenamiento, una zona para *picking* y una zona para guardado y recarga de EMM, como se puede ver en la figura 31.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

La zona de *picking* se utilizará para aquellos productos que se almacenan en gran volumen y son de alta rotación, de esta manera pueden ubicarse en alguna zona más alejada, pero disponer de ellos en una zona cercana a la entrada y salida del Subsuelo. Aquí se colocarán pallets en el suelo donde se depositarán las cajas de estos productos. A continuación en la figura 32, se aprecia esta zona.

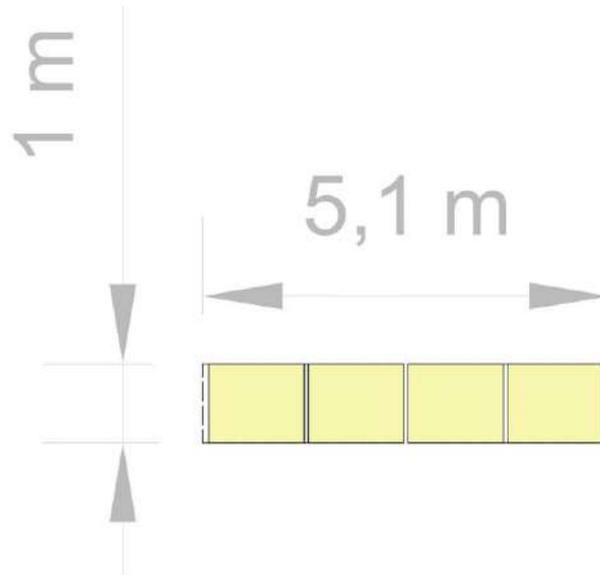


Figura 32: Zonificación propuesta del área de *picking* en Subsuelo
Fuente: Elaboración propia

El sitio destinado a los equipos de movimiento de materiales del Subsuelo es para que al finalizar el día estos queden ubicados en un lugar específico. Además aquí se recargará la batería del apilador. El espacio es para dos transpaletas y el apilador mencionado, como se puede ver en la figura 33.

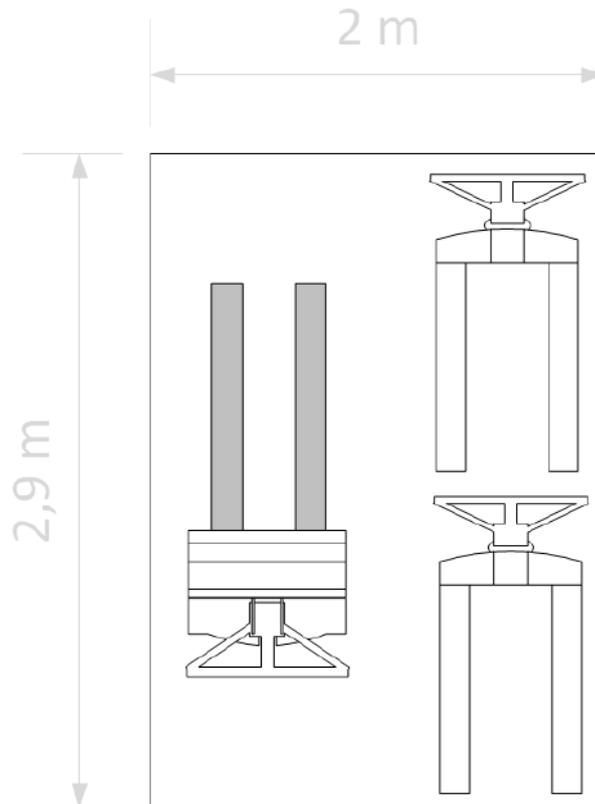


Figura 33: Zonificación propuesta del área de EMM en Subsuelo
Fuente: Elaboración propia

4.2.6.2. Planta Baja

Como se puede observar en la figura 34, hay distintas zonas además de los espacios de almacenamiento, entre ellos:

- Zona de carga y descarga, para delimitar el espacio donde se cargan y descargan los camiones que ingresen, y así no haya mercadería obstruyendo;
- Zona de archivo y acopio, ya que se propone que el espacio sin uso se utilice para esto y así se deja libre en el Subsuelo lo que hoy se usa para el archivo. Cabe destacar que este espacio sin uso tiene doble altura. Esto permitirá que en el Primer Piso se guarden los archivos y en la parte de abajo se tenga la mercadería en acopio. La zona de acopio se destinará a colocar los pedidos acopiados por los clientes para que no estorben el paso en ninguna otra área. Esta zona puede estar alejada de la salida del almacén, ya que solo se irá a buscar estos productos cuando el cliente los quiera retirar;
- Zona de circulación de la máquina para cortar cable, la cual es necesario que siempre esté despejada;
- Zona de guardado y recarga de EMM;

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- Zona de almacenamiento de pallets vacíos, que hoy en día existe, pero se propone el cambio de ubicación para evitar tapar el portón de acceso al Patio y que estén resguardados bajo techo;
- Zona de residuos no se propone ningún cambio de su ubicación actual;
- Zona de mercadería en transición, ya que es necesario un sector que funcione de pulmón para dejar temporalmente mercadería a espera de ser trasladada a otra área.

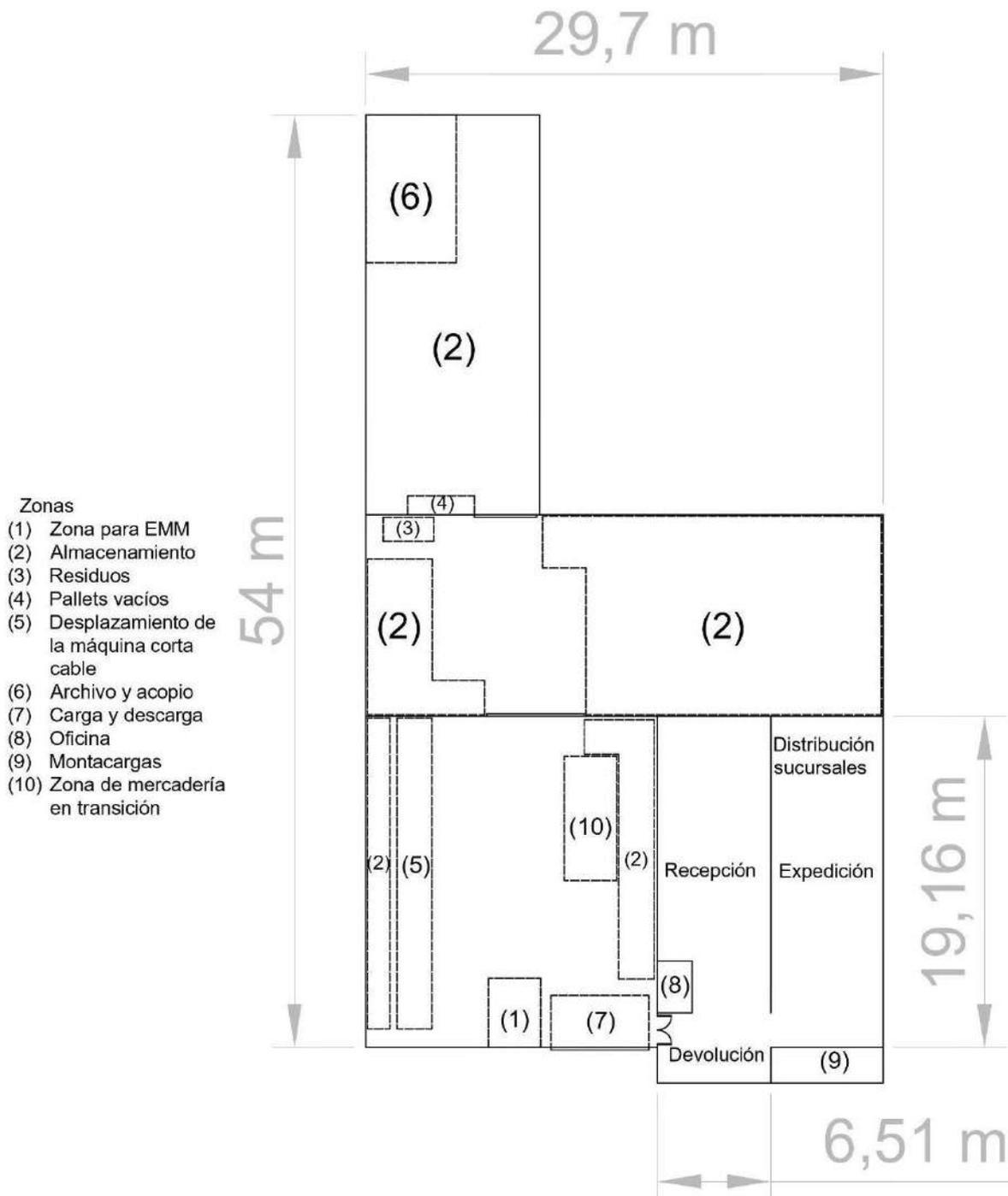


Figura 34: Zonificación de la Planta Baja propuesta
Fuente: Elaboración propia

De las zonas indicadas, algunas se consideran pertinentes detallarlas. El espacio destinado a los EMM será para recargar la carretilla contrapesada y para guardar dos transpaletas mientras estas no estén en uso. En la figura 35 a continuación se puede apreciar esta zona.

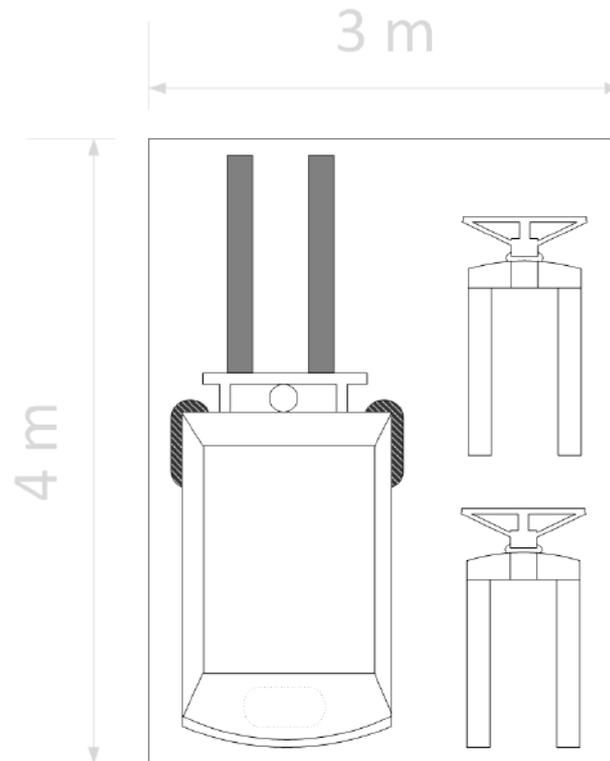


Figura 35: Zonificación propuesta del área de EMM en Planta Baja
Fuente: Elaboración propia

Los pallets vacíos se utilizarán para un posterior almacenamiento o para pedidos. Para esto es necesario una zona donde dejarlos apilados, la cual hoy existe pero está en el patio, entonces si pasa el tiempo pueden deteriorarse. Además, su actual ubicación molesta el acceso al Patio desde el Sector Frontal. Por lo tanto se propone cambiar la zona de ubicación, llevándola al Sector Posterior. Aquí se podrán almacenar tres columnas de pallets con 15 unidades en cada una, almacenando un total de 45 pallets. Esta disposición puede verse en la figura 36.

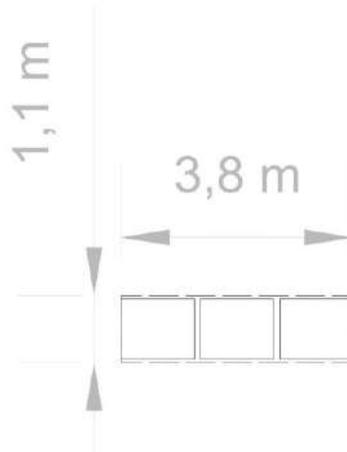


Figura 36: Zonificación propuesta del área de pallets en Planta Baja
Fuente: Elaboración propia

4.2.6.3. Primer Piso

Para el Primer Piso se propone sólo una zona para que quede guardada una transpaleta, y todo el resto del espacio será de almacenamiento dejando espacio en las puertas para el correcto acceso al almacén. A continuación en la figura 37, se puede ver el plano completo y en la figura 38 la zona en detalle para la transpaleta.

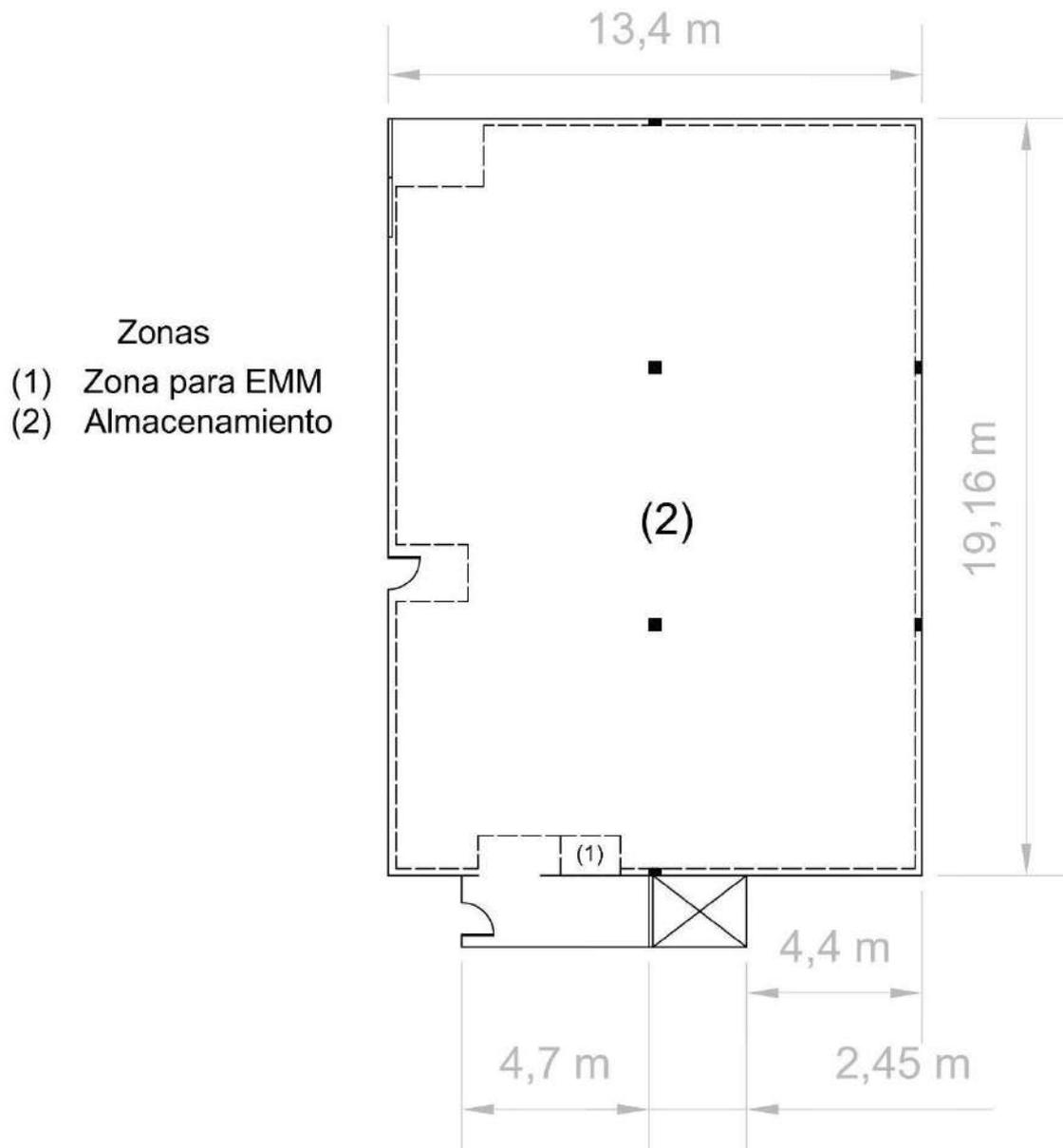


Figura 37: Zonificación del Primer Piso propuesto
Fuente: Elaboración propia

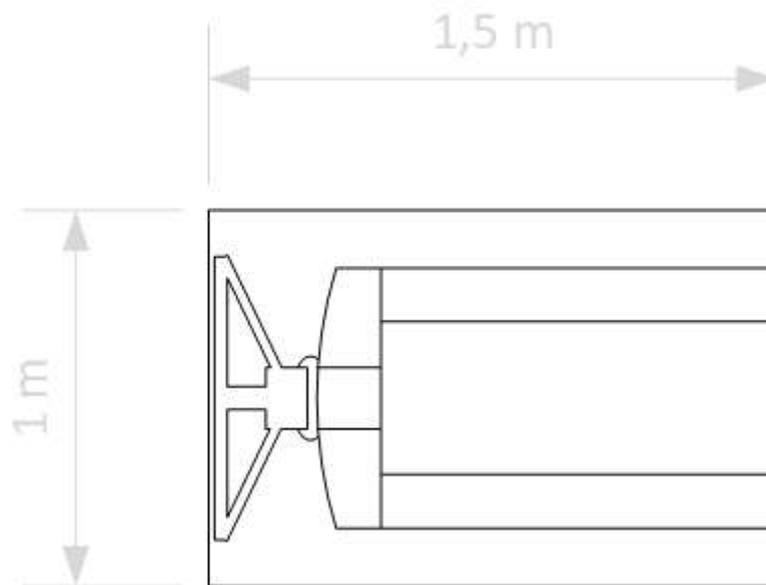


Figura 38: Zonificación propuesta del área de EMM en Primer Piso
Fuente: Elaboración propia

4.2.6.4. Segundo Piso

El Segundo Piso será destinado 100% a almacenamiento por lo que se considera redundante poner nuevamente el plano.

4.2.7. Distribución de los artículos según su categoría y ABC

Para establecer la disposición de los artículos en los almacenes se realizó un análisis ABC que se puede apreciar en el Anexo VI: Cálculo ABC. Esto ayuda a que se pueda localizar en cada uno los artículos de tal forma que aquellos que suponen un gran porcentaje del volumen de ventas (productos A), se sitúen en las inmediaciones de las entradas y salidas de los almacenes o en la zona de *picking*, agilizando el acceso y la preparación de los pedidos. La zona donde se ubiquen los productos C puede estar en los puntos más alejados, ya que se accede a ellos con menos frecuencia. Los almacenes estarán divididos principalmente por categorías de productos y dentro de estas divisiones se ordenarán según su clasificación ABC, con la cantidad de posiciones determinadas.

En el caso de Subsuelo y Segundo Piso no es necesario dividir por estanterías ya que en cada una hay un solo tipo de las mismas, selectivas y ángulo ranurado respectivamente. Para el caso de Primer Piso y Planta Baja, se dividió en análisis también por tipo de estantería para poder colocar los productos donde correspondan.

Luego del análisis se resumieron cuántas posiciones se debían destinar a productos A, B y C en cada almacén y por estantería, como se puede observar en los cuadros 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 y 36 a continuación. A su vez, se elaboró para Primer Piso y Subsuelo

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación los cuadros 27 y 35 en las que se observa porcentualmente las ventas de los productos de dicho almacén por categoría que se almacenarán en ángulo ranurado y selectiva respectivamente. Estas tablas serán útiles al disponer de los productos en los almacenes ya que hay productos tipo A de todas las categorías de productos sin representar el mismo porcentaje de ventas.

Subsuelo - Selectivas				
Categoría	A	B	C	Total
Alumbrado Público	3	1	1	5
Conductores	38	15	21	74
Domiciliario	44	22	12	78
Energía Sustentable	5	1	4	10
Iluminación	79	34	21	134
Industria	13	22	48	83
Lámparas y Tubos	39	45	30	114
Seguridad	2	1	1	4

Cuadro 26: Posiciones de selectivas por categorías de productos en Subsuelo según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Categoría	%VTA	%VTA Acum	Prioridad ubicación
LAMPARAS/TUBOS	49,33%	49,33%	1
DOMICILIARIO	30,76%	80,09%	2
ILUMINACIÓN	12,53%	92,62%	3
CONDUCTORES	3,63%	96,25%	4
INDUSTRIA	3,10%	99,36%	5
SEGURIDAD	0,54%	99,90%	6
ALUMBRADO PÚBLICO	0,07%	99,97%	7
ENERGÍA SUSTENTABLE	0,03%	100,00%	8

Cuadro 27: Prioridad en su ubicación en Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

Planta Baja - Cantilever vertical				
Categoría	A	B	C	Total
Industria	5	6	4	15

Cuadro 28: Posiciones de cantilever vertical por categorías de productos en Planta Baja según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Planta Baja - Piso				
Categoría	A	B	C	Total
Industria	63	9	16	88

Cuadro 29: Posiciones de selectiva por categorías de productos en Planta Baja según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Planta Baja - Selectiva				
Categoría	A	B	C	Total
Industria	16	5	3	24

Cuadro 30: Posiciones de selectiva por categorías de productos en Planta Baja según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Planta Baja - Piso/Bobinero				
Categoría	A	B	C	Total
Conductores	148	46	27	221

Cuadro 31: Posiciones de piso/bobinero por categorías de productos en Planta Baja según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Primer Piso - Ángulo ranurado				
Categoría	A	B	C	Total
Domiciliario	107	51	46	204
Iluminación	9	3	2	14
Industria	114	86	139	339
Seguridad	2	1	1	4

Cuadro 32: Posiciones de ángulo ranurado por categorías de productos en Primer Piso según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Primer Piso - Selectiva de caños				
Categoría	A	B	C	Total
Industria	10	35	18	63

Cuadro 33: Posiciones de selectiva de caños por categorías de productos en Primer Piso según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Primer Piso - Gavetero				
Categoría	A	B	C	Total
Industria	19	7	3	29

Cuadro 34: Posiciones de gavetero por categorías de productos en Primer Piso según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

Categoría	%VTA	%VTA Acum	Prioridad ubicación
INDUSTRIA	51,26%	51,26%	1
DOMICILIARIO	48,38%	99,64%	2
ILUMINACIÓN	0,31%	99,95%	3
SEGURIDAD	0,05%	100,00%	4

Cuadro 35: Prioridad en su ubicación en Primer Piso.
Fuente: Elaboración propia.

Segundo Piso - Ángulo ranurado				
Categoría	A	B	C	Total
Industria	49	19	13	81

Cuadro 36: Posiciones de ángulo ranurado por categorías de productos en Segundo Piso según ABC.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.8. Señalización

Por último, se propone que los almacenes tengan delimitados los pasillos por los que transitan los EMM y las zonas especiales como la de mercadería en tránsito por ejemplo, mediante líneas pintadas en el suelo. Además, se propone un sistema de señalización. Durante el relevamiento de la situación actual se vio la falta de señalización en los distintos almacenes, que afecta a operaciones como almacenamiento y preparación de pedidos.

El sistema en general consiste en utilizar un código que identifica el almacén, el pasillo, el hueco y finalmente el nivel. Sin embargo, variará levemente según el almacén:

- Primer dígito: Para todos los almacenes indica cuál de ellos es. Si es Subsuelo se identificará con la letra "S", si es Planta Baja con un "0", Primer Piso con un "1" y Segundo Piso con un "2";
- Segundo dígito:
 - Subsuelo: Indica la línea de estanterías. Estas se identificarán con letras, y se ubicaran como se ven en los planos del diseño final en el siguiente apartado.
 - Planta Baja: se identificará si se encuentra en el Sector Frontal con la "F", en el Patio con la "P" o en el Sector Posterior con una "T".
 - Primer Piso: en el caso de las líneas de estanterías de ángulo ranurado será igual que el Subsuelo. En el caso de que el producto esté en la selectiva de caños o en el gavetero, se identificarán con "SC" o "GAV" respectivamente.
 - Segundo Piso: no habrá más de un pasillo por lo que solo se utilizará la letra A.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- Tercer dígito:
 - Subsuelo, Primer Piso y Segundo Piso: hará referencia a la posición en la que se encuentra al ir avanzando por el pasillo.
- Cuarto dígito:
 - Subsuelo, Primer Piso y Segundo Piso: será el último carácter y hará referencia al nivel en que está, siendo 1 el nivel más bajo.

Planta Baja no contará con tercer y cuarto dígito ya que simplemente se indicará en qué parte de la Planta Baja se encuentra y luego de manera física estará identificado con el SKU correspondiente.

Entonces si un colaborador debe ir a guardar un producto a los almacenes y al ingresar al sistema ve el código de la figura 39 sabrá que debe llevarlo al Subsuelo, en el pasillo A, segunda posición y en el tercer nivel. Asimismo el almacén deberá estar señalizado físicamente para facilitar los movimientos.

SA23

Figura 39: Ejemplo de código de señalización
Fuente: Elaboración propia

4.2.9. Diseño del plano del almacén

Finalmente se plantean los nuevos diseños de cada almacén con las distintas mejoras propuestas.

El Subsuelo, como se puede ver en la figura 40, tendrá productos de todas las familias con estanterías selectivas estandarizadas. Por él circularán operarios con transpaletas y también un apilador eléctrico. Además se propone una zona de *picking* para un segmento de los productos de “Domiciliario” que son aquellos con mayor rotación y hay en gran cantidad así están más cerca de la entrada y salida del depósito. A su vez, se proponen x huecos de selectivos que contendrán pallets de 2.000x1200 mm para almacenar aquellos productos de un largo considerable que antes molestaban a la circulación.

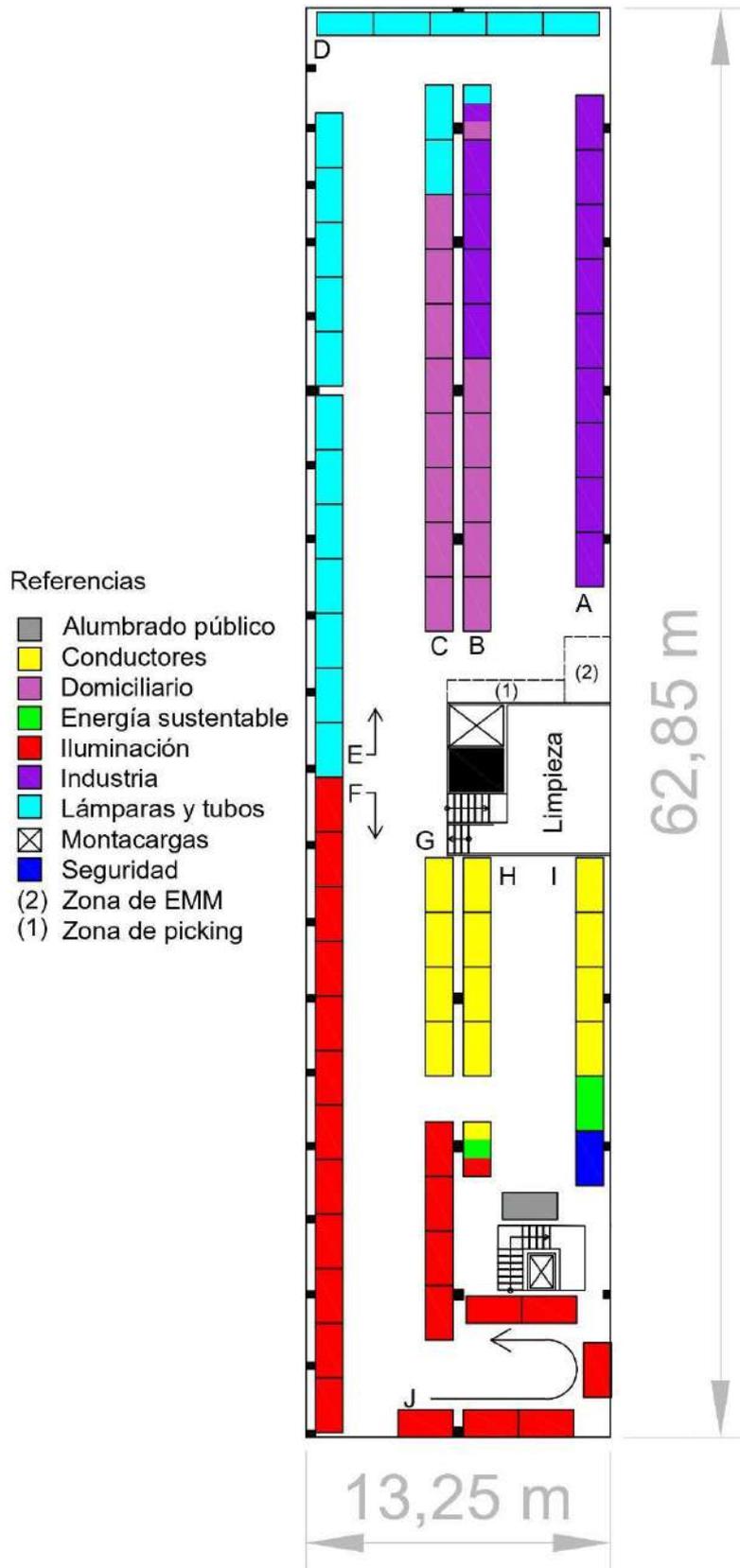


Figura 40: Plano final Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

La Planta Baja seguirá dividida en las tres zonas. En el Sector Frontal, como se puede visualizar en la figura 41 se liberó el frente del bobinero para poder utilizarlo en su totalidad además de agregarle otro nivel, ya que la altura del techo lo permite. Se agregó un *Mezzanine* sobre el cual se colocarán los caños manguera, producto que hay en mucha cantidad y tienen mucha rotación, y debajo del cual habrá distintas posiciones de cantilever vertical para caños y un espacio vacío para usar como “pulmón” de mercadería en transición. Además se delimitó la zona de carga y descarga, y un lugar para cargar la carretilla contrapesada y dejar guardadas transpaletas.

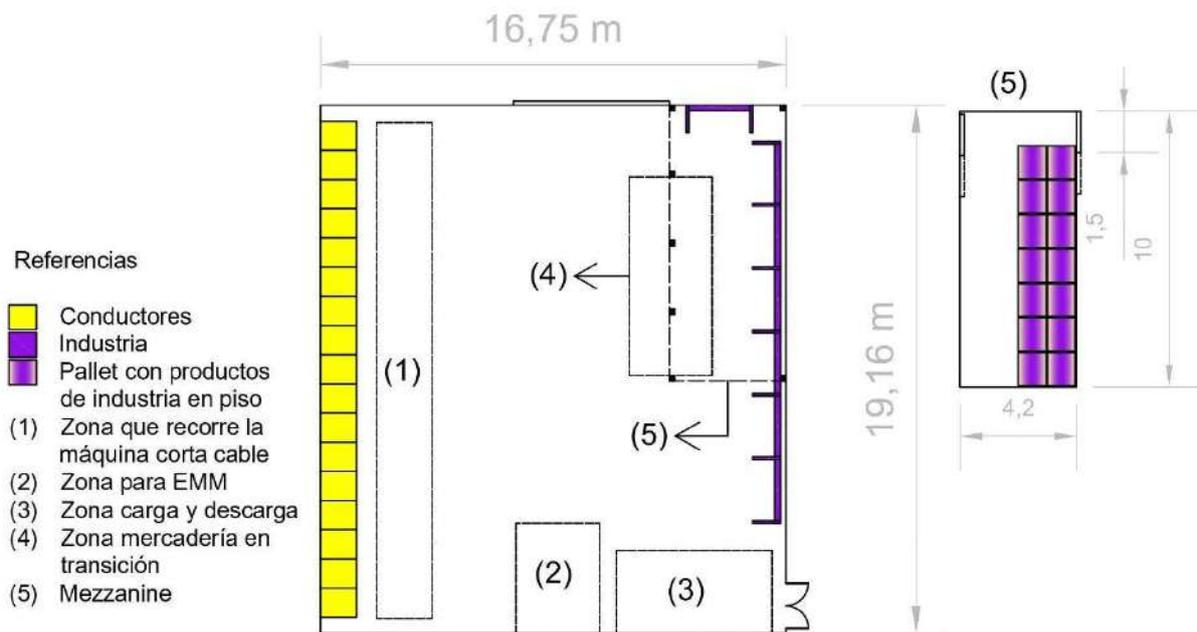


Figura 41: Plano final Planta Baja, Sector Frontal.
Fuente: Elaboración propia

El Patio en vez de tener una zona donde hay bobinas de manera desordenada, se plantea un orden específico para mayor comodidad y un pasillo intermedio que permite la cómoda maniobra de la carretilla contrapesada. Tal como se aprecia en la figura 42, hay tres zonas con bobinas de distintos tamaños, cuyos diámetros son: 1.200 mm, 900 mm y 700 mm. Esto se da porque según la cantidad de metros de cable que tiene la bobina, varía el diámetro de esta. Se propone delimitar con líneas las zonas destinadas a las bobinas para mantener el ancho del pasillo y el orden. Los espacios representan el total de las bobinas que no están ubicadas en el Bobinero, siendo cada círculo correspondiente a 2 niveles. Además, hay tres posiciones de cantilever vertical y el espacio para residuos.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

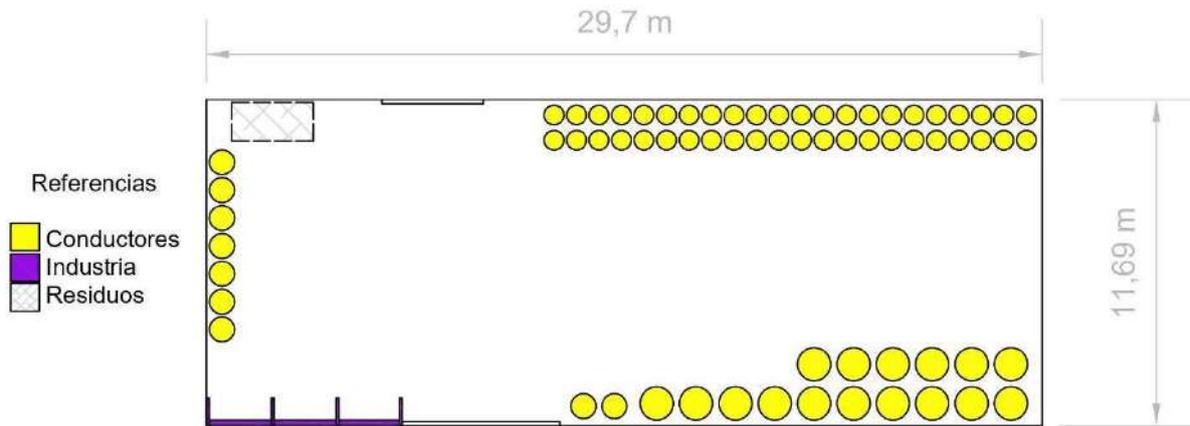


Figura 42: Plano final Planta Baja, Patio.
Fuente: Elaboración propia

En Sector Posterior, como se indicó anteriormente, se propone no utilizar el entrepiso para ganar mayor densidad de almacenamiento. Principalmente se almacenarán los caños manguera apilados en bloque en dos niveles. También se propone, para aprovechar la altura, colocar los gabinetes que estaban en el piso en estanterías selectivas de dos niveles y además se desbloquea el paso hacia la calle de atrás permitiendo su uso en un futuro. Hay posiciones de cantilever vertical para los caños de menor rotación, la zona para pallets vacíos que ahora estarán bajo techo, y se trajo aquí tanto la zona de acopio como de archivo, en un espacio de dos plantas de 44,6 m² cada una. Puede ver en detalle en la figura 43.

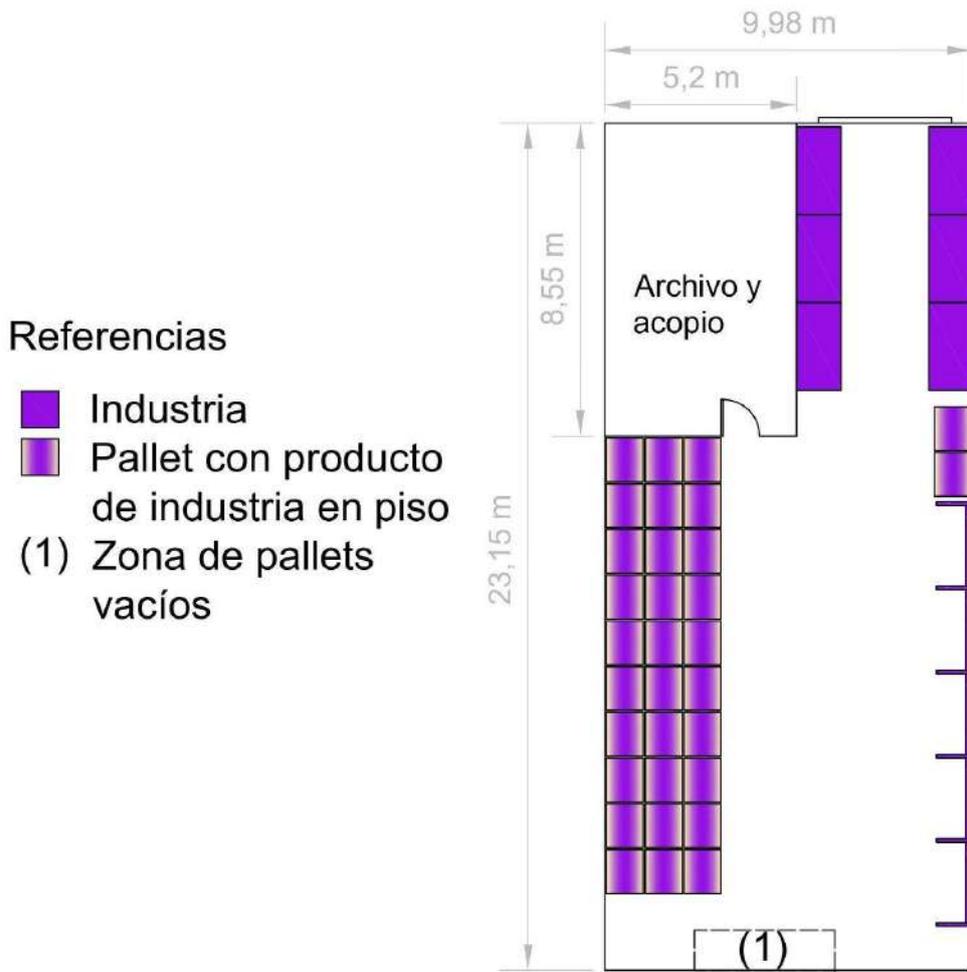


Figura 43: Plano final Planta Baja, Sector Posterior.
Fuente: Elaboración propia

En Primer Piso se estandarizan las estanterías de ángulo ranurado y se agregan las necesarias para compensar la quita de selectivas que no eran funcionales en este espacio. Se colocan aquí todos los productos que van en selectiva de caños y gaveteros, y además se colocan palets con caño manguera, para poder cumplir con la capacidad necesaria al sumarle el 20%. Asimismo se propone un espacio para dejar una transpaleta que se utiliza para mover el caño manguera en el *Mezzanine* y para transportar productos desde el área de recepción a este almacén a la espera de ser guardados. Cabe destacar que en la parte superior a la izquierda, se puede visualizar un relieve que es la puerta corrediza desde la que se podrá ingresar al *Mezzanine*. En la misma zona se colocan pallets con productos de industria en el piso. En el apartado “4.2.3. Cálculo de posiciones” aparecen 88 productos de industria en piso, pero al distribuirlos entre el Sector Posterior y *Mezzanine* faltaban 10 posiciones. Se propone almacenarlos en Primer Piso gracias al espacio conseguido por estandarizar los pasillos y estanterías, la facilidad de acceso a Primer Piso desde el *Mezzanine* y para no

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación
 armar más de tres filas en el Sector Posterior favoreciendo el FIFO. Todo esto se puede visualizar en la figura 44.

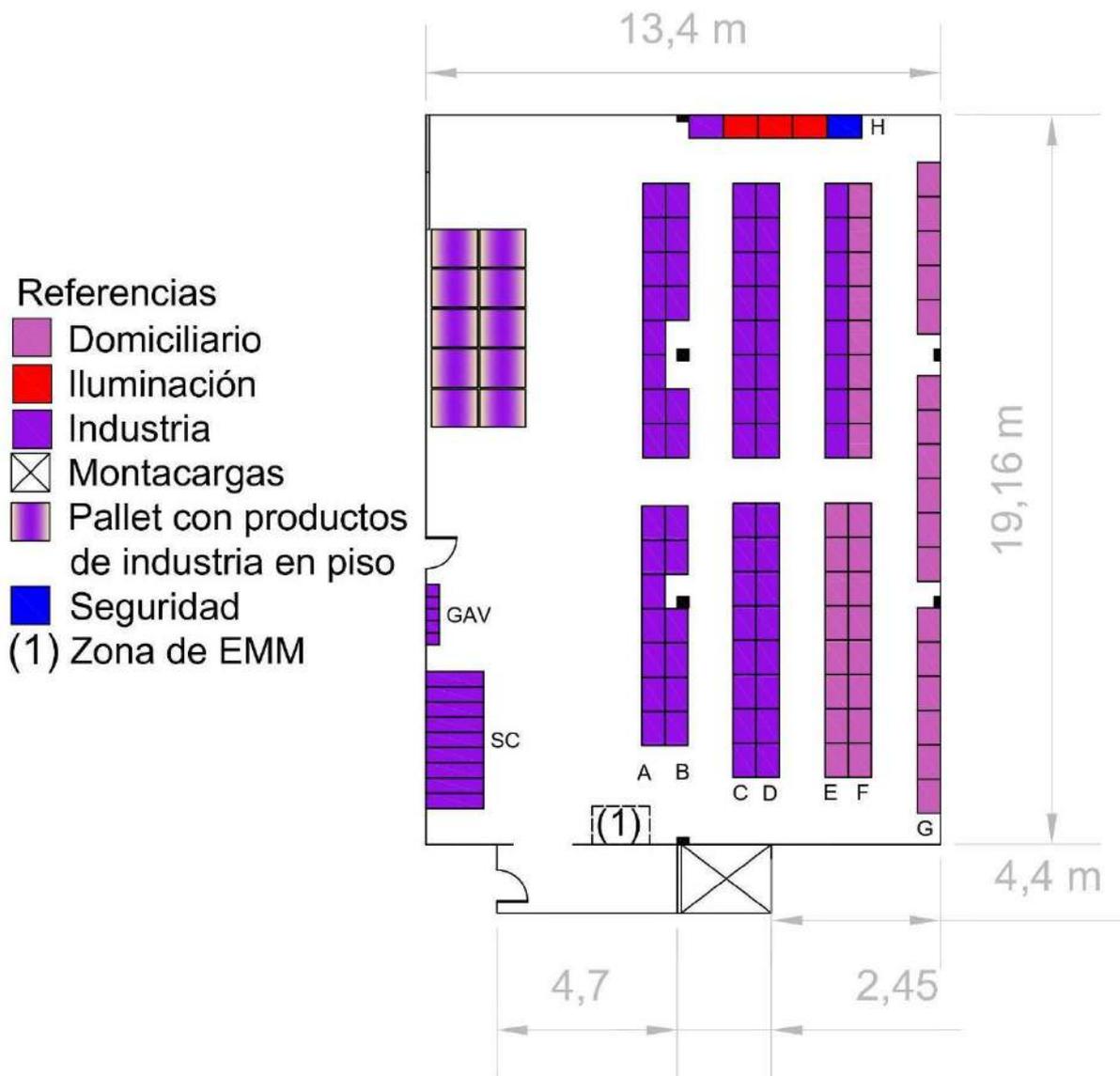


Figura 44: Plano final Primer Piso.
 Fuente: Elaboración propia

Por último el Segundo Piso se ordena todo con estanterías de ángulo ranurado y productos de industria para cumplir con la capacidad requerida del 20%, como se puede ver en la figura 45.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

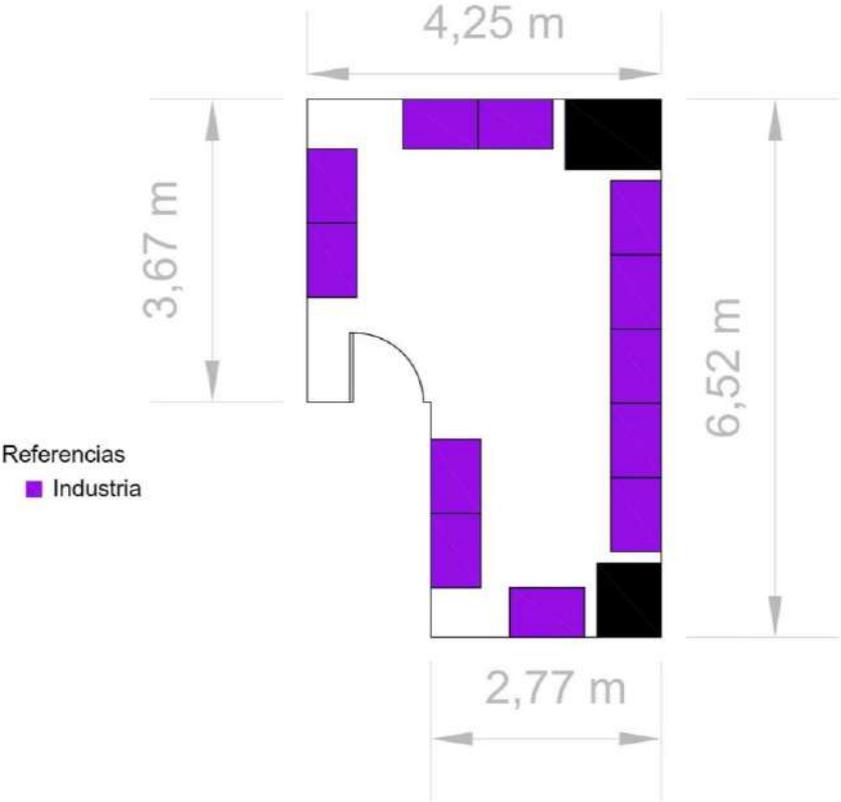


Figura 45: Plano final Segundo Piso.
Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

A partir de la problemática que se plantea y el análisis de los almacenes de la actualidad, en el que se relevan las instalaciones y los procesos de logística y se determina la capacidad de almacenamiento disponible y necesaria, se propone un almacén para un 20% más de la capacidad necesaria. Este almacén, además de contar con las zonas de acopio, mercadería en transición, archivo y carga y descarga, que la empresa ya tenía, cuenta con zona de *picking* para agilizar la preparación de pedidos y zona para los equipos de movimiento de materiales así no quedan obstruyendo los pasillos. De las zonas ya existentes, se relocalizan las de acopio y archivo a una zona no utilizada previamente, y la de mercadería en transición a una zona en la que no afecte la operatoria de otros equipos.

Además, se estandarizan las soluciones de almacenamiento y se plantean nuevos tamaños de módulos para que la mercadería no obstruya los pasillos y quede guardada correctamente. Resulta fundamental el *Mezzanine* y las estanterías selectivas en Planta Baja para hacer uso de la altura, antes desaprovechada, y así aumentar la capacidad de almacenaje.

Por otro lado, se incorporan nuevos equipos de movimiento de materiales para poder trabajar de manera correcta en todos los lugares.

El análisis de los procesos logísticos fue de suma importancia para encontrar otros puntos de mejora, como la falta de señalización y delimitación de los espacios.

A futuro la empresa, sumado a estos cambios, deberá deshacerse de todo el material obsoleto para aprovechar el espacio y llevar adelante las propuestas.

Se relocalizan los productos mediante una clasificación ABC, se estandarizan los pasillos, se tira un entretecho que sólo reducía la densidad de almacenamiento en bloque en el Sector Posterior, se genera un sistema de señalización en los almacenes para una mayor velocidad en la identificación de las posiciones y se dispone de los espacios de forma tal que las columnas no afecten la circulación.

Con todo ello, se consiguió un total de 526 posiciones de selectiva, 642 de ángulo ranurado, 221 de bobinero/piso, 15 de cantilever vertical, 63 de selectiva de caños, 29 de gavetero y 88 de almacenamiento en bloque entre el piso y el *Mezzanine*. En total un 20% más en la misma estructura edilicia y de forma ordenada, con estanterías estandarizadas y pasillos acordes. Se presenta el antes y después de las estanterías en la figura 46 a continuación.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

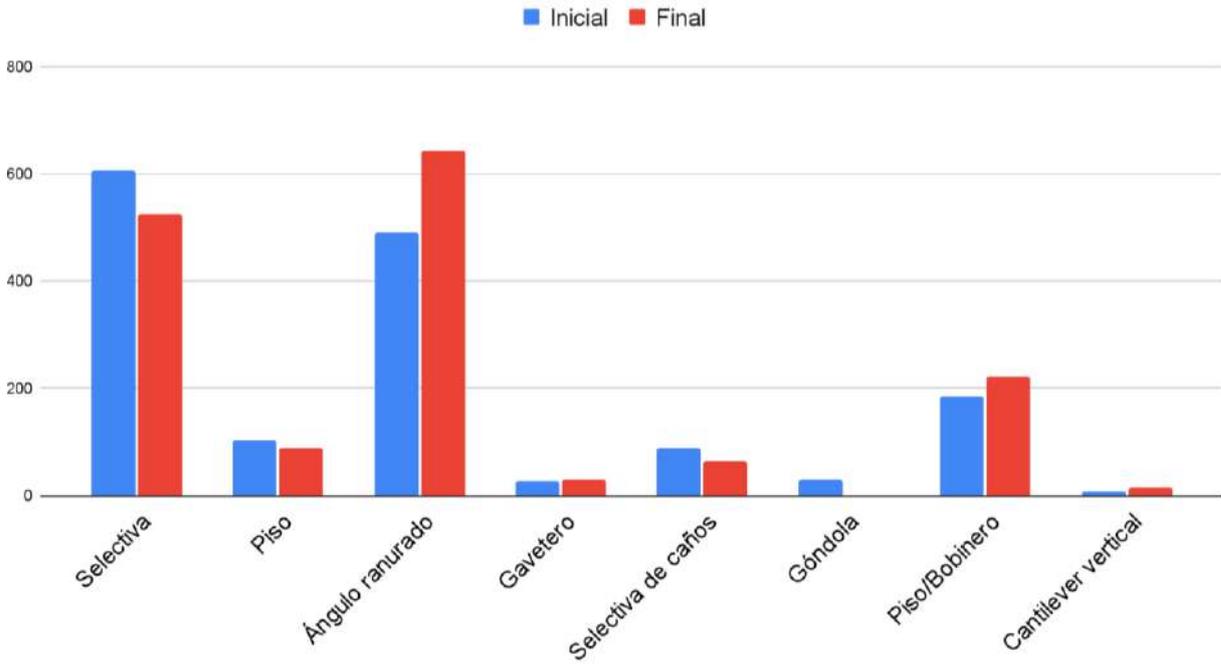


Figura 46: Comparativa de posiciones inicial contra final.
Fuente: Elaboración propia

6. BIBLIOGRAFÍA

1. ANAYA TEJERO, J. J. (2011) Logística integral. La gestión operativa de la empresa. Quinta edición. ESIC Editorial.
2. Autoelevadores Heli (2024). Extraído el 2 de noviembre de 2024, de <https://autoelevadoresheli.com.ar/productos-interlogistic/equipos/apiladores/>
3. BALLOU, R. H. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. Quinta edición. Pearson, Prentice Hall.
4. Esmelux (2024). Extraído el 2 de noviembre de 2024, de <https://www.esmelux.com/1107291>
5. Industrias Movilift (2024). Extraído el 2 de noviembre de 2024, de <https://movilift.com.ar/producto/autoelevador-heli-cpd-25-g2-litio/>
6. MAULEÓN TORRES, M. (2003). Sistemas de almacenaje y *picking*. Díaz de Santos.
7. Mecalux (2024). Estanterías de ángulo ranurado. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://www.mecalux.com.ar/estanterias-metalicas-picking/estanterias-ranuradas?src=gg¶m1=q¶m2=racking_shelving_picking¶m3=estanterias_angulo_ranurado¶m4=c¶m6=estanter%C3%ADas%20%C3%A1ngulo%20ranurado&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0csnBkTRJzmN1B_Ok5-Tyfw04A1JIU1vUU0P1feT4IV0Zsd1yU_yaF8aAq_tEALw_wcB
8. Mecalux (2024). Cantilever. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de <https://www.mecalux.com.ar/estanterias-metalicas-otros-sistemas/estanterias-cantilever>
9. Mecalux (2024). Racks selectivos. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks-selectivos?src=gg¶m1=g¶m2=dynamic_search_ads¶m3=rack_pallets¶m4=c¶m6=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0cskVH8V_26dUPQKsBciKs15TJ_T9W9L1zVY6wOkRJKSiD9AHap-jdJTQaAlzPEALw_wcB
10. Mecalux (2024). Racks penetrables. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks-penetrables?src=gg¶m1=g¶m2=racking_shelving_pallet_racking¶m3=racks_penetrables¶m4=c¶m6=penetrables%20estanterias&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0csnE0fzp6hqu5N_bOn00358VSs5ZQmj5uQc2_SheRNDATSQyb8rHe4j8aAjrYEALw_wcB
11. Mecalux (2024). Racks dinámicos. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de <https://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks->

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

[dinamicos?src=gg¶m1=g¶m2=racking_shelving_pallet_racking¶m3=racks_dinamicos¶m4=c¶m6=estanter%C3%ADas%20dinamicas&qad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0cskr_n4Dk_QVg7iQ6BcyRCIcoCMu-hcwYKDH8zBxQ5IOI3oGjCRcd-QaArf2EALw_wcB](https://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks-dinamicos?src=gg¶m1=g¶m2=racking_shelving_pallet_racking¶m3=racks_dinamicos¶m4=c¶m6=estanter%C3%ADas%20dinamicas&qad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0cskr_n4Dk_QVg7iQ6BcyRCIcoCMu-hcwYKDH8zBxQ5IOI3oGjCRcd-QaArf2EALw_wcB)

12. Mecalux (2024). Racks móviles. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://www.mecalux.com.ar/racks-para-pallets/racks-moviles?src=gg¶m1=g¶m2=dynamic_search_ads¶m3=rack_pallets¶m4=c¶m6=&qad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0csl3p0q_boX_ETp9zyvW1VY2VpFmP2fjucNOTPfOkUTFtohO3bmKwq8aAgBZEALw_wcB#img-s-4
13. MEYERS, F. Y STEPHENS, M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Pearson Educación, Tercera Edición.
14. Sotic (2024). Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://sotic.com.ar/productos/almacenamiento/pallets/mezzanine/?utm_source=ads&utm_medium=search&utm_campaign=cajas&gclid=Cj0KCQjw4Oe4BhCcARIsADQ0cslJk7G3VacMQTzjmymBDb_Rzfxvfb6JPC7TclR_go5ZsglQvquafwaAmPdEALw_wcB
15. Toyota Material Handling (2024). Apilador BT Tyro 1t con Batería de Litio. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://media.toyota-forklifts.eu/published/23185_Original%20document_toyota%20mh.pdf?_gl=1*7f5lnx*_gcl_au*MTIzOTA5MzA4My4xNzI2NTE4ODY5*_ga*MTA0NzcxNzIxMS4xNzI2NTE4ODY2*_ga_4R9EL54GDX*MTcyNjUxODg2NS4xLjEuMTcyNjUxOTg1MS4wLjAuMA..*_ga_393GCHVPN5*MTcyNjUxODg2NS4xLjEuMTcyNjUxOTczMi4wLjAuMA
16. Toyota Material Handling (2024). Apilador BT Staxio 1.2t con plataforma. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://media.toyota-forklifts.eu/published/22958_Original%20document_toyota%20mh.pdf?_gl=1*1c916g7*_gcl_au*MTIzOTA5MzA4My4xNzI2NTE4ODY5*_ga*MTA0NzcxNzIxMS4xNzI2NTE4ODY2*_ga_4R9EL54GDX*MTcyNjUxODg2NS4xLjEuMTcyNjUxOTc2Mi4wLjAuMA..*_ga_393GCHVPN5*MTcyNjUxODg2NS4xLjEuMTcyNjUxOTczMi4wLjAuMA
17. Toyota Material Handling (2024). Apilador BT Staxio 1.6t Li-on Estrecha. Extraído el 2 de noviembre de 2024, de https://media.toyota-forklifts.eu/published/30194_Original%20document_toyota%20mh.pdf?_gl=1*9s1b8n*_gcl_au*MTIzOTA5MzA4My4xNzI2NTE4ODY5*_ga*MTA0NzcxNzIxMS4xNzI2NTE

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales
eléctricos e iluminación

[4ODY2*_ga_4R9EL54GDX*MTcyNjUxODg2NS4xLjEuMTcyNjUxOTc1MS4wLjAuMA.](#)

[.*_ga_393GCHVPN5*MTcyNjUxODg2NS4xLjEuMTcyNjUxOTczMi4wLjAuMA](#)

7. ANEXO

Anexo I: Análisis de stock

A continuación, se muestra cómo se realizó el análisis de stock. Para este, se utilizó una tabla de Excel en el cual se evaluó cada artículo en particular y se determinó para cada uno:

- La denominación del artículo;
- La familia de artículo a la que pertenece;
- La cantidad de referencias que se almacenan por tipo de contenedor. Este valor se relevó visualmente para cada artículo en los depósitos;
- El stock promedio que se debe tener de cada artículo para hacer frente a la demanda. Este valor fue brindado por la empresa;
- El tipo de estantería en que se almacena el artículo, es decir, si se ubica en una selectiva, ángulo ranurado, etc.;
- El tipo de contenedor en que se almacena cada artículo. Puede ser pallet arlog, estantería de ángulo ranurado, entre otros;
- El almacén en el que se encuentra el artículo.

Se presenta un segmento de la tabla en el cuadro I.37 ya que el análisis se hizo para más de 2.500 referencias por lo que la totalidad de la tabla es muy extensa.

	Familia	Cantidad	Stock	Estantería	Tipo	Ubicación
Artículos	Artículos	Unidades/c ontenedor	Cant. Uni.	Estiba Picking	Contenedor	Almacén
LUMINARIA POLICARBONATO	ALUMBRADO PÚBLICO	30	9	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
LUMINARIA 120 w	ALUMBRADO PÚBLICO	27	9	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
ALUMBRADO PÚBLICO 100W	ALUMBRADO PÚBLICO	66	9	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
BRAZO 1,2X38MM	ALUMBRADO PÚBLICO	30	13	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
BRAZO 060X38MM	ALUMBRADO PÚBLICO	30	13	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
LUMINARIA)250W	ALUMBRADO PÚBLICO	20	13	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
TULIPA POLICARBONATO	ALUMBRADO PÚBLICO	50	13	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales
eléctricos e iluminación

LUMINARIA 90W	ALUMBRADO PÚBLICO	40	13	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
ALUMBRADO PÚBLICO 150W	ALUMBRADO PÚBLICO	66	69	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE 1X6 MM NEGRO	CONDUCTORES	80	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE 2X0,80	CONDUCTORES	120	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE BOMBA SUMERGIBLE	CONDUCTORES	120	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE P/PLANCHA 3X0,75 MM	CONDUCTORES	120	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE 1X6 MM VERDE AMARILLO	CONDUCTORES	80	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE 1X6 MM ROJO	CONDUCTORES	80	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE 2,5 MM CELESTE	CONDUCTORES	40	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE PARALELO 2X0,75 MM	CONDUCTORES	80	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.CABLE 70 MM VERDE/AMARILLO	CONDUCTORES	6	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.COBRE DESNUDO 6 MM 7X1,05	CONDUCTORES	120	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
MTS.COBRE DESNUDO 70 MM 19 HILOS	CONDUCTORES	6	3	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
*CINTA AISLADORA 18X20 MTS	DOMICILIARIO	1200	28	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*CINTA AISLADORA 19X10 MTS	DOMICILIARIO	1800	20	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*CINTA AISLADORA 19X10 MTS	DOMICILIARIO	1800	34	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*CINTA AISLADORA 19X10 MTS	DOMICILIARIO	1800	18	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*CINTA AISLADORA 19X9 MTS	DOMICILIARIO	1800	140	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*CINTA AISLADORA 19X9 MTS ROJA	DOMICILIARIO	1800	68	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*FICHA HEMBRA 10A MARFIL	DOMICILIARIO	2400	243	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*FICHA MACHO C/TIERRA 10A	DOMICILIARIO	2400	25	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
*MODULO PUNTO 16A-250V BLANCO	DOMICILIARIO	2160	19	Ángulo Ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

*MODULO TOMA COMBINADO MARFIL	DOMICILIARIO	1560	25	Ángulo Ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
2 TOMAS DE APLICAR 1	DOMICILIARIO	640	43	Ángulo Ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR 5X10	DOMICILIARIO	900	323	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR MIGNON 5X5	DOMICILIARIO	1400	2180	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR 3 MODULOS	DOMICILIARIO	900	18434	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR 5X10 1	DOMICILIARIO	900	788	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR 5X10 2	DOMICILIARIO	900	4759	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR 5X10 3	DOMICILIARIO	900	418	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR 5X5	DOMICILIARIO	1400	438	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BASTIDOR LIFE P/3 MODULOS	DOMICILIARIO	900	235	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BATERIA 9V	DOMICILIARIO	500	198	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso
BLISTER POR 2 PILAS	DOMICILIARIO	5760	23	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
BLISTER X 1 AA	DOMICILIARIO	5760	1460	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
BLISTER X 1 AAA	DOMICILIARIO	5760	1588	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
BLISTER x 2 PILAS Tamaño C	DOMICILIARIO	360	38	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
BLISTER x 2 PILAS Tamaño D	DOMICILIARIO	360	100	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
BLISTER X 4 AA	DOMICILIARIO	5760	734	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
BLISTER X 4 AAA	DOMICILIARIO	5760	523	Ángulo ranurado	Est. ángulo ranurado	Segundo Piso
CAJA 5X 5	DOMICILIARIO	3240	883	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
CAJA 5X10	DOMICILIARIO	1080	3068	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
CAJA 10X10	DOMICILIARIO	590	80	Selectiva	Pallet arlog	Subsuelo
CAJA CAPSULADA 1 PUNTO AZUL	DOMICILIARIO	400	30	Ángulo Ranurado	Est. ángulo ranurado	Primer Piso

Cuadro I.37: Segmento de tabla para el análisis de stock.

Fuente: Elaboración propia.

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Luego, se dividió el stock promedio de cada artículo por la cantidad de referencias que se almacenan por tipo de contenedor. De esta manera, se determinó qué fracción de contenedor es necesaria para cada artículo. Se los agrupó según el almacén, por tipo de estantería y familia de productos ya que gran parte de los artículos no completan una posición por sí solos y de esta forma se maximiza el espacio de almacenamiento.

A partir de un relevamiento visual se determinó la cantidad de posiciones que dispone la empresa hoy en día, a qué familia de productos los destina y cuántos de los mismos contienen materiales obsoletos. Con esta información, se pudo realizar una comparativa entre las necesidades y la capacidad actual, evaluando si hay espacio disponible o si falta. Estas tablas se encuentran en el apartado “4.1.3.1. Descripción del almacén”.

Anexo II: Dimensión del módulo de almacenamiento

Para determinar las dimensiones de las estanterías se realizaron cálculos con base en el catálogo de Mecalux. Se utilizarán pallets arlog con dimensiones de 1.000 mm x 1.200 mm manipulados por el lado estrecho tal como se ve en la figura II.47 y pallets de 2000 mm x 1200 mm manipulados por el lado ancho para tener buena estabilidad al transportarlos con los EMM.

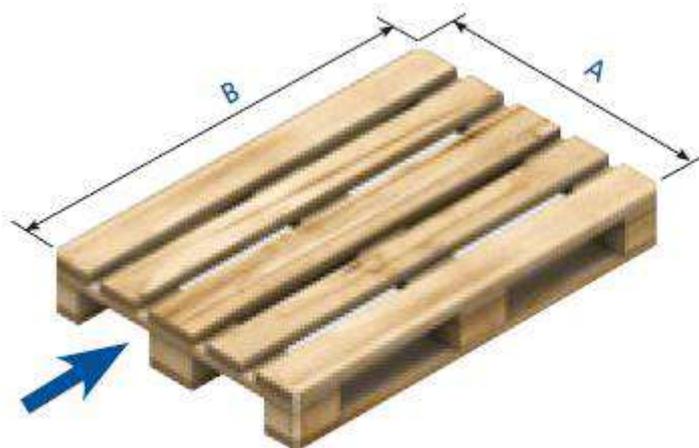


Figura II.47: Pallet Arlog de 1.000 mm x 1.200 mm manipulado por el lado estrecho (A).
Fuente: Catálogo Racks Selectivos Mecalux, 2024.

A continuación, se debe determinar el número de pallets que compone un módulo, las dimensiones del larguero, puntal y bastidor. Los módulos de las estanterías pueden estar formados por uno, dos o tres pallets como se ve en la figura II.48. Se opta por la opción de dos pallets ya que es como están compuestos hoy en día. Además, los módulos dobles permiten que se pueda destinar un pallet de 2000 mm x 1200 mm, mientras que un módulo

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación simple no lo permite y uno triple desentona con los demás módulos. Por ello, el módulo doble es la mejor opción.

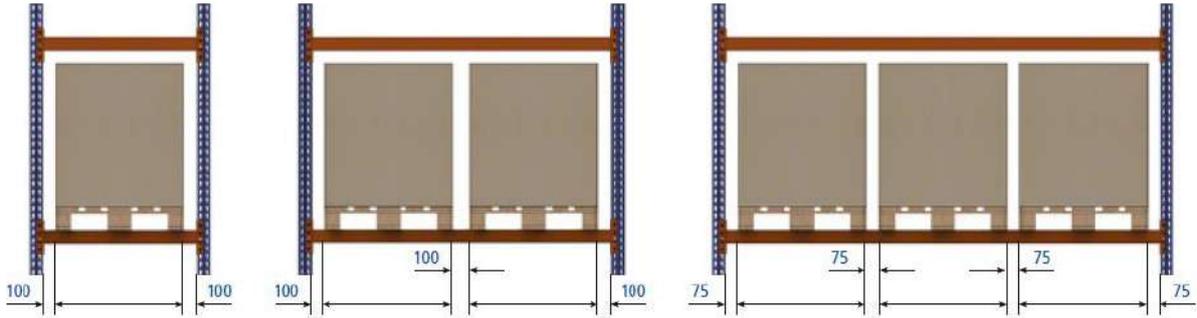


Figura II.48: Módulos con uno, dos y tres pallets con sus holguras. Fuente: Catálogo Racks Selectivos Mecalux, 2024.

Como se sabe que se utilizarán módulos doble y la manipulación será por el lado estrecho para los pallets de 1200 mm x 1000 mm y por el lado ancho para los pallets de 2000 mm x 1200 mm, siempre ocupará 1200 mm de fondo. Por ello, las medidas del larguero son 2.300 mm, tal como se observa en la figura II.49.

Pallet			Larguero	Diagrama
A	B			
800	1.200	1.900		
1.000	1.200	2.300		
1.200	1.200	2.700		
800	1.200	2.700		
1.000	1.200	3.300		
1.200	1.200	3.900		

Figura II.49: Medidas del larguero para pallets manipulados por el lado estrecho. Fuente: Catálogo Racks Selectivos Mecalux, 2024.

Para conocer la longitud del módulo, además del larguero se debe considerar el ancho del puntal. En este caso, el puntal tiene 101 mm de ancho como se ve en la figura I.50. Por lo tanto, la longitud del módulo resulta de 2.401 mm sin importar las dimensiones del pallet a almacenar.

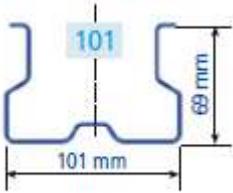


Figura II.50: Puntal del bastidor. Fuente: Catálogo Racks Selectivos Mecalux, 2024.

Por último, se debe establecer la profundidad del bastidor. Dado que los pallets, sin importar si son los de 1.000 mm x 1.200 mm manipulados por el lado estrecho o los pallets de 2000 mm x 1200 mm manipulados por el lado ancho, la profundidad del bastidor es de 1.000 mm, tal como se observa en la figura I.51 Considerando que sobresale del bastidor 100 mm de ambos lados para un apoyo correcto, la profundidad total del bastidor es de 1.200 mm.

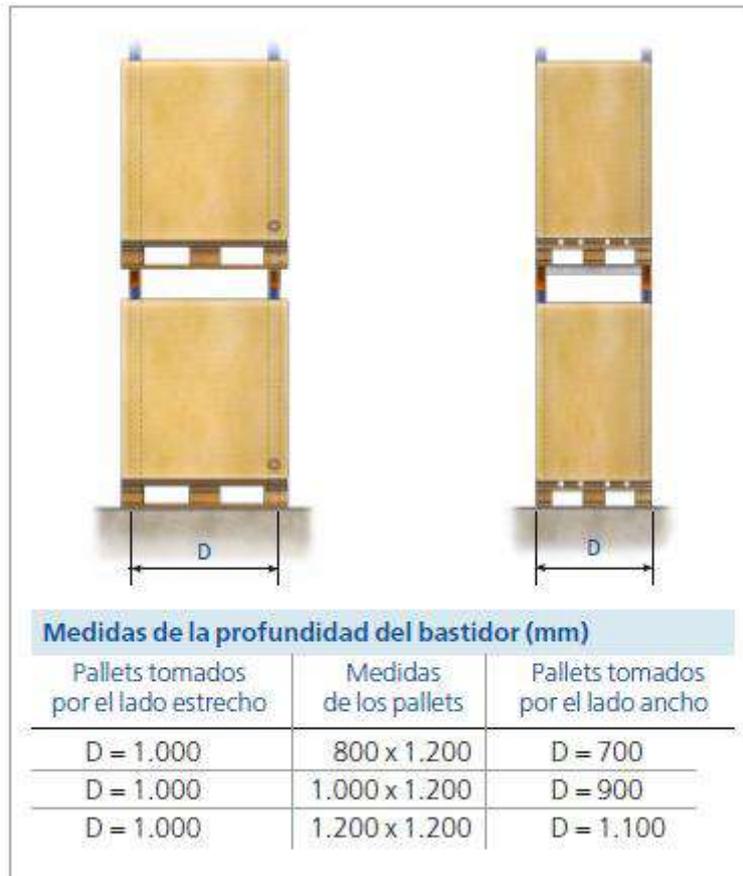


Figura II.51: Profundidad del bastidor.
Fuente: Catálogo Racks Selectivos Mecalux, 2024.

Anexo III: Estandarización de estanterías selectivas Subsuelo

Una vez obtenidas las estanterías necesarias del Subsuelo, las cuales no están normalizadas sino que varían entre pasillos, se precisaba saber la equivalencia de estas posiciones con posiciones estandarizadas. Estas posiciones tendrían pallets de 1.200x1.000 mm y la altura se seleccionaría entre tres y cuatro niveles. Si tuviese tres niveles la altura del hueco descontando el pallet, la holgura y el larguero sería de 1.053 mm.; si tuviese cuatro niveles la altura del hueco descontando lo mismo que antes sería de 710 mm. Así se calcularon los siguientes volúmenes por posición, como se puede observar en las ecuaciones III.1 y III.2:

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

$$\text{Vol de posición con tres niveles} = 1.200 \text{ mm} \times 1.000 \text{ mm} \times 1.053 \text{ mm} = \\ \mathbf{1.263.600.000 \text{ mm}^3} \quad (\text{III.1})$$

$$\text{Vol de posición con cuatro niveles} = 1.200 \text{ mm} \times 1.000 \text{ mm} \times 710 \text{ mm} = \\ \mathbf{852.000.000 \text{ mm}^3} \quad (\text{III.2})$$

Luego para cada familia de productos se calculó el volumen que necesitaban a partir de la cantidad de huecos necesarios previamente calculados, y al volumen que tienen las posiciones donde se encuentran hoy en día. Además se agregó una columna donde se puede ver la capacidad necesaria con el 20% de aumento, en base al cual se hace el diseño final. En el siguiente cuadro III.38 se puede ver el volumen que necesita cada familia de productos:

Categoría	Posiciones necesarias	Volumen Necesario mm3	Volumen Necesario mm3 con +20%
Alumbrado Público	4	5.343.984.000	6.412.780.800
Conductores	110	78.144.000.000	93.772.800.000
Domiciliario	29	30.995.107.200	37.194.128.640
Energía Sustentable	8	10.687.968.000	12.825.561.600
Iluminación	99	132.263.604.000	158.716.324.800
Industria	100	86.484.321.758	103.781.186.109
Lámparas/Tubos	84	112.223.664.000	134.668.396.800
Seguridad	3	4.007.988.000	4.809.585.600
Total	437	480.545.995.200	552.180.764.349

Cuadro III.38: Espacio volumétrico necesario para cada familia de productos en Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos, se calculó (III.3) para cada familia la cantidad de posiciones estandarizadas que se necesitan, tanto de tres o de cuatro niveles, dividiendo el volumen necesario, con el 20% extra, de cada una por el volumen que aportan cada tipo de estanterías. A continuación se puede ver un ejemplo de cálculo con la categoría Alumbrado Público.

$$\text{Pos. estándar 3 niveles Alumbrado Pub.} = \frac{\text{Volumen necesario mm}^3 \text{ con 20\%}}{\text{Vol. de posición con 3 niveles}} \\ = \frac{6.412.780.800 \text{ mm}^3}{1.263.600.000 \text{ mm}^3} = 5,075 \quad (\text{III.3})$$

Repitiendo estos cálculos para todas las familias y también para cuatro niveles, se completó el siguiente cuadro III.39:

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Categoría	3 niveles	4 niveles
Alumbrado Público	5,075	7,527
Conductores	74,211	110,062
Domiciliario	29,435	43,655
Energía Sustentable	10,150	15,053
Iluminación	125,606	186,287
Industria	82,131	121,809
Lámparas/Tubos	106,575	158,061
Seguridad	3,806	5,645
Total	436,990	648,099

Cuadro III.39: Posiciones necesarias estandarizadas por categoría para tres y cuatro niveles.
Fuente: Elaboración propia.

En resumen, al calcular la equivalencia de las estanterías selectivas de Subsuelo de hoy en día y las estandarizadas, nos da que necesitamos 437 posiciones en estanterías de tres niveles o 649 de cuatro niveles.

Anexo IV: Cálculo de la cantidad de posiciones extras de estanterías selectivas en el Subsuelo

Al observar en el almacén, cada posición de piso equivalía a dos posiciones de selectiva de la zona de lámparas y tubos. A partir de esto, teniendo el volumen que brindaba una posición de estantería selectiva en esta zona, se calculó la cantidad equivalente en posiciones estandarizadas para estanterías de tres niveles, ya que como se vio en el anexo anterior, permiten aprovechar más el espacio. Así, con los siguientes cálculos (IV.1 y IV.2) se obtuvo como resultado que se necesitan 49 posiciones extra. Estas 49 posiciones se suman a Domiciliario, ya que a esa familia pertenecen los productos que están en el piso.

$$\text{Posición de piso necesarias} \times 2 = \text{Posición de estantería selectiva actual necesarias}$$

$$23 \times 2 = 46 \quad (IV.1)$$

$$\frac{\text{Posiciones de estantería actual} \times \text{Volumen de posición actual}}{\text{Volumen de posición en estantería de tres niveles}}$$

$$= \text{Posiciones de estantería selectiva estándar}$$

$$\frac{46 \times 1.335.996.000 \text{ mm}^3}{1.263.600.000 \text{ mm}^3} = 48,63 \text{ posiciones de estantería selectiva estándar} \quad (IV.2)$$

Luego, para calcular la cantidad de posiciones extra para cambiar las góndolas por estanterías selectivas, se multiplicó el volumen de una posición de góndola por la cantidad de posiciones necesarias con el 20% de aumento, y se dividió este valor por el volumen que

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

brinda una estantería selectiva estandarizada. Así se obtuvo que se necesitan 8 posiciones extra. El cálculo realizado se puede ver a continuación (IV.3) y estas posiciones se suman a Lámparas y Tubos ya que a esta familia pertenecen los productos en góndola.

$$\begin{aligned} \text{Volumen de góndola} &= 570 \text{ mm} \times 1170 \text{ mm} \times 470 \text{ mm} = 313.443.000 \text{ mm}^3 \\ \frac{32 \text{ góndolas} \times 313.443.000 \text{ mm}^3 \text{ por góndola}}{1.263.600.000 \text{ mm}^3 \text{ por estantería estándar}} \\ &= 7,94 \text{ posiciones de estantería selectiva estándar} \quad (\text{IV.3}) \end{aligned}$$

Para terminar de estandarizar las estanterías, también se necesita calcular la cantidad de posiciones extra para los productos que obstruyen el pasillo debido a su longitud. Para eso se calculó (IV.4) la cantidad de posiciones estándar que se necesitan, a partir de la cantidad actual y el volumen de las estanterías de la zona de iluminación, y al finalizar este número se duplicó (IV.5) ya que se utilizarán huecos dobles así no interfieren en el paso. Así se obtuvo que se necesitan 9 posiciones, 5 extras de las que se necesitaban antes, como se puede ver a continuación, las cuales son de Iluminación.

$$\begin{aligned} \frac{\text{Posiciones de estantería actual} \times \text{Volumen de posición actual}}{\text{Volumen de posición en estantería de tres niveles}} \\ = \text{Posiciones de estantería selectiva estándar} \end{aligned}$$

$$\frac{4 \times 1.335.996.000 \text{ mm}^3}{1.263.600.000 \text{ mm}^3} = 4,23 \text{ posiciones de estantería selectiva estándar} \quad (\text{IV.4})$$

$$\begin{aligned} 4,23 \text{ posiciones de estantería selectiva estándar} \times 2 \\ = 8,46 \text{ pos. de estantería para hacer dobles} \quad (\text{IV.5}) \end{aligned}$$

Anexo V: Cálculo de las posiciones de ángulo ranurado extras en Primer Piso

Para conocer la cantidad de estanterías de ángulo ranurado que se debían incorporar para reemplazar las estanterías selectivas, se siguieron los siguientes pasos.

Primero se determinó el espacio volumétrico que brindarían las estanterías selectivas. Se multiplicó el volumen de una posición por la cantidad de posiciones necesarias y de esta manera se obtuvo el volumen total disponible, como se puede ver en V.1.

$$1000 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \times 713 \text{ mm} = 713.000.000 \text{ mm}^3 \times 46 \text{ posiciones} = 32.798.000.000 \text{ mm}^3$$

(V.1)

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

Luego se calculó (V.2) el volumen que ofrece una estantería de ángulo ranurado, y se dividió el volumen total de las selectivas por este dato obtenido, dando como resultado la cantidad de posiciones de ángulo ranurado necesarias para brindar el mismo espacio volumétrico, siendo de 107 cuando las selectivas eran 46.

$$900 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \times 570 \text{ mm} = 307.800.000 \text{ mm}^3$$
$$32.798.000.000 \text{ mm}^3 / 307.800.000 \text{ mm}^3 = \mathbf{107 \text{ posiciones}} \quad (V.2)$$

Además realizando regla de tres se separó cuantas posiciones se destinarían a productos de Industria (V.3) y cuántas a Domiciliario (V.4).

$$46 \text{ posiciones de selectiva} = 107 \text{ posiciones de ángulo ranurado}$$

$$43 \text{ posiciones de selectiva (Industria)} = 100 \text{ posiciones de ángulo ranurado (Industria)} \quad (V.3)$$

$$3 \text{ posiciones de selectiva (Domiciliario)} = 7 \text{ posiciones de ángulo ranurado (Domiciliario)} \quad (V.4)$$

Anexo VI: Cálculo ABC

Para realizar el cálculo ABC por almacén y categoría de productos se siguieron los siguientes pasos. Para cada almacén, en una hoja Excel, se agregan en columnas:

- Los artículos que se ubicarán en dicho almacén;
- La categoría de producto a la que pertenece el artículo;
- Las ventas anuales del artículo;
- Las ventas anuales de la categoría de producto, conformada por los artículos pertenecientes a esta en dicho almacén. Por ejemplo, para el almacén Primer Piso las ventas por categoría para Domiciliario serán todas las ventas generadas en un año por los productos de Domiciliario que se almacenan en el Primer Piso.

Luego, se ordenó la tabla por ventas anuales en orden decreciente y por categoría de producto. En las siguientes columnas, se calculó:

- El porcentaje de ventas que representa ese artículo dentro de su categoría de productos en dicho almacén;
- El porcentaje de ventas acumulado para la categoría de producto;
- Se clasifica como artículo tipo A, B o C según sea su porcentaje de ventas acumuladas;
 - Tipo A: menor a 70%
 - Tipo B: mayor a 70% y menor a 90%
 - Tipo C: mayor a 90%

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales eléctricos e iluminación

- A su vez, se agregó una columna en que menciona el tipo de estantería en que se almacena el producto y otra con la cantidad de posiciones necesarias. Datos que serán de utilidad al diseñar el almacén.

A continuación se presentan segmentos de tablas en los cuadros VI.40 y cuadro VI.41 para mostrar una representación de lo explicado, ya que la totalidad de las tablas excedería la extensión del presente documento.

Subsuelo								
Producto	Tipo	Ventas	Ventas	%VTA	%VTA Acumulado	Tipo	Estantería	Posiciones
Descripción	Categoría	Año	Categoría	Categoría	Categoría	ABC	Estiba picking	Necesarias
ALUMBRADO PÚBLICO 150W	ALUMBRADO PÚBLICO	166	392	42,35%	42,35%	A	Selectiva	1,25
BRAZO 1,2X38MM.C/ABR	ALUMBRADO PÚBLICO	32	392	8,16%	50,51%	A	Selectiva	0,52
BRAZO 060X38MM.C/ABR	ALUMBRADO PÚBLICO	32	392	8,16%	58,67%	A	Selectiva	0,52
LUMINARIA T/PERITA 250W	ALUMBRADO PÚBLICO	32	392	8,16%	66,84%	A	Selectiva	0,78
TULIPA POLICARBONATO	ALUMBRADO PÚBLICO	32	392	8,16%	75,00%	B	Selectiva	0,31
LUMINARIA 90W	ALUMBRADO PÚBLICO	32	392	8,16%	83,16%	B	Selectiva	0,39
LUMINARIA E40	ALUMBRADO PÚBLICO	22	392	5,61%	88,78%	B	Selectiva	0,36
LUMINARIA 120W	ALUMBRADO PÚBLICO	22	392	5,61%	94,39%	C	Selectiva	0,40
ALUMBRADO PÚBLICO 100W	ALUMBRADO PÚBLICO	22	392	5,61%	100,00%	C	Selectiva	0,16
MTS.CABLE 2,5 MM CELESTE	CONDUCTORES	1.160	20.066	5,78%	5,78%	A	Selectiva	4,83
MTS.CABLE 2,5 MM MARRON	CONDUCTORES	752	20.066	3,75%	9,53%	A	Selectiva	3,13
MTS.CABLE 2,5 MM VERDE/AMARILLO	CONDUCTORES	708	20.066	3,53%	13,06%	A	Selectiva	2,95
MTS.CABLE 2,5 MM CELESTE	CONDUCTORES	644	20.066	3,21%	16,27%	A	Selectiva	2,68
MTS.CABLE 2,5 MM ROJO	CONDUCTORES	540	20.066	2,69%	18,96%	A	Selectiva	2,25
MTS.CABLE 1,5 MM CELESTE	CONDUCTORES	476	20.066	2,37%	21,33%	A	Selectiva	1,98

Propuestas de mejora en los almacenes de una empresa distribuidora de materiales
eléctricos e iluminación

MTS.CABLE 2,5 MM VERDE/AMARILLO	CONDUCTORES	444	20.066	2,21%	23,54%	A	Selectiva	1,85
---------------------------------	-------------	-----	--------	-------	--------	---	-----------	------

Cuadro VI.40: Segmento de tabla para la clasificación ABC en Subsuelo.
Fuente: Elaboración propia.

Primer Piso								
Producto	Tipo	Ventas	Ventas	%VTA	%VTA Acumulado	Tipo	Estantería	Posiciones
Descripción	Categoría	Año	Categoría	Categoría	Categoría	ABC	Estiba picking	Necesarias
TAPA 3 MODULOS BLANCO	DOMICILIARIO	63.392	545.970	11,61%	11,61%	A	Ángulo ranurado	35,22
MODULO TAPON CIEGO	DOMICILIARIO	56.528	545.970	10,35%	21,96%	A	Ángulo ranurado	6,73
MODULO TOMA COMBINADO BLANCO	DOMICILIARIO	52.798	545.970	9,67%	31,64%	A	Ángulo ranurado	1,90
BASTIDOR 3 MODULOS	DOMICILIARIO	44.242	545.970	8,10%	39,74%	A	Ángulo ranurado	24,58
MODULO PUNTO 10A	DOMICILIARIO	38.736	545.970	7,09%	46,83%	A	Ángulo ranurado	1,39
BASTIDOR 5X10	DOMICILIARIO	11.422	545.970	2,09%	48,93%	A	Ángulo ranurado	6,35
FICHA MACHO BLANCA	DOMICILIARIO	9.240	545.970	1,69%	50,62%	A	Ángulo ranurado	1,93
FICHA HEMBRA BLANCA	DOMICILIARIO	7.450	545.970	1,36%	51,98%	A	Ángulo ranurado	1,55
MÓDULO COMBINADO	DOMICILIARIO	7.340	545.970	1,34%	53,33%	A	Ángulo ranurado	2,35
CINTA AISLADORA NEGRA	DOMICILIARIO	7.332	545.970	1,34%	54,67%	A	Ángulo ranurado	3,06
FICHA MACHO NEGRA	DOMICILIARIO	7.102	545.970	1,30%	55,97%	A	Ángulo ranurado	1,48
FICHA MACHO NEGRA	DOMICILIARIO	6.874	545.970	1,25%	57,23%	A	Ángulo ranurado	1,43
FICHA HEMBRA C/TIERRA BINORMA NEGRA	DOMICILIARIO	5.780	545.970	1,05%	58,29%	A	Ángulo ranurado	1,20

Cuadro VI.41: Segmento de tabla para la clasificación ABC en Primer Piso para ángulo ranurado.
Fuente: Elaboración propia.