



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

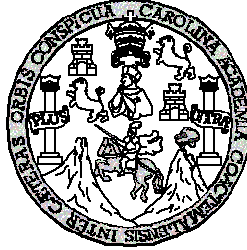
**ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO,
MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN
DE DEPÓSITO**

Ronald Stuardo Murga Castillo

Asesorado por el Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco

Guatemala, junio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO,
MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN DE
DEPÓSITO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RONALD STUARDO MURGA CASTILLO

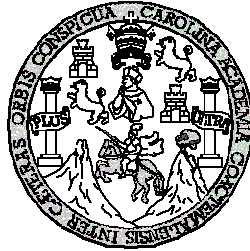
ASESORADO POR EL ING. ESDRAS FELICIANO MIRANDA OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

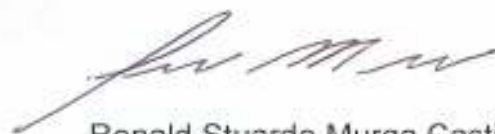
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de gradación titulado:

ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN DE DEPÓSITO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha marzo de 2010.



Ronald Stuardo Murga Castillo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 17 de enero de 2011

Ing. Julio César Campos Paiz
Director de Escuela Mecánica
Facultad De Ingeniería
Presente

Estimado ingeniero Julio César Campos

Por este medio atentamente le informo que como asesor del trabajo de graduación del estudiante **RONALD STUARDO MURGA CASTILLO**, procedí a revisar el informe final del trabajo de graduación cuyo título es **"ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN DE DEPÓSITO"**.

El cual cumple con todos los requerimientos necesarios para su aprobación, en virtud de lo anteriormente descrito, **APRUEBO** este trabajo y solicito se dé el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,


Ing. Esdras Miranda Orozco
C. OLESIADO 4697

Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
Asesor Trabajo de Graduación



El Coordinador del Área de Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado, **ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN DE DEPÓSITO** del estudiante Ronald Stuardo Murga Castillo, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área



Guatemala, febrero de 2011.

/behdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación titulado ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN DE DEPÓSITO, del estudiante Ronald Stuardo Murga Castillo, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, junio de 2011

JCCP/bbdeI



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS PARA UN ALMACÉN DE DEPÓSITO**, presentado por el estudiante universitario **Ronald Stuardo Murga Castillo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, junio de 2011

/cc
cc. archivo

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por ser mi guía en todo momento y por ser la fuente de sabiduría que me permitió culminar mi carrera universitaria.
- Mis padres** Por haberme dado la vida y por estar a mi lado siempre. Les agradezco de todo corazón su amor, cariño y comprensión.
- Mi hermana** Por el apoyo constante que me has brindado.
- Mi novia** Gracias por estar a mi lado y apoyarme en todo momento.
- Mis amigos** Gracias por su amistad y por todos los buenos momentos compartidos.
- Mi universidad** Por ser la casa de estudios que me permitió forjarme como un profesional de bien.

Y a toda mi familia en general, catedráticos y asesores.

DEDICATORIA A:

Mi abuela

Por ser un ejemplo de persona y porque estuviste en cada momento de mi vida. Que Dios te tenga en sus brazos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. INTRODUCCIÓN A LOS ALMACENES DE DEPÓSITO	1
1.1. Funciones y principios básicos del almacén	2
1.1.1. Reducción de los costos de producción y transporte	2
1.1.2. Coordinación de la demanda y el suministro	2
1.1.3. Apoyo al proceso de producción	3
1.1.4. Apoyo al proceso de comercialización	3
1.2. Clasificación general de los almacenes	4
1.2.1. Relación con el flujo de producción	5
1.2.1.1. Almacenes de materias primas	5
1.2.1.2. Almacenes de productos intermedios	5
1.2.1.3. Almacenes de productos terminados	5
1.2.1.4. Almacenes de material auxiliar	6

1.2.1.5.	Almacenes de preparación de pedidos y distribución	6
1.2.2.	Según la ubicación	6
1.2.2.1.	Almacén interior	6
1.2.2.2.	Almacén al aire libre	6
1.2.3.	Según el material a almacenar	7
1.2.3.1.	Almacén para bultos	7
1.2.3.2.	Almacenaje a granel	7
1.2.3.3.	Almacenaje de líquidos	7
1.2.3.4.	Almacenaje de gases	7
1.2.4.	Según su localización	7
1.2.4.1.	Almacenes centrales	8
1.2.4.2.	Almacenes regionales	8
1.2.5.	Según su función logística	8
1.2.5.1.	Centro de consolidación	8
1.2.5.2.	Centro de ruptura	9
1.2.5.3.	Centro de tránsito	9
1.2.5.4.	Almacenes cíclicos o estacionarios	9
1.2.5.5.	Almacenes de custodia a largo plazo	9
1.3.	Zonas de un almacén	9
1.3.1.	Zonas de carga y descarga	9
1.3.2.	Zonas de chequeo y clasificación	10
1.3.3.	Zonas de almacenaje	10
1.3.4.	Zonas de recepción y despacho de pedidos	10
1.3.5.	Zonas de oficinas y servicios	11

2.	TECNOLOGÍAS DEL ALMACÉN	13
2.1.	Sistemas de almacenamiento	14
2.1.1.	Sistema convencional	14
2.1.2.	Sistema de gavetas modulares	15
2.1.3.	Sistema de paletizado	16
2.1.3.1.	Ventajas	16
2.1.3.2.	Desventajas	16
2.1.4.	Sistema tipo contenedor	18
2.1.4.1.	Ventajas	18
2.1.4.2.	Desventajas	18
2.1.5.	Sistema dinámico por gravedad	19
2.1.5.1.	Ventajas	20
2.1.5.2.	Desventajas	20
2.1.6.	Sistema <i>Push Back</i>	22
2.1.6.1.	Ventajas	22
2.1.6.2.	Desventajas	22
2.1.7.	Sistema <i>Drive in</i>	23
2.1.7.1.	Ventajas	23
2.1.7.2.	Desventajas	24
2.1.8.	Sistema <i>Cantiléver</i>	25
2.2.	Sistemas y unidades de manipulación	26
2.2.1.	Carretillas	26
2.2.2.	Estibadores	26
2.2.3.	Apilador eléctrico	28
2.2.4.	<i>Walkie</i> de doble horquilla	29

2.2.5.	Montacargas	30
2.2.6.	Plataforma niveladora	32
3.	PARÁMETROS PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE <i>RACKS</i>	33
3.1.	Especificaciones de <i>racks</i>	34
3.1.1.	Normativas de diseño	34
3.1.1.1.	Estanterías convencionales de pasillo ancho (Clase 400)	35
3.1.1.2.	Estanterías convencionales de pasillo estrecho (Clase 400)	35
3.1.1.3.	Estanterías convencionales de pasillo muy estrecho (Clase 300 A y 300 B)	35
3.1.2.	Carga máxima admisible	36
3.1.2.1.	Límite de fluencia en vigas	36
3.1.2.2.	Deflexión máxima en vigas	37
3.1.2.3.	Voladizos	37
3.1.3.	Altura máxima de trabajo	39
3.1.4.	Sistemas de sujeción o anclaje	39
3.1.4.1.	Resistencia del concreto a la compresión	40
3.1.4.2.	Diámetro del anclaje	40
3.1.4.3.	Empotramiento del anclaje	40

3.1.4.4.	Distancia entre ejes y al borde	40
3.1.5.	Nivelación y alineación de los módulos de <i>racks</i>	41
3.1.6.	Elementos de protección y seguridad para <i>racks</i>	45
3.1.6.1.	Causas que originan choques entre vehículos y <i>racks</i>	45
3.1.6.1.1.	Iluminación inadecuada	45
3.1.6.1.2.	Excesos de velocidad de los equipos de elevación	45
3.1.6.1.3.	Falta de orden en las zonas del almacén	46
3.1.6.1.4.	Falta de señalización	46
3.1.6.1.5.	Personal inexperto	46
3.1.6.1.6.	Dimensión de los pasillos muy reducida	46
3.1.6.2.	Normas para montaje de elementos de protección y seguridad para <i>racks</i>	47
3.2.	Procesos de manufactura de <i>racks</i>	48
3.2.1.	Procesos de corte de láminas	49
3.2.2.	Proceso de barrenado y troquelado	50
3.2.3.	Proceso de doblado	51
3.2.4.	Proceso de ensamblado de piezas	52
3.2.4.1.	Resistencia de los tornillos	53
3.2.5.	Proceso de pintura	55

3.3.	Especificaciones físicas del almacén	56
3.3.1.	Situación geográfica del almacén	56
3.3.2.	Características del edificio y superficie donde se ubicarán los <i>racks</i>	56
3.3.2.1.	Características de edificio	56
3.3.2.1.1.	Techo	57
3.3.2.1.2.	Paredes	57
3.3.2.1.3.	Ventilación	57
3.3.2.1.4.	Iluminación	58
3.3.2.1.5.	Accesos del almacén	58
3.3.2.2.	Características del suelo	58
3.3.3.	Características del equipo de manipulación	60
3.3.3.1.	Selección del tipo de fuerza de operación	60
3.3.3.2.	Selección del equipo específico	61
3.3.4.	Dimensiones de peso y carga del producto	61
3.3.4.1.	Peso	62
3.3.4.2.	Forma	62
3.3.4.3.	Tamaño	62
3.3.4.4.	Resistencia a la compresión	63
3.3.5.	Cambios futuros en instalaciones, tipo de mercadería o sistemas de manipulación	64

3.3.5.1.	Incremento o reducción en el volumen de mercadería procesada	64
3.3.5.2.	Cambio en el tipo de embalaje de los productos	65
3.3.5.3.	Procesamiento de nuevos productos o retiro de productos obsoletos	65
3.3.5.4.	Implementación o cambio de equipos de manipulación	65
3.3.5.5.	Eliminación de condiciones riesgosas	65
3.3.5.6.	Mejoras en los proceso del almacén	66
3.3.5.7.	Consideraciones generales para evitar cambios frecuentes en la distribución de un almacén	67
	3.3.5.7.1. Área de recepción	67
	3.3.5.7.2. Área de almacenamiento	68
	3.3.5.7.3. Área de entrega	70
4.	MANTENIMIENTO APLICADO A ALMACENES	71
4.1.	Programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo	72
4.1.1.	Inspección diaria	72
4.1.2.	Inspección semanal y mensual	72
4.1.3.	Inspección anual	73
4.1.4.	Inspección de estanterías	73

4.1.4.1.	Verticalidad de parales y escaleras	74
4.1.4.2.	Deformación de largueros	75
4.1.4.3.	Revisión de juntas y uniones	76
4.1.5.	Estado de tarimas y contenedores	77
4.1.5.1.	Tarimas de madera	77
4.1.5.2.	Contenedores	78
4.1.6.	Inspección del suelo	78
4.1.7.	Inspección de infraestructura	79
4.1.8.	Inspección de equipos de manipulación	79
5.	PRINCIPIOS Y NORMATIVAS DE SEGURIDAD	83
5.1.	Normas de seguridad e higiene	83
5.1.1.	Normas de conducta	84
5.1.2.	Normas de orden e higiene	86
5.2.	Iluminación de pasillos y estaciones de trabajo	87
5.2.1.	Iluminación	88
5.2.2.	Contraste	88
5.2.3.	Sombras	88
5.2.4.	Deslumbramiento	88
5.2.5.	Ambiente cromático	89
5.2.6.	Criterios preventivos de iluminación	89
5.2.7.	Criterios preventivos de deslumbramiento	90
5.2.8.	Criterios preventivos de contraste y color	90

5.3.	Ventilación	91
5.3.1.	Extracción localizada	92
5.3.2.	Climatización	93
5.4.	Señalización	94
5.4.1.	Colores de seguridad	94
5.4.2.	Tipos de señales	96
5.4.2.1.	Señales visuales	96
5.4.2.2.	Señales de advertencia	97
5.4.2.3.	Señales de prohibición	98
5.4.2.4.	Señales de obligación	99
5.4.2.5.	Señales relativas a los equipos de combate contra incendios	100
5.4.2.6.	Señales de salvamento	100
5.4.2.7.	Señales luminosas	101
5.4.2.8.	Señales acústicas	102
5.5.	Ergonomía	103
5.5.1.	Beneficios	104
5.5.2.	Recomendaciones para el diseño de estaciones de trabajo	104
5.5.3.	Recomendaciones para uso de calzado	106
5.6.	Programa de evaluación de riesgos	107
5.6.1.	Riesgo	107
5.6.2.	Causas básicas que pueden originar un accidente	108

5.6.2.1.	Factores personales	108
5.6.2.2.	Factores laborales	108
5.6.3.	Causas inmediatas que pueden originar un accidente	108
5.6.3.1.	Actos inseguros	108
5.6.3.2.	Condiciones inseguras	109
5.6.4.	Controles de ingeniería	110
5.6.5.	Controles administrativos	110
5.6.6.	Controles de equipo de protección personal	110
5.7.	Procedimiento para la implementación de un plan de evaluación y control de riesgos	111
5.7.1.	Revisión del plan	112
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA		117
APÉNDICE		121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribución típica de un almacén	11
2.	Estantería convencional	15
3.	Sistema de gavetas modulares	15
4.	Estantería para paletizado	18
5.	Contenedores para almacenamiento	19
6.	Estantería tipo dinámico por gravedad	21
7.	Estantería tipo <i>Push Back</i>	23
8.	Estantería tipo <i>Drive In</i>	24
9.	Sistema <i>Cantiléver</i>	25
10.	Carretillas manuales	26
11.	Estibadores manuales	27
12.	Apiladores eléctricos	28
13.	<i>Walkie</i> de doble horquilla	29
14.	Montacargas de horquillas retráctiles	30
15.	Montacargas balanceado	31
16.	Montacargas trilateral	31
17.	Plataforma niveladora	32
18.	Clasificación de estanterías por anchura de pasillo	36

19.	Deformación de largueros	38
20.	Tipos de anclajes	41
21.	Módulos en longitud	41
22.	Holguras horizontales y verticales	43
23.	Holguras horizontales en el fondo	44
24.	Diseños de escaleras y travesaños	48
25.	Componentes de escaleras	49
26.	Sujetadores de travesaños	50
27.	Perfiles comunes de parales de escaleras	51
28.	Perfiles comunes de travesaños	52
29.	Componentes de ensamblado de escaleras	53
30.	Diseño de travesaño convencional	54
31.	Partes de una estantería para paletizado	74
32.	Verticalidad de parales	75
33.	Desgarre en soldadura de travesaños	76
34.	Tipos de tarimas de madera	78
35.	Señales en forma de panel	98
36.	Señales de prohibición	99
37.	Señales de obligación	99
38.	Señales relativas a equipos de salvamento	100
39.	Señales de salvamento y socorro	101

TABLAS

I.	Deformación de largueros	38
II.	Tolerancias en el plano XZ	42
III.	Tolerancias en el plano XY	42
IV.	Tolerancias en el plano YZ	43
V.	Holguras horizontales en el fondo	45
VI.	Colores de seguridad	95
VII.	Combinación de colores de seguridad	96

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
h	Hora
kN	Kilo Newton
kgf	Kilogramo fuerza
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro/hora
Lb	Libra
L	Longitud
Max	Máxima
mm	Milímetro
Nm	Newton metro
%	Porcentaje

GLOSARIO

Almacén de depósito	Lugar destinado para el guardado de productos.
Almacenaje	Acción o efecto de guardar.
Anclaje	Dispositivo para anclar o sujetar.
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Sociedad Americana para la medición de materiales).
Bulto	Volumen o tamaño de cualquier cosa.
Carga de prueba	Carga máxima que un elemento puede soportar sin adquirir una deformación permanente.
Carga unitaria	Agrupación de artículos para unificarlos.
Chequeo	Acción o efecto de revisar.
Cizallado	Operación que consiste en cortar planchas metálicas mediante la cizalla.
Climatización	Controlar la temperatura y humedad del aire.
CO₂	Dióxido de carbono.
Consolidación	Reunir o juntar algo.

Contraste	Brillantez de las partes más oscuras e iluminadas de un área.
Cromático	Relativo al color.
Deflexión	Cambio de dirección o desviación.
Demanda	Pedido o encargo de mercadería.
Embalaje	Acción o efecto de envolver un objeto que ya poseen un empaque con otro tipo de material.
Empaque	Material que forma la envoltura de algo.
Empotramiento	Tipo de vínculo de apoyo de las vigas que impide, no solo su desplazamiento si no su rotación.
Epoxi poliéster	Pinturas en polvo híbridas.
Ergonomía	Analiza aquellos aspectos que abarcan al entorno artificial construido por el hombre, relacionado directamente con los actos y gestos involucrados en toda actividad de éste.
Estibar	Agrupar cosas sueltas para que ocupen el menor lugar posible.
FEM	Federación Europea de Manutención.
Flexión	Deformación transversal producida en un cuerpo elástico al ser sometido a una fuerza capaz de superar su resistencia.

Granel	Manera de almacenar algo sin envase o empaque.
Higiene	Estudia la relación del humano con el medio ambiente y las condiciones sanitarias.
Horquilla	Elementos utilizados para soportar la carga elevada a través de los montacargas.
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional para la Estandarización).
Laminado	Método para obtener planchas, chapas y perfiles metálicos haciendo pasar el metal entre dos cilindros o matrices.
Límite de Fluencia	Es el límite a partir de la cual el material se deforma plásticamente. Hasta esa tensión el material se comporta elásticamente.
Logística	Técnica que estudia los métodos de transporte.
Montacargas	Ascensor para elevar pesos o mercaderías.
Paletizado	Condición de un producto después de haberlo colocado sobre un <i>pallet</i> .
<i>Pallet</i>	Tarima.
PEPS	Primero que entra y primero que sale.
<i>Rack</i>	Estantería.

SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i> (Sociedad de Ingenieros Automotrices).
Sistema <i>Push Back</i>	Sistema de almacenaje en el que los artículos se empujan hacia la parte trasera de la estantería.
Sistema <i>Drive In</i>	Sistema de almacenaje en el recolector o guardador ingresa dentro de la estructura de la estantería.
Soldadura MIG	Sistema de soldadura eléctrica que utiliza como material de aporte el electrodo revestido.
<i>Stock</i>	Inventario físico utilizando como margen de seguridad, sobre el inventario normal requerido.
Tráfico	Movimiento o circulación.
Travesaño	Pieza de metal que une dos partes opuestas de una cosa.
Troquelado	Imprimir y sellar una pieza metálica por medio de un troquel.
UNE	Unión de normativa española.
Vigas	Porción horizontal de una estructura que soporta cargas transversales.
Voladizos	Parte de una viga que se encuentra suspendida en el aire y sujeta en sus extremos.

RESUMEN

En el entorno actual, cada vez más competitivo y con menores márgenes, las organizaciones buscan continuamente oportunidades de mejora que las haga más competitivas. En este sentido, cada vez son más conscientes de la importancia de la gestión de almacenes y la gestión logística en general; como parte esencial a la hora de aportar más valor a sus clientes y reducir sus costos.

El objetivo de este trabajo es evaluar los aspectos básicos a considerar para desarrollar una adecuada logística de almacenamiento de una empresa, a fin de entender la importancia crucial, que esto representa en la cultura corporativa de la misma y su búsqueda por la excelencia; así como, la manera de ser más competitivos dentro del mercado, tanto nacional como internacionalmente.

Se han desarrollado aspectos relacionados con el proceso de almacenamiento como: los principios generales de los almacenes, las tecnologías más utilizadas para las operaciones de almacenamiento, parámetros para el diseño y manufactura de estanterías, los parámetros para el mantenimiento del almacén y el estudio para detectar y eliminar los riesgos relacionados con equipos y personal.

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar los aspectos técnicos a considerar para el diseño, manufactura y montaje de racks para un almacén de depósito.

ESPECÍFICOS

1. Identificar los diferentes tipos de almacenes que existen en la industria así como su forma de operación.
2. Describir las características y funciones generales de los equipos que son empleados para la manipulación, transporte y almacenaje de materiales.
3. Conocer cuáles son los parámetros para el diseño y manufactura de estanterías para el almacenaje de productos paletizados.
4. Establecer los fundamentos para el mantenimiento efectivo de los almacenes de depósito.
5. Desarrollar los fundamentos necesarios para establecer un plan de seguridad aplicado a almacenes y aprender a detectar y erradicar los riesgos existentes en las áreas de trabajo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las organizaciones se encuentran en la búsqueda constante por la obtención de mayores ingresos, dicha búsqueda está relacionada con la reducción de sus costos de operación y la obtención de la satisfacción del cliente; a través de la disponibilidad de productos en el tiempo y lugar que lo necesite.

Para cumplir con dichos objetivos es imprescindible crear estrategias capaces de abastecer la demanda constante de nuestros clientes. Una estrategia que se ha implementado, para poder cumplir con las demandas, consiste en el montaje de almacenes que van desde el simple, guardado de los productos hasta aquellos que son únicamente de tránsito. Dichos almacenes no están exentos de problemas por espacio insuficiente, daños o extravíos en la mercadería o problemas relacionados con el equipo de manipulación.

Para el montaje de un almacén de depósito existen varios factores a evaluar, con el objeto de cumplir con las exigencias de la operación y evitar así problemas futuros que puedan convertirse en deficiencias para la compañía que se vean reflejadas en un servicio de baja calidad para los clientes, así como un incremento en los costos de la misma.

Una planificación adecuada del montaje evitará dichos problemas ya que debe ser flexible con el paso del tiempo y un cambio dentro del mismo no debe afectar en gran medida a toda la operación, así como un costo bajo en inversión. El presente trabajo de graduación enmarca los aspectos técnicos a considerar para el montaje de un almacén de depósito; así como los fundamentos para el mantenimiento del mismo y la descripción de los factores de seguridad para crear un clima libre riesgos y accidentes.

1. INTRODUCCIÓN A LOS ALMACENES DE DEPÓSITO

Un almacén de depósito es aquel lugar en donde se guardan diferentes tipos de mercaderías. Dentro de un sistema general de manejo de materiales, el sistema de almacenaje proporciona las instalaciones, el equipo, el personal y las técnicas necesarias para recibir, almacenar y trasladar materia prima, productos en proceso y productos terminados. Las instalaciones, equipos y técnicas de almacenamiento varían mucho dependiendo de la naturaleza del material que manejan.

Los factores económicos también juegan un papel importante al diseñar los sistemas de almacenaje. Se incurre en costos de almacenamiento y recuperación, pero no se agrega ningún valor a los productos. Por lo tanto, la inversión en equipos de almacenamiento y manejo de materiales, así como en superficie de bodega, deberán tener como base la reducción máxima de los costos unitarios de almacenamiento y manejo.

Otros factores que deben tomarse en consideración al diseñar los sistemas de almacenaje comprenden el control del tamaño de los inventarios y la ubicación de los mismos, las instrucciones o indicaciones especiales sobre las inspecciones de calidad, las medidas relativas al abastecimiento y empaque de los pedidos, el equipo para recepción y embarque de los productos, el número apropiado de las bahías para despacho y recepción.

1.1. Funciones y principios básicos del almacén

Se plantea que existen cuatro razones básicas para que una empresa realice la función de almacenamiento.

1.1.1. Reducción de los costos de producción y transporte

Tanto la actividad de almacenamiento como los de inventarios generan nuevos gastos, no obstante, este aumento de costos compensa con la reducción de los transportes y producción, ya que se mejora la eficiencia de ambos procesos al tratar de acercar los almacenes a los clientes y aumentar el nivel del servicio.

1.1.2. Coordinación de la demanda y el suministro

La empresa que tiene una producción de carácter estacional y una demanda constante suelen tener problemas de coordinación entre la demanda y el suministro. En este caso es necesario almacenar los productos para después poderlos distribuir durante toda la época del año. Por el contrario, si se quiere suministrar un producto o un servicio de carácter estacional pero con demanda incierta, normalmente se producen durante todo el año con el objeto de minimizar los costos de producción y crear inventarios suficientes para dar respuesta a la demanda en la época que se genera la necesidad.

1.1.3. Apoyo al proceso de producción

El almacenamiento puede formar parte del proceso de producción como parte del siguiente paso de la cadena logística del producto.

1.1.4. Apoyo al proceso de comercialización

La comercialización generalmente se ocupa de cómo o cuando estarán disponibles los productos en el mercado, en este caso el almacenamiento se ocupa de dar valor al producto, acercando el mismo a los clientes y disminuyendo el tiempo de entrega.

Todo sistema de almacenaje debe tener siempre en cuenta los siguientes principios:

- El almacén no es un sistema aislado e independiente del resto de las funciones de la empresa. En consecuencia, su planificación deberá ser acorde con las políticas generales de ésta e insertarse en la planificación general para participar de sus objetivos empresariales.
- Las cantidades almacenadas se calcularán para que los costos que originen sean mínimos, siempre que se mantengan los niveles de servicios deseados.
- La disposición del almacén deberá exigir los menores esfuerzos para su funcionamiento; para ello deberá minimizarse:

- El espacio empleado, utilizando al máximo el volumen de almacenamiento disponible.
- El tránsito interior, que depende de las distancias a recorrer y de la frecuencia con que se produzcan los movimientos.
- Los Movimientos, tendiendo al mejor aprovechamiento de los medios disponibles y a la utilización de cargas completas.
- Los Riesgos, debe considerarse para que las condiciones ambientales y de seguridad incrementan notablemente la productividad del personal.
- Un almacén debe ser lo más flexible posible en cuanto a su estructura e implementación, de forma que pueda adaptarse a las necesidades de evolución en el tiempo.

1.2. Clasificación general de los almacenes

Cada almacén es diferente de cualquier otro. Por lo tanto, es necesario establecer mecanismos para clasificar los almacenes. Algunos de los parámetros usados para su clasificación son:

- Relación con el flujo de producción

- Ubicación
- Material a almacenar
- Localización
- Función logística

1.2.1. Relación con el flujo de producción

Los almacenes se pueden clasificar según su relación con el flujo de producción en los siguientes:

1.2.1.1. Almacenes de materias primas

Son aquellos que contienen materiales, suministros, envases, empaques, que serán posteriormente utilizados en el proceso de transformación productiva.

1.2.1.2. Almacenes de productos intermedios

Son aquellos que sirven de colchón entre las distintas fases de obtención de un producto.

1.2.1.3. Almacenes de productos terminados

Son los que se usan exclusivamente para almacenar productos del final del proceso de transformación productivo.

1.2.1.4. Almacenes de material auxiliar

Sirven para almacenar repuestos, productos de limpieza, aceites, pinturas, etc.

1.2.1.5. Almacenes de preparación de pedidos y distribución

Su objetivo es acondicionar el producto terminado y ponerlo a disposición del cliente.

1.2.2. Según la ubicación

1.2.2.1. Almacén interior

Es aquel almacenaje de productos con protección completa contra cualquier agente atmosférico, permitiéndose incluso modificar las condiciones de temperatura e iluminación.

1.2.2.2. Almacén al aire libre

Estos carecen de cualquier tipo de edificación y están formados por espacios delimitados por cercas, marcados por números, señales pintadas, etc.

1.2.3. Según el material a almacenar

1.2.3.1. Almacén para bultos

El objetivo de este almacén radica en reunir el material en unidades de transporte y de almacén cada vez mayores para el aprovechamiento pleno de la capacidad de carga de un vehículo para conseguir su transporte económico.

1.2.3.2. Almacenaje a granel

Si es posible, debe estar en las proximidades del lugar de consumo debido a que el transporte es costoso. Hay que hacer transportable y almacenable el material que se puede verter. Su contenido debe poderse medir automáticamente, su extracción regulable y con conexión a un medio de transporte.

1.2.3.3. Almacenaje de líquidos

Es un material específico de granel pero que puede ser transportable por tuberías.

1.2.3.4. Almacenaje de gases

Requieren unas medidas de seguridad especiales que han de ser observadas por la alta presión, temperaturas o una particular inflamabilidad.

1.2.4. Según su localización

Se clasifican en almacenes centrales y regionales.

1.2.4.1. Almacenes centrales

Son aquellos que se localizan lo más cerca posible del centro de fabricación. Están preparados para manipular cargas de grandes dimensiones.

1.2.4.2. Almacenes regionales

Son aquellos que se ubican cerca del punto de consumo. Están preparados para recoger cargas de grandes dimensiones y servir mediante camiones de distribución de menor capacidad.

La elección de almacenes centrales o almacenes regionales depende del tipo de carga y la estructura de los costos de la empresa. Así productos de bajo valor, o costos de transporte elevados, conducen al uso de almacenes regionales. Por el contrario, con costos de almacén elevados, por el valor del producto, implican almacenes centrales. En cualquier caso existen métodos para la evaluación de la mejor decisión al respecto.

1.2.5. Según su función logística

Estos pueden clasificarse de la siguiente forma:

1.2.5.1. Centro de consolidación

Estos almacenes reciben productos de múltiples proveedores y los agrupan para servirlos al mismo cliente.

1.2.5.2. Centro de ruptura

Tienen la función inversa de los centros de consolidación. Reciben la carga de un número reducido de proveedores y sirven a un gran número de clientes, con necesidades dispares.

1.2.5.3. Centro de tránsito

Son almacenes que no almacenan, sólo mueven productos.

1.2.5.4. Almacenes cíclicos o estacionales

Son almacenes que recogen una producción específica para hacer frente a una demanda constante, o que permite resolver una demanda específica frente a una producción más constante.

1.2.5.5. Almacenes de custodia a largo plazo

Es el único de los almacenes analizados cuyo objetivo es estar lleno, sin importarle los costos de transporte, demanda o ritmos de producción.

1.3. Zonas de un Almacén

Estas áreas son vitales para el buen funcionamiento del almacén, sin embargo varían en función de la estructura de la empresa.

1.3.1. Zonas de carga y descarga

Espacios destinados a las maniobras que deben realizar los vehículos para entrar, salir y posicionarse adecuadamente para proceder a su carga y descarga.

1.3.2. Zona de chequeo y clasificación

Dentro de secuencia de actividad y una vez descargada las mercaderías del vehículo que las ha transportado, es preciso proceder a la comprobación del estado de las cantidades recibidas y a la clasificación de los productos antes de situarlos en sus lugares de almacenamiento.

1.3.3. Zonas de almacenaje

Esta zona es la destinada a ubicar los productos durante un determinado período de tiempo. En ella deben incluirse los espacios necesarios para alojarlos, además los adicionales para pasillos y para los elementos estructurales que puedan formar las estanterías de soporte.

1.3.4. Zonas de recepción y despacho de pedidos

Esta zona está destinada a la recuperación de los productos de sus lugares de almacenamiento y a su preparación para ser trasladados o transportados adecuadamente.

1.3.5. Zonas de oficinas y servicios

Organización de las operaciones administrativas a realizar en el almacén.

Figura 1. Distribución típica de un almacén



Fuente: elaboración propia

2. TECNOLOGÍAS DEL ALMACÉN

Seleccionar el sistema de almacenamiento apropiado para una aplicación específica implica agrupar las necesidades de movimiento y almacén con las características de equipamiento.

Esto implica agrupar dos objetivos contrapuestos que son: maximizar el uso del volumen del espacio y permitir un fácil y rápido acceso a los productos almacenados.

Un sistema de almacenamiento bien diseñado debe contar con las siguientes características:

- Usar adecuadamente el volumen construído
- Facilitar el acceso a los productos, minimizar las distancias recorridas y favorecer el flujo de bienes
- Favorecer el movimiento y el control de *stock*
- Proteger contra incendios, daños y robos
- Prevenir el deterioro y/o la contaminación del *stock*

La selección del equipo debería tener en cuenta la siguiente información:

- Características físicas de los bienes almacenados
- Contaminación por olores que pueden afectar a los productos

- Riesgos asociados a los productos
- Factores de deterioro, obsolescencia y caducidad
- Valor de los productos
- Número de líneas en los pedidos
- Número de referencias
- Niveles mínimos, medios y máximos del *stock*
- Disponibilidad de capital
- Características del equipamiento disponible

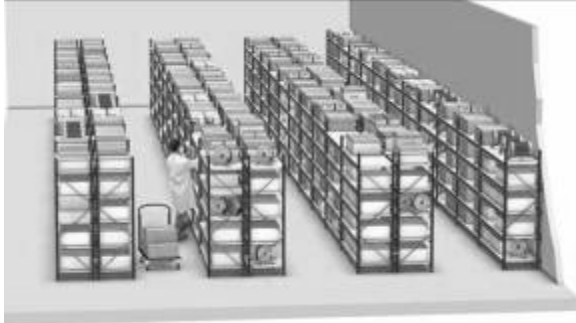
2.1. Sistemas de almacenamiento

2.1.1. Sistema convencional

También es llamado sistema tipo selectivo, ya que proporciona la facilidad de acceder a los productos de una manera inmediata y sin necesidad de utilizar ningún tipo de dispositivo mecánico para alcanzar la mercadería. Generalmente se utiliza para almacenar artículos pequeños y la recolección se realiza con carretillas no motorizadas.

La construcción de las mismas consiste en bandejas metálicas y paraleles con agujeros los cuales permiten ajustar la altura de los niveles de acuerdo al tipo de producto que se desea almacenar.

Figura 2. Estantería convencional



Fuente: MECALUX, Estantería M7 para picking (p. 3)

2.1.2. Sistema de gavetas modulares

Este sistema es parecido al de tipo convencional, con la única diferencia que el almacenaje se hace dentro de gavetas que permiten conservar los productos en perfecto estado. La organización del almacenamiento con éste tipo de sistema permite ubicarlos ya sea un producto en cada gaveta, o una gaveta con varias ubicaciones individuales en su interior.

Figura 3. Sistema de gavetas modulares



Fuente: MECALUX, Estantería para picking M7. (p. 30)

2.1.3. Sistema de paletizado

Este es el sistema de almacenaje más común, utilizan como sistema de soporte la tarima. Ésta puede tener diferentes dimensiones y serán éstas las que determinarán la estructura de las estanterías a utilizar. Es la solución más simple y más utilizada que ofrece acceso directo a todas las paletas. La altura del nivel de carga está simplemente limitada por las dimensiones del edificio y del equipo de manipulación utilizado.

2.1.3.1. Ventajas

- Permite un acceso directo a cada unidad
- Cada mercancía puede tener su lugar, lo que facilita su control
- Capacidad de adaptarse a todo tipo de cargas, tanto en peso como en volumen
- No exige que la carga sea apilable
- Permite alcanzar grandes alturas y por tanto mejorar el uso del volumen

2.1.3.2. Desventajas

- Si la ubicación de mercancías no es desordenada el sistema estará siempre vacío
- Los recolectores de pedidos recorren grandes distancias para completar pedidos
- La mayor parte de la superficie es dedicada a pasillos por lo que es poco eficiente

- Se recomienda que se utilice para cargas unitarias entarimadas con poca cantidad de tarimas de cada producto y relativamente pocos accesos a los productos.
- La distribución se realiza generalmente mediante estanterías laterales de un acceso y controles de doble acceso. La separación entre ellas y su altura están relacionadas a las características del montacargas u otro medio de elevación.
- Ubicar las estanterías paralelas al eje largo del almacén genera más posiciones, aunque puede dificultar el movimiento. Ubicar las cargas dejando de frente el lado corto aumenta el número de posiciones, aunque dificulta la preparación de pedidos si éste no es carga completa
- Un modo de mejorar el uso del espacio, aunque reduciendo la accesibilidad es plantear doble profundidad en el diseño de cada estantería. Mediante éste se mejora la ocupación del suelo aunque hay que aumentar ligeramente el ancho de los pasillos
- Algunos sistemas se diseñan para que la recolección se haga donde está ubicada la carga, aunque esté a gran altura, sin embargo lo habitual es que se reserve en la parte inferior de la estantería para la recolección por unidad y los niveles superiores para el almacenaje del exceso del producto

Figura 4. Estantería para paletizado



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 36)

2.1.4. Sistema tipo contenedor

Este sistema se basa en la utilización de contenedores o canastas en las que se almacena el producto.

2.1.4.1. Ventajas

- Se puede utilizar para transportar el producto de un lugar a otro dentro de la bodega o incluso para ser despachado al cliente

2.1.4.2. Desventajas

- Ocupa demasiado espacio dentro de la bodega cuando no es utilizado
- Es necesario utilizar un dispositivo de manipulación para poder transportarlos

Figura 5. Contenedores para almacenamiento



Fuente: Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C. Diseños de sistemas productivos y logísticos (p. 19)

2.1.5. Sistema dinámico por gravedad

Al igual que el sistema convencional, busca aumentar el uso del espacio. Sin embargo las estanterías dinámicas por gravedad permiten garantizar el flujo PEPS de los productos.

Las cajas se almacenan sobre rodillos en una estructura metálica de gran densidad. Las cargas se deslizan desde el punto de entrada al de salida.

La carga de estas estanterías es cómoda porque siempre se alimenta el mismo punto. Además la recolección de pedidos se mejora pues en menos espacio disponemos de más referencias.

2.1.5.1. Ventajas

- Mayor aprovechamiento del espacio, pues sólo requiere del espacio de carga y del de descarga
- Garantiza el PEPS estricto
- El tiempo de preparación de pedidos es menor puesto que reduce el espacio recorrido
- Una correcta ubicación del almacén permite que se reduzcan al mínimo los tiempos de descarga de camiones, y en general de reposición
- Separa los pasillos de ubicación de los pasillos de recolección disminuyendo la congestión
- Puede considerar gran cantidad de productos diferentes

2.1.5.2. Desventajas

- Tener elementos móviles es un sistema costoso. Además tiene una mayor “densidad” de material
- Riesgo de aplastamiento de cargas
- Cuenta con un volumen disponible elevado, pero éste no será generalmente necesario para todas las cargas

Se recomienda que se utilice para productos homogéneos, de los que se tendrá una cantidad limitada de cargas, de alta rotación y exigencias del flujo PEPS. Se utilizan también, en almacenamiento de cajas, como sistema para facilitar la recogida de pedidos.

Las cargas se desplazan desde la entrada a la salida gracias a una ligera pendiente, y a la existencia de rodillos. La pendiente de éstas debe estar entre el 4% y el 6%.

- El frenado resulta imprescindible para cargas que pesen más de 110 lbs
- Para un funcionamiento correcto de la instalación es necesario distribuir adecuadamente los carriles, los rodillos y los márgenes necesarios
- Si se va a utilizar como sistema de recolección hay que considerar una altura máxima de acceso a los productos de unos 160 cms

Figura 6. Estantería tipo dinámico por gravedad



Fuente: Comité Costarricense de Logística. Manual de Logística de Palatización (p. 19)

2.1.6. Sistema *Push Back*

Este sistema utiliza el mismo principio de operación que el sistema dinámico por gravedad con la única diferencia que el producto se encuentra sobre tarimas y como consecuencia la estructura debe ser mucho más robusta.

El sistema consiste en un par de rieles con llantas de metal que trabajan con gravedad y un pequeño impulso del montacargas hace que la carga se deslice hasta el fondo del estante.

2.1.6.1. Ventajas

- Buen aprovechamiento del espacio de la bodega
- Alto aprovechamiento de los espacios disponibles de las estanterías
- Uso de montacargas convencionales

2.1.6.2. Desventajas

- Alto costo
- Acceso limitado a posiciones almacenadas
- No permite el manejo del inventario tipo PEPS

Figura 7. Estantería tipo *Push Back*



Fuente: MECALUX, Sistema *Push Back* (p. 3)

2.1.7. Sistema *Drive In*

Se trata de estantería de grandes dimensiones donde las cargas se encuentran ubicadas sobre tarimas y estas a la vez se apoyan sobre los largueros de la estructura.

La estructura está diseñada para que el montacargas opere en el interior del estante lo que ayuda a incrementar la capacidad de almacenamiento porque se reduce el número de pasillos para acceder a los productos.

2.1.7.1. Ventajas

- Mayor aprovechamiento de la superficie en suelo

- Mayor aprovechamiento del volumen

2.1.7.2. Desventajas

- No permite el flujo PEPS
- Requiere equipo especial de manipulación
- Limitación en la clasificación de los productos
- Baja flexibilidad

Recomendado para utilizarse con productos del mismo tipo, con unidades de carga duraderas, sin problemas de flujo, y para cantidades superiores a las 12 tarimas por referencia. Son importantes las protecciones de las vigas contra el choque del elemento de manipulación. En ocasiones el propio elemento de manipulación lleva asociado un riel que le impide salir de la recta central.

Figura 8. Estantería tipo *Drive In*



Fuente: MECALUX, Rack Drive-In. (p. 3)

2.1.8. Sistema *cantiléver*

Este sistema es ideal para el almacenaje de tubos, barras, perfiles, maderas, etc. El sistema cantiléver o estructura en voladizo son especialmente aptas para el almacenamiento de cargas largas. Tanto cargas ligeras como cargas pesadas. Además de que nos ofrece la posibilidad de situar los brazos a un solo lado o a ambos lados. Los brazos pueden ser iguales o desiguales lo que permitirá seleccionar el medio de manipulación adecuado para el movimiento.

Figura 9. Estantería tipo *Cantiléver*



Fuente: Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C. Diseños de sistemas productivos y logísticos (p. 45)

2.2. Sistemas y unidades de manipulación

2.2.1. Carretillas

Manipulados manualmente por el operario y son utilizadas para transportar cargas pequeñas y de bajo volumen, poseen ruedas rígidas y móviles para facilitar su movilización y en ocasiones son usados como almacenes móviles.

Figura 10. Carretillas manuales



Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 23)

2.2.2. Estibadores

Manipulados manualmente por el operario y poseen la capacidad de transportar cargas de hasta 2.5 toneladas, son bastante resistentes y de bajo mantenimiento. La carga es levantada por medio de un sistema hidráulico

incorporado en su estructura y cuenta con ruedas fijas en un extremo y un control de dirección en el otro, existen del tipo manual o eléctrico.

Figura 11. Estibadores manuales

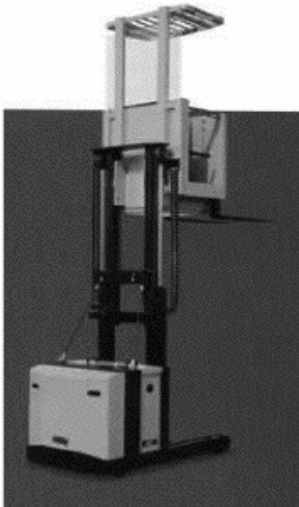
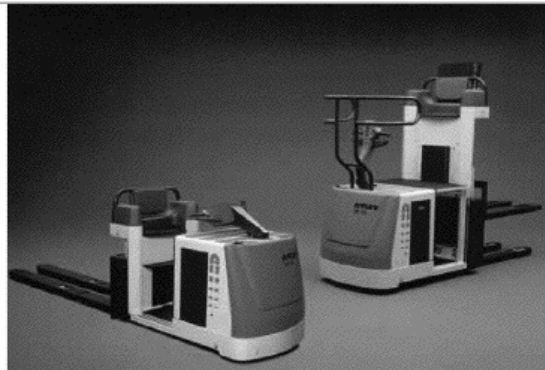


Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 24)

2.2.3. Apilador eléctrico

Es manipulado por un operario a bordo, posee una aceleración controlada con velocidad de hasta 11 km/h, cuenta con alta estabilidad para las cargas y es utilizado para recolectar, almacenar y transportar cargas a nivel del piso o a varios niveles.

Figura 12. Apiladores electricos

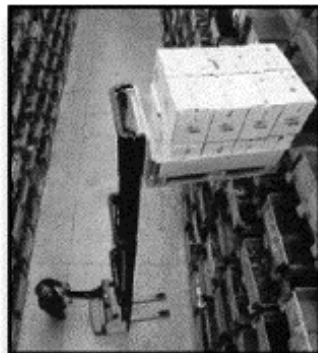


Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (P. 25)

2.2.4. *Walkie* de doble horquilla

Dispositivo eléctrico que es manipulado por un operario a pie, tiene la ventaja de poder acceder a las cargas a varias alturas y poder transportarlas con facilidad.

Figura 13. *Walkie* de doble horquilla



Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 25)

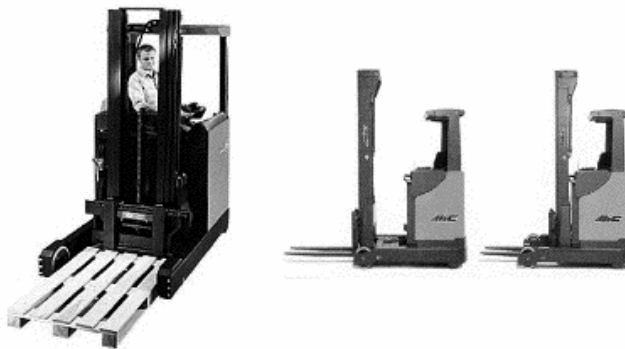
2.2.5. Montacargas

Es manipulado por un operario a bordo, el principio de operación de este dispositivos es el contrabalanceo de la carga y utilizan un sistema hidráulico incorporado en su sistema para levantara las cargas.

Posee la ventaja de manipular cargas a varias alturas y transportarlas sin ninguna complicación, la potencia del dispositivo es generada por motores de combustión interna que operan con gasolina, diesel o gas y también pueden ser potenciados por motores eléctricos.

La popularidad de estos equipos radica en la diversidad de dispositivos fabricados para la elevación y transportación de las cargas, que dependen de la forma y peso de la misma.

Figura 14. Montacargas de horquillas retractiles



Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 26)

Figura. 15. Montacargas contrabalanceado



Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 26)

Figura 16. Montacargas trilateral



Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 27)

2.2.6. Plataformas niveladoras

Son manipuladas por operarios con control directo, como su nombre lo indica su función es nivelar la plataforma a la altura que se desea.

Generalmente se utiliza para cargar y descargar mercadería de los vehículos de distribución ya que alinea la misma a la altura del camión por lo que la manipulación de la carga es más práctica.

Figura 17. Plataforma niveladora



Fuente: Primitivo Reyes. Métodos de almacenaje (p. 28)

3. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO, MANUFACTURA Y MONTAJE DE RACKS

Las estanterías para almacenaje de productos paletizados son de gran aceptación en el mercado, debido a la flexibilidad que poseen para lograr la conservación y manipulación efectiva de los materiales. Esta flexibilidad radica en el diseño de una estructura metálica que ha sido probada y estandarizada por la Federación Europea de Manutención 10.2.02 (Diseño de estanterías de acero para paletizado estático).

En el presente capítulo se describen los parámetros de seguridad a considerar para el diseño, construcción y montaje de este tipo de estanterías con el objetivo de evitar el riesgo de caída de las cargas o de elementos de las cargas por los siguientes motivos:

- Deformación de la estantería por el cálculo erróneo del peso y dimensiones de las cargas proporcionados por el cliente adquiriente
- Insuficiencia mecánica de las estanterías debido a las características de los materiales utilizados para su fabricación
- Dimensión y configuración de los elementos, así como la forma y geometría de las uniones de las estructuras
- Modificaciones de las estanterías por parte del propietario y sin consultar al fabricante

- Inestabilidad por suelo deforme

3.1. Especificaciones de *racks*

3.1.1. Normativas de diseño

Las estanterías para cargas paletizadas están formadas por parales colocados verticalmente y conectados entre sí por separadores que conforman una escalera, éstas a su vez están conectadas por pares de largueros que se encuentran espaciados en altura suficiente para almacenar las unidades de carga.

Los largueros transmiten la carga a las escaleras mediante los elementos de sujeción que los une y éstas a su vez transmiten la carga al suelo por medio de sus parales.

Las capacidades de carga de ambos componentes, escaleras y largueros, dependen de sus dimensiones y de las características del acero empleado en su fabricación. En las escaleras disminuye la capacidad de carga, al aumentar la separación entre los niveles de los largueros y de forma decisiva esto ocurre en los niveles inferiores.

La rigidez y la estabilidad de la estantería en la dirección del fondo, depende de la propia escalera, de su anclaje al suelo y de los separadores entre parales. De igual modo sucede en la dirección del pasillo, la cual depende de la unión escalera-larguero y del anclaje al suelo.

La abertura de los pasillos entre estanterías, viene dada por el tipo de medio de manipulación empleado y por las dimensiones de la unidad de la carga paletizada. Además, existe una clasificación establecida por la Federación Europea de Manutención 10.3.1 la cual establece la siguiente categorización:

3.1.1.1. Estanterías convencionales de pasillo ancho (clase 400)

Estas son adecuadas para manipular las cargas con montacargas de contrapeso, operando éste en un pasillo de 3 a 3.5 metros.

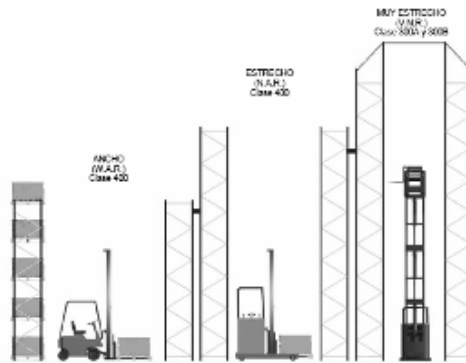
3.1.1.2. Estanterías convencionales de pasillo estrecho (clase 400)

Estas son adecuadas para manipular las cargas con montacargas de contrapeso y mástil retráctil, operando éste en un pasillo de 2.5 a 2.7 metros.

3.1.1.3. Estanterías convencionales de pasillo muy estrecho (clase 300A y 300B)

Éstas son adecuadas para manipular las cargas con montacargas de contrapeso y mástil que opera con horquillas en dirección bilateral o trilateral, operando éste en un pasillo de 1.4 a 1.8 metros.

Figura 18. Clasificación de estanterías por anchura de pasillo



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 4)

3.1.2. Carga máxima admisible

Las vigas de toda estructura son elementos vitales que soportan cargas uniformemente distribuidas horizontalmente y perpendiculares a su longitud, fabricar las vigas con acero de calibre 14, y para su caso es de 110 mm. de altura x 70 mm. de ancho con sus respectivos escalones y dobleces de refuerzo.

3.1.2.1. Límite de fluencia en vigas

La tensión normal que se produce por el momento de flexión ocasionado por la carga, no excede la tensión admisible o límite de fluencia en ningún punto de la sección. Lo que significa que la viga a los 2196 Kgf/cm² como límite de fluencia, con un valor menor que el establecido por el límite de fluencia general; con un criterio más conservador para sus cálculos, asumiendo que el trabajo normal de la viga no se encuentra muy cerca de un extremo peligroso, por lo que lleva este parámetro a situaciones más críticas que las reales: 60% del límite de fluencia y el 40% restante deja al producto como un valor de

seguridad intrínseco. Con estos criterios el cálculo de las vigas quedan sujetas al intervalo elástico.

3.1.2.2. Deflexión máxima en vigas

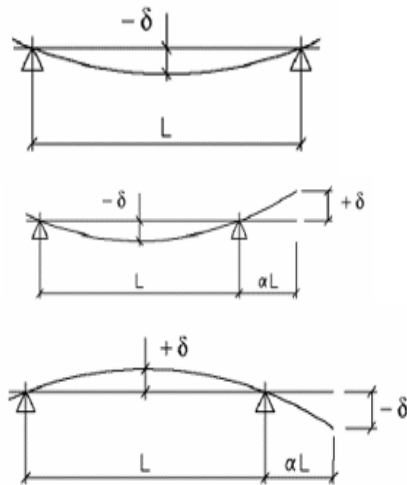
Se asume que la deflexión máxima ocasionada con el centro de éstas no debe exceder de $L/180$, involucrando otro factor de seguridad que queda implícito en los cálculos de resistencia (L = Longitud de la viga).

El factor de seguridad supera ampliamente el valor del límite elástico. El sistema de empotramiento se realiza por medio de remaches de acero y pasadores de seguridad para uso en tarimas y montacargas.

3.1.2.3. Voladizos

Para incrementar los factores de seguridad de las vigas, se consideran éstas en condiciones peores a las de simple apoyo, aunque en realidad la situación es de empotramiento o semi empotramiento, lo que hace que las vigas posean tales dimensiones e inercia que trabajan aún en las peores condiciones de apoyo, incluso sin la ayuda de la resistencia estructural de los extremos empotrados con que normalmente se entregan. Las vigas tienen 3 remaches y/o uñas fabricadas sobre el mismo material de la chapeta, que le dan el mejor comportamiento de apoyo empotrado o semi empotrado.

Figura 19. Deformación de Largueros



Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 12)

Tabla 1. Deformación de Largueros

TIPO DE LARGUERO Deformación por flexión	CLASE 400		CLASE 300 A y B	
	c	d	c	d
Larguero normal	L/200	L/200	L/200 o 300 B max. 10 mm	L/200
Larguero en voladizo	$\alpha L/100$	$\alpha L/100$	$\alpha L/100$ o 300B max. 10 mm	$\alpha L/100$

Deformación por flexión tipo c: cóncava (-) Deformación por flexión tipo d: convexa (+)

L = Luz de la viga (del eje longitudinal al eje longitudinal del travesano; en el último tramo en el caso de vigas en voladizo)

Las cargas de la viga para las APR, no serán superiores a 1/200 de la luz L

Las cargas en voladizo están normalmente basadas en 1/100 de la longitud del voladizo

Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 12)

3.1.3. Altura máxima de trabajo

La altura de trabajo viene definida en primer término por la altura de la nave, es decir la altura del techo del almacén, en segundo término por la capacidad del almacén o de las estanterías a implementar y en tercer término por el tipo de equipo de manipulación.

3.1.4. Sistemas de sujeción o anclaje

El sistema de anclaje se utiliza para sujetar las estanterías al piso, la selección de los mismos se realiza en función de los esfuerzos que tengan que soportar las estanterías y de las características del propio suelo.

El anclaje más utilizado es el de tipo de expansión o fricción, llamado así porque cuando el tornillo es martillado o enroscado, se produce una fuerza de expansión, la cual a su vez produce una resistencia de fricción, que es igual o mayor a la fuerza aplicada.

Los anclajes expansores comprimen el material base por medio de una fuerza de expansión, a tal punto que se crea un área de soporte, que ayuda a resistir la carga aplicada.

Existen cuatro factores que influyen en el desempeño de los anclajes:

3.1.4.1. Resistencia del concreto a la compresión

Los anclajes están sometidos a esfuerzos de corte y tensión. El concreto en el cual es incrustado el anclaje debe ofrecer las fuerzas de rupturas indicadas por la tensión y por el esfuerzo cortante. A medida que una carga de tensión es aplicada, el concreto se debilita sin que haya ninguna falla física del anclaje.

3.1.4.2. Diámetro del anclaje

El diámetro del anclaje determina la resistencia del mismo. A mayor diámetro mayor resistencia y viceversa.

3.1.4.3. Empotramiento del anclaje

Es el factor más crítico en el rendimiento del anclaje ya que depende de la profundidad a la que se encuentra incrustado. También se define por la capacidad de tracción cuando se somete a esfuerzos de tensión y la capacidad de corte que sufre al ser sometido a esfuerzos en un ángulo recto hacia el cuerpo anclado.

3.1.4.4. Distancia entre ejes y al borde

Todos los anclajes se deberán empotrar a una distancia adecuada, ya que si se colocan muy cerca uno del otro, la fuerza de sostenimiento de ambos anclajes disminuye de acuerdo con el traslape de las fuerzas individuales.

Tabla 2. Tolerancias en el plano XZ

TOLERANCIA	DESCRIPCION DE TOLERANCIA	CLASE 400	CLASE 300 A y B
A	Variacion de la dimension interna de dos paraleles verticales	+/- 3 mm	+/- 3 mm
AT	Variacion de la longitud total de la estanteria, medida a nivel del suelo	+/- 3n mm	+/- 3n mm
B(B1...Bn)	Desalineacion entre paraleles verticales opuestos, medida acumulativa despues de n escaleras	Max. (+/- 10 mm)	Max. (+/- 10 mm)
FM	Variacion de la rectitud del pasillo medido desde una linea central al pasillo	+/- 15 mm	+/- 10mm

Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 8)

Tabla 3. Tolerancias en el plano XY

TOLERANCIA	DESCRIPCION DE TOLERANCIA	CLASE 400	CLASE 300 A y B
CX	Es el despolme de cada escalera en direccion de "X"	+/- 10 mm o +/- H/350	+/- 10 mm o +/- H/500
JX	Rectitud de los paraleles en la direccion del eje "X" entre niveles de travesanos separados a una distancia "h"	+/- 3 mm o +/- h/400	+/- 3 mm o +/- h/750
H3	Es la variacion desde la parte superior de cualquier nivel de largueros en H3 arriba o abajo en referencia al plano XZ	+/- 10 mm o +/- H3/400	300A = Clae 400 300 B= +/- 5 mm
H3A	Variacion desde la parte superior del prier nivel de largueros con respecto a la "linea de referencia del suelo"	--	+/- 5 mm
Ky	Es la rectitud de los largueros en la direccion de "Y"	+/- 3 mm o +/- A/400	+/- 3 mm o +/- A/500

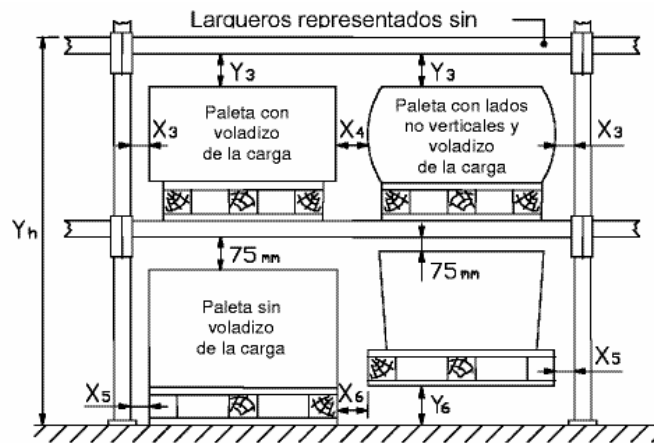
Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 8)

Tabla 4. Tolerancias en el plano YZ

TOLERANCIA	DESCRIPCION DE TOLERANCIA	CLASE 400	CLASE 300 A y B
CZ	Es el despolme de cada escalera en direccion de "Z"	+/- 10 mm o +/- H/350	Clase 300 A= +/- H/500 Clase 300 B= +/- H/750
D	Variacion de la dimension nominal del fondo del rack (escalera simple o doble)	+/- 3 mm	+/- 3 mm
E	Variacion de la dimension nominal del ancho del pasillo a nivel del suelo.	+/- 20 mm	+/- 5 mm
E1	Variacion de la dimension nominal del anchoentre vigas guias.		+/- 5 mm
E2	Carretillas de pasillo muy estrecho con barra de conexion para alimentacion electrica	+/- 15 mm	+/- 10 mm
Ly	Es la variación entre la parte delantera y trasera de apoyo de las paletas en cada nivel de largueros en la altura H3 por encima de la «línea horizontal de referencia».	+/- 10 mm o +/- H3/10000	+/- 5 mm o +/- H3/2000

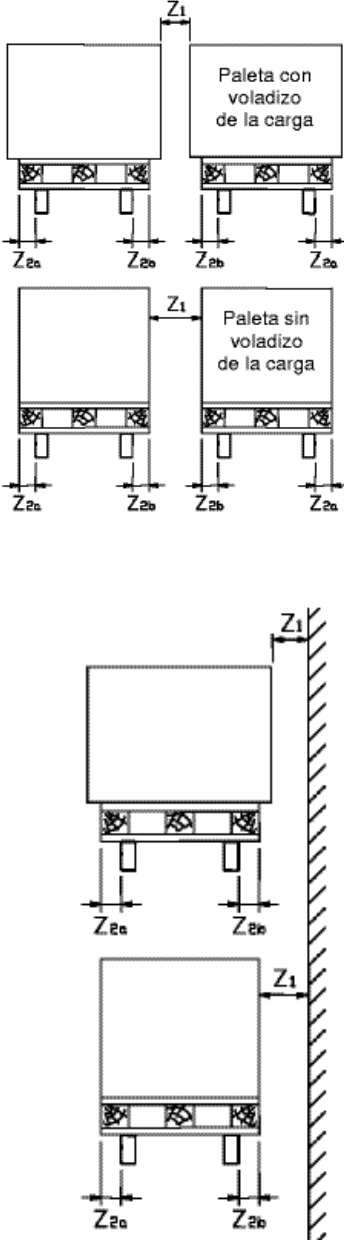
Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 8)

Figura 22. Holguras horizontales y verticales



Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 11)

Figura 23. Holguras horizontales en el fondo



Fuente: Asociación Española de Mantenimiento, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 11)

Tabla 5. Holguras horizontales en el fondo

ALTURA DE PARAL Yh (mm)	CLASE 400		CLASE 300 A		CLASE 300 B	
	X3, X4, X5,X6	Y3	X3, X4, X5,X6	Y3	X3, X4, X5,X6	Y3
3,000	75	75	-	75	-	-
6,000	75/100	100	75	75	100	100
9,000	75/100	125	75	75	100	125
12,000	-	-	75	75	125	150

Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 11)

3.1.6. Elementos de protección y seguridad para racks

Los accidentes pueden tener lugar en forma de choques entre vehículos, choque entre estanterías y vehículos y atropellos a peatones. Las causas principales son:

3.1.6.1. Causas que originan choques entre vehículos y racks

3.1.6.1.1. Iluminación inadecuada

Se origina por la instalación de Iluminación mal localizada que produce deslumbramientos o zonas de sombra y la solución consiste en ubicar lámparas correctamente en cada pasillo.

3.1.6.1.2. Exceso de velocidad de los equipos de elevación

Se deben establecer normas de velocidad dentro del almacén y se debe controlar el cumplimiento de la misma para evitar accidentes.

3.1.6.1.3. Falta de orden en las zonas del almacén

Se deben definir cuáles son las áreas de operación del almacén, las áreas de almacenaje, los pasillos para tránsito de vehículos y peatones, etc.

3.1.6.1.4. Falta de señalización

Posteriormente de haber definido las áreas del almacén se procede con la señalización a fin de identificar los pasillos, cruces, puntos de parada, paso de peatones, etc.

3.1.6.1.5. Personal inexperto

Personal que no posee la formación y experiencia adecuada en el manejo de los equipos de manipulación y el uso de las estanterías.

3.1.6.1.6. Dimensión de los pasillos muy reducida

En ocasiones las dimensiones de los pasillos son muy reducidas con relación al radio de giro de los equipos de manipulación, lo que provoca las colisiones con los equipos y peatones. Se deben diseñar almacenes tomando en cuenta el equipo de manipulación que será utilizado dentro del mismo.

3.1.6.2. Normas para montaje de elementos de protección y seguridad para racks

- En cada intersección con los pasillos de circulación se protegerán las escaleras con defensas que protejan a todos los elementos o como mínimo defensas individuales que eviten el impacto sobre los parales.
- Los elementos verticales de protección deben absorber, como mínimo, una energía de 400 Nm, debida a un impacto en cualquier dirección situado a una altura entre 10 y 40 cm.
- Para evitar el desenganche de los travesaños de su punto de unión con las escaleras ante una acción accidental durante el trabajo, los tarugos deben tener la capacidad y resistencia al desenganche de 5 KN.
- La posición de las defensas de las escaleras debe ser tal que al deformarse por la absorción del impacto, no deben dañar la escalera misma.
- En la parte trasera de las estanterías que colindan con zonas de tránsito o puestos de trabajo, se deben instalar dispositivos que detengan la caída de los productos, dichos dispositivos deben ser seleccionados de acuerdo a las dimensiones de los materiales almacenados.
- La separación mínima entre dos estanterías, ubicada una a la par de la otra es de 15 cm. esto con el fin de evitar que el daño de una de las estanterías pueda afectar a la adyacente.
- Nunca se conectarán entre sí las estanterías a las paredes del edificio, para evitar la transmisión de fuerzas entre ambas. En el caso de que

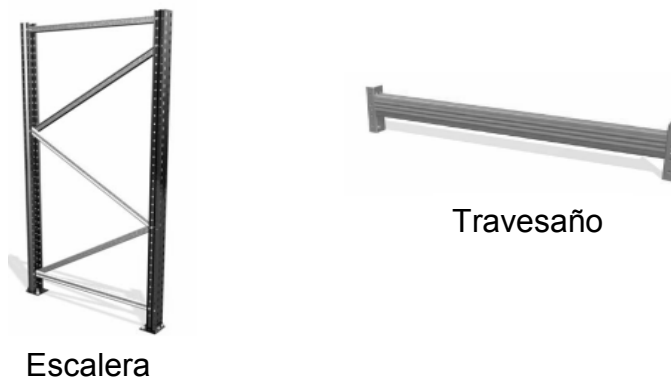
fuera necesaria esta conexión, se evaluarán las fuerzas máximas aplicables al diseñar la estantería.

- Los pasillos para circulación de vehículos debe tener como mínimo una medida de 150 cm. si es inevitable que los peatones circulen por el mismo pasillo, se deberá señalar cual es el paso del vehículo y cuál es el paso del peatón. El paso del peatón debe tener como mínimo 100 cm.

3.2. Proceso de manufactura de *racks*

El proceso de manufactura que se describe a continuación se ha desarrollado con el objetivo de explicar los métodos y procedimientos que se utilizan para fabricar los racks que están conformados por escaleras y travesaños.

Figura 24. Diseños de escaleras y travesaños

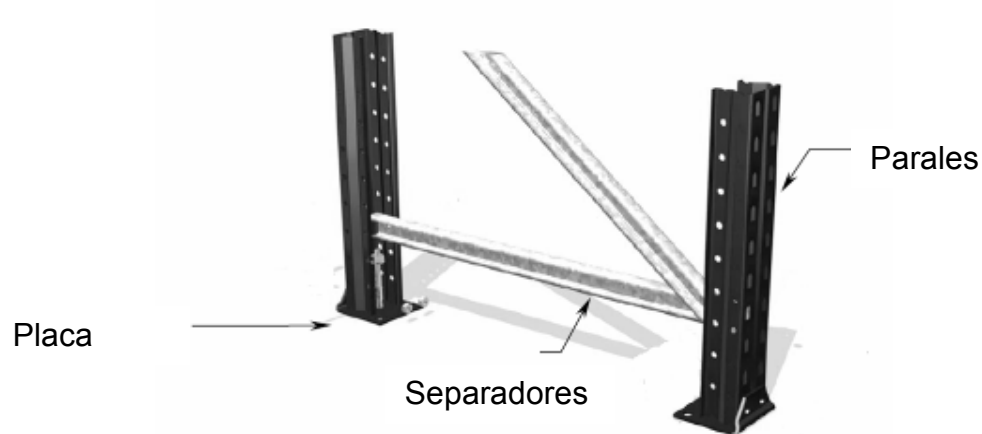


Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 15)

3.2.1. Proceso de corte de láminas

Durante el proceso de corte de láminas se obtienen las placas bases de las estanterías, las planchas de lámina para fabricar los parales de la escalera, los separadores de los parales y las láminas para los travesaños y los cargadores de travesaños.

Figura 25. Componentes de escalera



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 14)

Los elementos para fabricación de las estanterías se obtiene a partir de láminas conformadas en caliente, según la norma UNE EN (10025).

El proceso de laminado en caliente consiste en hacer pasar el metal caliente entre dos cilindros que giran en direcciones opuestas, la distancia de los cilindros es menor al espesor de la lámina, por lo que obliga a la misma a reducir su espesor e incrementar su longitud.

Al proceso de corte de láminas se llama “cizallado” y consiste en colocar la lámina entre los filos de las cizallas y se procede a cortar la misma.

3.2.2. Proceso de barrenado y troquelado

El trabajo de barrenado se realiza para las placas bases y los separadores y el trabajo de troquelado se realiza para los parales y los cargadores de travesaños; este proceso se realiza con el objeto de poder ensamblar las escaleras y posteriormente ensamblar las estanterías.

Figura 26. Sujetadores de travesaños



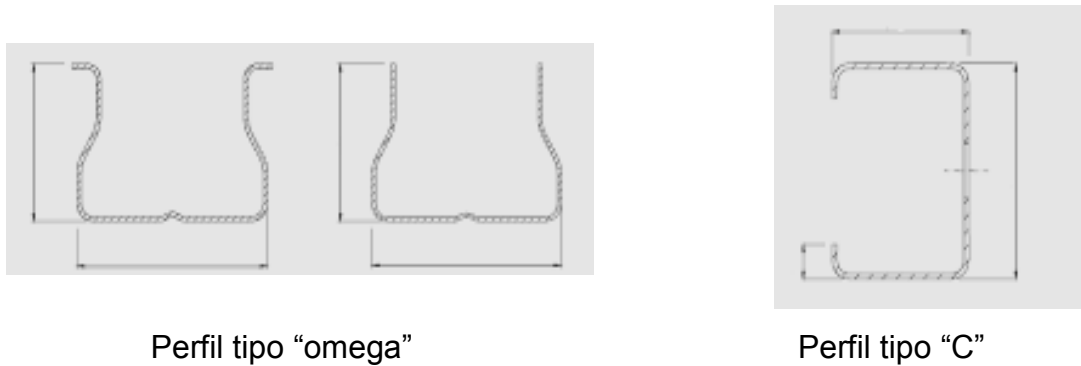
Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 16)

El proceso de troquelado consiste en eliminar las partes que no son útiles y se realiza en prensas mecánicas o hidráulicas; las matrices de troquelado constituyen la parte más importante del proceso, pueden ser matrices de operación única o matrices progresivas.

3.2.3. Proceso de doblado

Durante el proceso de doblado de las laminas, se pretende dar la forma deseada a cada pieza de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Generalmente los parales son de un perfil tipo “omega” y los separadores son de un perfil tipo “C”.

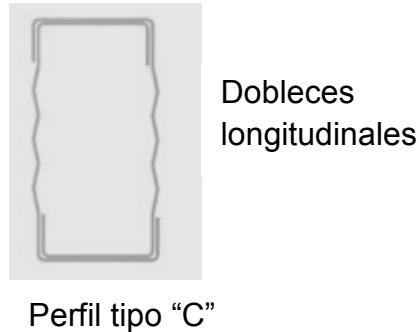
Figura 27. Perfiles comunes de parales de escaleras



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 16)

El perfil de los travesaños varía de acuerdo con el diseño de cada fabricante, ya que los mismos se manufacturan por tipo de producto a almacenar. Sin embargo, el perfil más común es el de tipo “C”, los cuales cuentan con nervaduras longitudinales para conseguir mayor resistencia.

Figura 28. Perfiles comunes de travesaños



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 16)

En este proceso la lámina se encuentra sujeta a cambios, esto se debe a que es deformada alrededor de un eje recto y su lado interno sufre el efecto de compresión mientras que el lado externo se estira. La deformación es plástica por lo que la forma final es permanente al remover los esfuerzos que lo causaron. El doblado produce poco o ningún cambio en el espesor de la lamina.

La operación de doblado se realiza en una prensa plegadora que puede ser mecánica o hidráulica. La lámina es colocada entre una matriz y un punzón el cual baja y dobla la lámina de acuerdo con la geometría de la matriz y el punzón.

3.2.4. Proceso de ensamblado de piezas

Este proceso únicamente consiste en ensamblar las piezas que conforman las escaleras y las piezas que conforman los travesaños.

Para el ensamble de las escaleras se utilizan tornillos de acero de alta resistencia y están dotados de tuercas de seguridad de autobloqueo que evitan el desenroscado de las mismas.

Figura 29. Componentes de ensablado de escaleras



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 14)

3.2.4.1. Resistencia de los tornillos

La resistencia se mide a través de la carga de prueba la cual es la carga máxima que un tornillo puede soportar sin adquirir una deformación permanente. La resistencia de prueba es el valor límite del esfuerzo que se determina usando la carga de prueba y el área de esfuerzo de tensión.

La resistencia de prueba se define por las especificaciones de la *Society of Automotive Engineers (SAE)*, la *American Society for Testing Materials (ASTM)* y la *International Organization for Standardization (ISO)*, y definen los

grados de pernos o clases en la que se especifica el material, el tratamiento calorífico y la resistencia de prueba mínima para el perno o tornillo.

El ensamble de los travesaños se unen a través de soldadura, en este punto se arman los 2 perfiles tipo “C” uno dentro del otro para conformar un perfil tipo tubular. Posteriormente se sueldan los cargadores de travesaños a los extremos.

La soldadura utilizada puede ser por proceso MIG automática, que se aplica con atmósfera controlada por medio de gas CO₂ eliminando totalmente los poros, incluso aquellos que pudieran observarse con microscopio y además por no traer recubrimiento de carbono no requiere de limpieza, ni desengrase especiales y teniendo las siguientes características.

Figura 30. Diseño de travesaño convencional



Fuente: Estanterías Record, Paletizado Convencional (p. 16)

3.2.5. Proceso de pintura

El proceso de pintura empieza con la limpieza general de todas las piezas, para ello se necesita que los mismos se encuentren libres de óxido, sin embargo de ser necesario se utilizará desengrasante aplicado a 60 grados centígrados, el cual desengrasa y fosfatiza simultáneamente. Adicionalmente se aplicará un baño de ácido crómico, también caliente, para sellamiento final y mayor adherencia de la pintura.

La pintura en polvo con normas ISO 9000 y 9001, se aplicará con equipos electrostáticos, secados y procesados en hornos de recirculación de aire caliente (180 grados C.), que garantizará al 100% la homogeneidad y calidad del terminado.

Reducir la curva de *Fahrenheit* a 0 grados, asegurando que la pintura penetre y se adhiera en todos los rincones de las piezas, incluso en los ángulos de 90 o más grados, donde normalmente la chispa electrostática pierde efectividad.

Es necesario que la pintura sea del tipo Epoxi Poliester y tenga una dureza aceptable, efectuándose pruebas a cámara salina que han sobrepasado las 500 horas, y con base de fosfato puedan alcanzar las 1,000 horas, con adherencia según normas ASTM de 100%.

3.3. Especificaciones físicas del almacén

3.3.1. Situación geográfica del almacén

La razón primordial para definir las características geográficas del almacén, radica en determinar las condiciones naturales que podrían en algún momento afectar la calidad de la operación. Algunas de ellas podrían ser:

- Ubicación geografía del almacén
- Condiciones climatológicas de la región
- Condiciones sismológicas
- Humedad del ambiente
- Características del terreno

3.3.2. Características del edificio y superficie donde se ubicarán los *racks*

3.3.2.1. Características del edificio

Existen varios factores a considerar para el montaje de una bodega de almacenaje de productos, estos factores están relacionados con las condiciones físicas del local, y se evalúan con el objetivo de analizar si la infraestructura se adapta a nuestras necesidades de operación, también para

evaluar si es necesario hacer cambios en el local que no sean muy costos y también para evitar problemas futuros que puedan surgir cuando la operación del almacén se encuentra montada.

Las condiciones físicas a evaluar son:

3.3.2.1.1. Techo

Es necesario evaluar el estado del techo para determinar si tiene grietas o agujeros que puedan causar goteras. Muchos almacenes frecuentemente sufren de calor excesivo por el tipo de material empleado para la construcción del local, es necesario evaluar el tipo de techo y la temperatura promedio del local, para poder determinar si en algún momento dichos factores pueda afectar los productos.

3.3.2.1.2. Paredes

Las paredes y el entorno del local deben evaluarse, esto con el objeto de determinar si en algún momento los productos almacenados puedan verse afectados por robos o asaltos.

3.3.2.1.3. Ventilación

La circulación natural y continua de aire a través del local es lo ideal para todo almacén, ya que es una forma económica de conservar un ambiente fresco y cómodo para los empleados y los productos almacenados.

3.3.2.1.4. Iluminación

La iluminación natural del almacén reduce los costos por consumo de energía eléctrica, es por ello que debemos aprovechar al máximo dicha ventaja y de ser necesario dotar de iluminación localizada las estaciones de trabajo.

3.3.2.1.5. Accesos al almacén

La localización de las entradas y salidas del almacén definen la distribución física y el flujo del proceso. Es necesario realizar diferentes propuestas de distribución que se adecúen a las necesidades y evaluar si los accesos son una ventaja o una desventaja para la operación.

3.3.2.2. Características del suelo

La superficie donde se ubicarán los racks debe ser capaz de soportar la carga vertical que transmiten las estanterías al suelo y también soportar la carga del equipo de manipulación.

Todas las exigencias sobre el suelo de los almacenes, aparecen recogidas en la publicación de la Federación Europea de mantenimiento de almacenes FEM 9.831.

Se debe idear y adecuar una cimentación de acuerdo a la utilidad, seguridad y estética realizando los estudios respectivos del suelo y las necesidades del almacén. Algunas de las características necesarias a evaluar al momento de montar las estanterías son:

- Descripción del concreto
- Existencia o no de refuerzos de hierro
- Distancia entre los refuerzos de hierro
- Posición de las juntas de expansión
- Posición de tuberías y ductos

El cimiento que normalmente es utilizado es un bloque de concreto sólido con un espesor mínimo de 120 mm y éste debe estar nivelado y asegurado para resistir el movimiento de los equipos. Los principales factores que afectan el cimiento son:

- Soporte del peso total de las estanterías y equipos
- Mantener la alineación de las estanterías
- Aislamiento de las instalaciones próximas de las vibraciones producidas por los equipos

La falla producida por una elevada presión en la superficie del suelo es la quebradura del mismo y a su vez puede originar deformaciones en la estructura de la estantería y posteriormente un derrumbamiento. Para evitar

este fenómeno se deberá fijar bajo los pies de los paralelos, elementos de reparto de la carga que a su vez se pueden utilizar como placas de nivelación.

3.3.3. Características de los equipo para manipulación

La decisión sobre la tecnología más apta para la manipulación de cargas, constituye un aspecto de gran importancia desde el punto de vista logístico. El producto al ser transportado desde el lugar de fabricación hasta el cliente final necesita ser manipulado muchas veces y la correcta selección del equipo evitará problemas de daño en la mercadería o en el empaque. Otro factor a tomar en cuenta durante la operación de carga y descarga, es que se debe realizar en un tiempo considerado, lo cual evitará el incremento del tiempo de despacho de los productos, así como el incremento en el costo logístico de la operación.

Existen dos aspectos fundamentales a tomar en cuenta al momento de decidir el tipo de equipo de manipulación necesario:

3.3.3.1. Selección del tipo de fuerza de operación

Esta selección se refiere al tipo de fuerza que emplearemos para provocar el movimiento del elemento de manipulación. Los niveles de fuerza se clasifican en:

- Manual
- Mecánico
- Mecánico-manual

- Energizado con control directo del operario
- Energizado con control a distancia del operario
- Energizado con control programado
- Sistemas automatizados

La selección dependerá de las características de la carga y del proceso que se realice durante los traslados dentro del almacén.

3.3.3.2. Selección del equipo específico

Para poder seleccionar el equipo específico que necesitamos debemos conocer las características detalladas del producto a manipular, las características constructivas del almacén, los métodos y medios de almacenamiento previamente seleccionados.

Otro factor indispensable son las características de diseño del equipo así como sus alternativas en modelo, marca y año de fabricación.

3.3.4. Dimensiones de peso y carga del producto

Las dimensiones de peso y carga del producto pueden variar dependiendo de la mercadería que cada almacén administra, en ocasiones es posible establecer una medida estándar para el peso y carga (carga unitaria) de los productos con el objeto de optimizar la logística de fabricación, almacenaje y distribución.

Existen dos características que definen la selección y el cálculo de la carga unitaria idónea: las características propias de los productos y las características de manipulación de éstos.

Dentro de las características de los productos que deben tenerse en cuenta para la selección de la carga unitaria se encuentran:

3.3.4.1. Peso

El peso del producto es importante para determinar la cantidad adecuada de productos a colocar en cada unidad, evitando que se exceda dicha capacidad.

3.3.4.2. Forma

Es una característica definitiva, ya que de acuerdo con ella se determina la estabilidad de la carga. La forma del producto determina si es necesario que el medio unitario tenga columnas o no para conservar la estabilidad. También define la manera óptima de disponer las cargas para lograr un mejor aprovechamiento del mismo.

3.3.4.3. Tamaño

El tamaño del producto es otro de los elementos para la selección del medio unitario.

3.3.4.4. Resistencia a la compresión

Esta resistencia a la compresión no es solamente la del producto como tal, sino también la de su envase o embalaje, ya que varía de acuerdo con las características de los mismos. Su importancia radica en que define, si es posible, que la unidad de carga se apoye directamente sobre el producto colocado en el extremo superior de otra unidad de carga para conformar una tarima directa, o si es necesario que el medio unitario tenga columnas que asimilen el peso de otra unidad de carga sobre él, sin provocar daños a los productos o a sus envases o embalajes.

Los beneficios que se logran obtener a través de la implementación de una carga unitaria son:

- Menores costos de mano de obra
- Menor probabilidad de errores por faltantes o sobrantes
- Carga estable
- Facilidad de recepción y control de entregas
- Aceleración del proceso de descarga
- Adaptación del sistema de almacenamiento
- Elección idónea del sistema de transporte
- Mejor aprovechamiento del espacio cúbico
- Liberación de los puntos de despacho
- Despeje de las bahías de carga
- Rapidez de los flujos de mercadería

- Reducción de los daños en mercancías
- Simplificación de las operaciones en control de inventarios
- Venta por unidad estándar

3.3.5. Cambios futuros en instalaciones, tipo de mercadería o sistemas de manipulación

En la actualidad todas las compañías se ven afectadas por factores externos e internos que inevitablemente las obliga a modificar sus operaciones, dichas modificaciones se realizan con el objetivo de aprovechar al máximo sus recursos y lograr con ello la obtención de mayores ganancias, a través de la reducción de sus costos.

A continuación se describen los factores que originan dichos cambios en las operaciones de un almacén:

3.3.5.1. Incremento o reducción en el volumen de mercadería procesada

Estos factores están relacionados directamente con el comportamiento de las ventas de la compañía.

3.3.5.2. Cambio en el tipo de embalaje de los productos

Surgen por la necesidad de crear nuevas estrategias publicitarias, ahorro en material de empaque, optimización de mano de obra y equipos en los procesos de recepción, almacenamiento, despacho y distribución.

3.3.5.3. Procesamiento de nuevos productos o retiro de productos obsoletos

Surge cuando la compañía lanza nuevos productos al mercado o cuando los retira del mismo.

3.3.5.4. Implementación o cambio de equipos de manipulación

Cuando se ha detectado la necesidad de implementar un nuevo equipo o cambiar el equipo actual que se utiliza para trasladar la mercadería de un lugar a otro dentro del almacén.

3.3.5.5. Eliminación de condiciones riesgosas

Surge por la necesidad de hacer cambios físicos dentro del almacén cuando se han detectado condiciones riesgosas para los operarios y para los productos.

3.3.5.6. Mejoras en los proceso del almacén

Cuando se ha evaluado que los procesos se pueden realizar de una mejor manera y es necesario modificar ciertas aéreas de la bodega. Existen otros problemas que pueden surgir derivados de las exigencias de la empresa y son causas justificadas que obligan a modificar los almacenes.

Para los almacenes que guardan productos terminados y de materiales son igualmente válidas estas consideraciones.

- Espacio de maniobra restringido o inadecuado
- Medios de manejo de materiales deficiente
- Demoras en la inspección y documentación de entrada
- Saturado excesivo de las bodegas. Puede causar daño a los materiales y aumentar la eventualidad de reclamos y devoluciones por parte de los clientes. Puede hacerse difícil la rotación de los materiales, favoreciendo la acumulación de mercancías obsoletas y de difícil venta
- Inoportuna atención de los pedidos. Esto creará dificultades a la organización de las ventas
- El espacio y el personal es insuficiente
- El personal es incapaz por falta de entrenamiento

- Frecuentemente se recorren trayectos y pasillos trazados sin obedecer ningún tipo de sistema de almacenaje y muchas veces se van atendiendo los pedidos recogiendo a memoria o criterio del operario
- El almacén está mal localizado o existe una mala distribución
- En el almacén se espera demasiado tiempo. Los tiempos de espera prueban una mala organización
- Deficiente colocación de la mercadería que dificulta la localización rápida para almacenar y/o despachar la demanda
- Equipo de almacenamiento inadecuado, obsoleto o en mal estado.
Equipo de manejo de materiales insuficiente o inadecuado

3.3.5.7. Consideraciones generales para evitar cambios frecuentes en la distribución de un almacén

3.3.5.7.1. Área de recepción

- Una correcta planeación del área de recepción crea un flujo rápido del material que entra, éste debe estar libre de toda congestión o demora.
- El espacio necesario para el área de recepción depende del volumen máximo de mercancía que se descarga y del tiempo de su permanencia en ella.
- La permanencia de las mercancías en el área de recepción debe ser lo más corta posible, pues el espacio y el costo de operación depende de la fluidez con que éstas se descarguen y revisen.

- Todo estancamiento innecesario eleva el costo del producto.

3.3.5.7.2. Área de Almacenamiento

- Utilizar método PEPS (primero que entra, primero que sale) para evitar que los artículos permanezcan mucho tiempo en almacén sin ser entregados
- Almacenar los artículos de mayor demanda más cerca de las puertas de recepción y entrega para reducir recorrido y tiempo de trabajo
- Disminuir lo más posible las distancias que recorren los artículos así como el personal. Esta es una manera de reducir los costos de la mano de obra
- Reducir movimientos y maniobras. Cada vez que se mueve una mercancía hay una ocasión más para estropearla.
- Prohibir la entrada de personal ajeno a la bodega. Sólo se permitirá ingreso al personal autorizado
- Controlar las salidas de mercancía del área de almacenamiento utilizando la documentación adecuada
- Llevar registros actualizados de las existencias
- Eliminar en la medida posible el papeleo
- Reducir el desperdicio de espacio, diseñando la estantería con divisiones a la medida de lo que se almacena

- El área ocupada por los pasillos respecto a la totalidad del área de almacenamiento, debe representar un porcentaje tan bajo como lo permitan las condiciones de operación
- El pasillo principal debe estar ubicado a lo largo del almacén. Los transversales deben estar perpendiculares al principal
- El punto de recepción debe estar ubicado en el extremo del pasillo principal y el punto de distribución en el opuesto

Si el espacio es muy limitado o crítico por el crecimiento de sus operaciones, puede pensarse en lo siguiente:

- Mejor ubicación de los medios de almacenamiento
- Implementar un nuevo diseño de estantería, de tipo flexible, que aproveche mejor el espacio existente
- Desarrollar un sistema de distribución y colocación de la mercancía que permita ahorrar espacio por el sistema de almacenamiento diversificado
- Implementar un sistema de almacenamiento en el que se pueda maximizar el aprovechamiento del espacio cúbico con el diseño de estantería de varios niveles sobrepuestos
- Reducción de pasillos con la utilización de sistemas de estanterías móviles o en bloques

- Eliminación del almacenamiento de objetos obsoletos o ajenos al almacén
- Reducción de existencias por medio de los sistemas y fórmulas en el estudio de control de inventarios

3.3.5.7.3. Área de Entrega

- Trasladar la mercadería al área de entrega con el medio mecánico más adecuado
- Acompañar dicha mercadería con un documento de salida, una nota de remisión o una factura
- Revisar el producto en calidad y cantidad, mediante la comparación de la mercancía con el documento de salida

4. MANTENIMIENTO APLICADO A ALMACENES

La labor del mantenimiento, está relacionada directamente con la prevención de accidentes y las lesiones en los trabajadores ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, el equipo de trabajo , la maquinaria y herramienta, esto permite un mejor desenvolvimiento y seguridad dentro de la operación, evitando en parte riesgos en el área laboral.

El mantenimiento representa una inversión que a mediano y largo plazo genera ganancias para el empresario; ya que esta inversión se le revierte en mejoras en sus productos y también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentes bajos.

La organización e información del mantenimiento debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Maximizar la vida útil de la maquinaria
- Optimizar de la disponibilidad de los equipos
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad para las personas
- Evitar, reducir y reparar, las fallas sobre los equipos
- Disminuir los costos de mantenimiento

El mantenimiento preventivo y/o correctivo consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

A continuación se describen los parámetros a considerar para implementar un programa de mantenimiento aplicado a los almacenes de depósito con el objetivo de promover un ambiente seguro para los trabajadores y prolongar la vida útil de los equipos.

4.1. Programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo

La inspección de los equipos de almacenamiento debe realizarse de una forma constante y sistemática por parte personal competente y calificado.

4.1.1. Inspección diaria

La inspección diaria puede realizarse por los operadores de equipos y por personal de la bodega. Los daños y problemas de seguridad detectados deben reportarse inmediatamente al encargado del área.

4.1.2. Inspección semanal y mensual

Esta inspección debe ser realizada por el supervisor de seguridad y debe enviar un reporte escrito al encargado del área indicando la severidad de los daños encontrados.

4.1.3. Inspección anual

Esta inspección debe ser realizada por el supervisor de seguridad o por un especialista externo o sugerido por el fabricante de los equipos. Posteriormente se debe enviar un reporte escrito al encargado del área indicando la severidad de los daños encontrados y las propuestas de acción para solucionarlas.

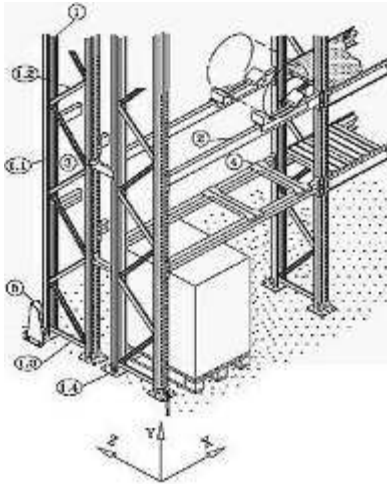
4.1.4. Inspección de estanterías

La inspección de las estanterías debe realizarse por medio de un procedimiento estandarizado que permita determinar los daños en las mismas, así como un plan efectivo para el reemplazo de las piezas dañadas.

El análisis descrito a continuación se realizó para un sistema de almacenamiento de cargas sobre tarimas y consiste en situar los distintos tipos y formas de tarimas en niveles de carga regulables en altura, sirviéndose para ello de equipos de manipulación manual o mecánica.

Los elementos más característicos de las estanterías metálicas para el almacenamiento de tarimas se muestran a continuación, junto con su nomenclatura.

Figura 31. Partes de una estantería para paletizado



1. Larguero
 - 1.1. Paral
 - 1.2. Diagonal
 - 1.3. Horizontal
 - 1.4. Placa Base
2. Separador
3. Travesaño
4. Protección contra colisiones

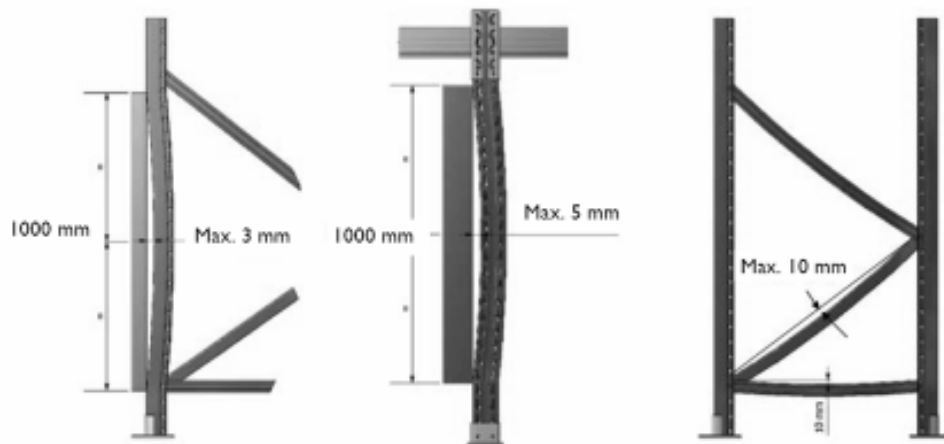
Fuente: Asociación Española de Mantenimiento, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 2)

4.1.4.1. Verticalidad de parales y escaleras

- Parales doblados, en la dirección del plano de la escalera, con torcedura en un metro, igual o mayor de 3 mm
- Deformaciones en los elementos de la escalera (horizontal y diagonal), en cualquier dirección, igual o mayor de 10 mm
- En todos los casos la regla de referencia, debe tener sus extremos dentro de la concavidad y a igual distancia de la torcedura máxima o central
- Si se observan pliegues, desgarros o dobleces, la escalera se considera inutilizable

- Al alcanzarse los límites de deformaciones indicadas anteriormente, la estantería debe ser descargada de inmediato
- Igualmente, si no se llega a los límites indicados, se debe tener presente que la capacidad de carga de la estantería ha quedado muy limitada. En caso de duda se debe descargar la estantería.

Figura 32. Verticalidad de parales



Fuente: *Stow International NV, Guidelines for design and safe application* (p. 15)

4.1.4.2. Deformación de largueros

- Deformación residual vertical mayor que el 20% de la deformación o flecha nominal ($L/200$) bajo carga
- Deformación residual lateral mayor que el 40% de la deformación o flecha nominal vertical bajo carga ($L/200$)

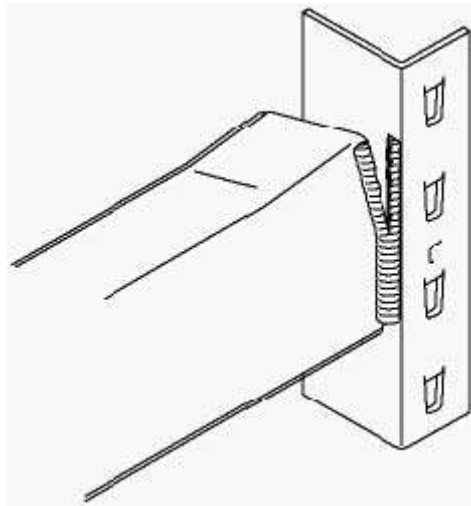
- Los largueros afectados deben ser desmontados y reemplazados
- Los daños localizados en forma de abolladuras, hendidos, etc., deben ser evaluados en cada caso

4.1.4.3. Revisión de juntas y uniones

Las juntas y uniones deben remplazarse cuando:

- Las soldaduras en los conectores presentan agrietamientos o desgarros
- Una o más cargadores de travesaños o conectores cuando están arrancados, abiertos o visiblemente agrietados.

Figura 33. Desgarres en soldaduras de travesaños



Fuente: Asociación Española de Manutención, NTP 618 Almacenamiento en estanterías metálicas (p. 10)

4.1.5. Estado de tarimas y contenedores

4.1.5.1. Tarimas de madera

Deben establecerse procedimientos dentro del sistema que permitan identificar las tarimas gastadas que necesitan repararse o desecharse. Para realizar ésto de manera efectiva, debe marcarse la fecha de compra en la tarima y las tarimas más viejas deben inspeccionarse periódicamente para detectar su desgaste.

Los lineamientos para las operaciones de reparación son:

- Nunca reparar tarimas por segunda vez
- Nunca reparar más de tres tablas de la tarima. Si el reemplazo promedio es mayor de 1 ½ tablas por tarima, la reparación no es económica
- La productividad debe promediar 100 tarimas reparadas por trabajador en un turno de 8 horas, para aquellos que están en la línea de reparación, excluyendo al personal del apoyo y supervisión
- El costo de reparación no debe exceder la mitad del precio de una tarima similar nueva

Figura 34. Tipos de tarimas de madera



Fuente: *Stow International NV, Guidelines for design and safe application* (p. 6)

4.1.5.2. Contenedores

Estos contenedores se fabrican con alambres soldados con el fin de contener materiales. Se les agregan secciones estructurales adicionales para darles una mayor resistencia.

A pesar de la resistencia que poseen estos contenedores es indispensable evaluar el estado de las soldaduras, abollones y torceduras de la estructura así como el estado de los alambres o malla de contención.

4.1.6. Inspección del suelo

La inspección del suelo incluye:

- Buscar agrietamientos del suelo
- Evaluar desniveles del piso
- Analizar texturas del suelo

- Buscar rotura de anclajes

4.1.7. Inspección de infraestructura

La inspección de la infraestructura se realiza con el objetivo de determinar el estado general del almacén. A continuación se listan algunos de los puntos más importantes a evaluar:

- Estado del techo, caídas de agua y paredes
- Estado del cableado eléctrico, aislamientos y montaje correcto de ductos
- Estado de la iluminación, lámparas dañadas y su correcta sujeción al techo
- Estado de ventilación
- Estado de barandas y escaleras
- Estado de sistemas de agua potable y drenajes
- Estado de puertas y ventanas del almacén

4.1.8. Inspección de equipos de manipulación

A continuación se describen los parámetros a considerar para inspeccionar y dar mantenimiento a los equipos de manipulación:

- Referirse al manual de uso y mantenimiento general del fabricante del equipo
- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano
- Crear un registro o historial de averías e incidencias
- Establecer un plan-programa de Lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos
- Establecer un plan-programa para monitorear los sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc., los fabricantes suelen facilitar un número de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal, 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.
- Siempre que sea posible, agrupar en el plan o programa de mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran la parada del Equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos.

- Si no disponen de un programa para planificar el mantenimiento de los equipos pueden crearse aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos) y Excel (hoja de cálculo), que permite tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etc.

5. PRINCIPIOS Y NORMATIVAS DE SEGURIDAD

El trabajador es la parte más vulnerable a sufrir daños durante un accidente, es por ello que en una bodega para almacenaje de materiales o producto terminado, debe contar con principios y normativas de seguridad acordes con el tipo de trabajo que se desarrolla dentro de la misma, el objetivo primordial de dichos reglamentos consiste en evitar daños y lesiones; principalmente al personal que labora dentro de la misma y posteriormente a la maquinaria, equipo y materiales.

En el presente capítulo se desarrollaran los fundamentos necesarios para establecer un plan de seguridad aplicado a almacenes, con el objetivo de saber detectar y erradicar los riesgos existentes en las áreas de trabajo.

5.1. Normas de seguridad e higiene

Es indispensable establecer normas de conducta para el personal del almacén, dichas conductas están directamente relacionadas con el tipo de trabajo que desarrollan y cada trabajador es responsable de cumplirlas. Además el correcto seguimiento de las mismas ayudará a conservar el ambiente de trabajo libre de peligros.

A continuación se desarrollan las normas generales de conducta, orden e higiene necesarias para conservar el lugar de trabajo en óptimas condiciones.

5.1.1. Normas de Conducta

Dentro de las normas de conducta se incluyen todas aquellas acciones que los trabajadores pueden realizar y también todas aquellas que no deben realizar. Estas acciones se pueden formular para todo el personal de la bodega y adicionar otras normas de acuerdo al puesto y lugar de trabajo. A continuación se listan algunos ejemplos sobre normas de conducta:

- Conozca los elementos principales y el funcionamiento del equipo que está utilizando
- Recuerde revisar siempre el equipo de manipulación antes de usarlo. Examínelo por deterioro del material
- Revise todos los elementos de amarre tales como los cables, cadenas, fajas, etc., deberán estar libres de nudos, torceduras, partes aplastadas o variaciones importantes de su diámetro
- Nunca sobrecargue el equipo, respetando la carga máxima del mismo
- Los elementos de amarre no se deben arrastrar por el suelo, sobre superficies ásperas, o por donde puede entrar en contacto con arena, barro, óxido, productos corrosivos o cualquier otra sustancia que pudiera afectarles
- Reporte cualquier daño inmediatamente
- Nunca olvide la estructura del equipo que está utilizando. Tenga especial cuidado con las tuberías colgantes bajas, ductos, luces, vigas, alambre o maquinaria que hay a su alrededor
- Se debe tratar siempre de equiparar la carga a transportar. Tener especial cuidado si las cargas o piezas que son de forma muy irregular, el peso se debe distribuir por igual para evitar vuelcos o caídas de material

- Nunca maneje con exceso de velocidad, ni maniobre los equipos bruscamente
- No se debe, bajo ningún concepto, transportar cargas por encima de las personas
- No dejar los aparatos para elevar con cargas suspendidas
- La elevación y descenso de las cargas se debe hacer lentamente, evitando todo arranque o detención brusca. Efectuarlo, siempre que sea posible, en sentido vertical para evitar el balanceo
- Siempre que se utilice algún medio mecánico para el transporte de materiales (ganchos de elevación, auto elevador) deben tenerse en cuenta las normas particulares de uso de los mismos.
- No se debe viajar sobre cargas, ganchos o lazos, horquillas del montacargas etc.
- Los materiales deben ser apilados en áreas asignadas solamente, en una base a nivel y estable
- En los traslados sin carga, elevar el gancho a una altura tal que no exista riesgo contra las personas y objetos, llevar las horquillas del montacargas bajas
- Utilice los equipos de protección personal necesarios para realizar sus tareas
- No apile los materiales a gran altura, debe haber una separación de un metro, como mínimo entre el material apilado y el techo
- Nunca obstruya el acceso a los servicios esenciales como de electricidad, gas, agua o equipo de incendio
- Nunca obstruya el acceso a las salidas de incendio o emergencia
- Después de terminada una maniobra, no se dejar abandonados los elementos de amarre, como lazos, cables, cadenas, ganchos, etc
- Regrese el equipo a su debido lugar después de usarlo

5.1.2. Normas de Orden e Higiene

Son todas aquellas normas necesarias para conservar el área de trabajo limpia y sin elementos innecesarios que obstruyan nuestro trabajo. Un ambiente ordenado ayuda a detectar fácilmente los riesgos que nos rodean y crea en nuestra persona una sensación de bienestar. A continuación se listan algunos ejemplos de normas de orden e higiene:

- Mantenga los pasillos despejados todo el tiempo. Nunca deje obstáculos en los pasillos, ni siquiera por un momento
- Para el apilamiento de objetos pequeños, disponga de recipientes que, además de facilitar el apilamiento, simplifiquen el manejo de los objetos
- Tenga cuidado de colocar los desperdicios en los recipientes apropiados. Nunca deje desperdicios en el piso o en los pasillos
- Use los recipientes para desperdicios distribuidos en la planta para lograr mantener las condiciones de orden y limpieza
- No deje que los líquidos se derramen o goteen, límpielos tan pronto pueda
- Utilice recipientes o bandejas con aserrín colocados en los lugares donde las máquinas o las transmisiones chorreen aceite o grasa para evitar derrames y posibles lesiones provocadas por resbalones o caídas
- Asegúrese que no existan cables o alambres tirados en los pisos de los pasillos
- Preste atención a las áreas marcadas en las cuales se señalan los equipos contra incendios, salidas de emergencia o de acceso a los paneles de control eléctricos, camillas de seguridad, botiquines, etc. y no los obstaculice

- Mantenga limpia toda máquina o puesto de trabajo que utilice
- Obedezca las señales y afiches de seguridad que usted vea, cúmplalas y hágalas cumplir
- Mantenga ordenadas las herramientas en los lugares destinados para ellas
- Utilizar para ello soportes, estantes o perchas

5.2. Iluminación de pasillos y estaciones de trabajo

Aproximadamente, el 80% de la información que percibimos por los sentidos llega a través de nuestra vista, por ello se convierte en uno de los sentidos más importantes. Es obvio que sin luz no se puede ver, pero también es cierto que gracias a la capacidad de la vista de adaptarse a condiciones de luz deficientes, a veces no se cuidan lo suficiente las condiciones de iluminación.

Un buen sistema de iluminación debe asegurar, además de suficientes niveles de iluminación, el contraste adecuado entre los distintos aspectos visuales de la tarea, el control de los deslumbramientos, la reducción del riesgo de accidente y un cierto grado de comodidad visual en el que juega un papel muy importante la utilización de los colores.

En la percepción visual de los objetos influyen los siguientes factores: la iluminación, el contraste, las sombras, el deslumbramiento y el ambiente cromático.

5.2.1. Iluminación

Toda actividad requiere una determinada iluminación que debe existir como nivel medio en la zona en que se desarrolla la misma. Este valor depende de los siguientes factores: el tamaño de los detalles, la distancia entre el ojo y el objeto, el factor de reflexión del objeto, el contraste entre el objeto (detalle) y el fondo sobre el que destaca, la rapidez del movimiento del objeto o la edad del observador. Cuanto mayor sea la dificultad para la percepción visual, mayor debe ser el nivel medio de iluminación.

5.2.2. Contraste

Las diferencias de color o de luminancia entre el objeto y el fondo ayudan a visualizar los detalles de la operación. Los trabajos que requieren gran agudeza visual precisan de un mayor grado de contraste.

5.2.3. Sombras

Las sombras, resultado de las diferencias de iluminación de los objetos, contribuyen a la mejor percepción del relieve de los mismos, aunque grandes diferencias de iluminación pueden crear zonas en sombras en las que se dificulta la capacidad visual.

5.2.4. Deslumbramiento

Los principales factores que intervienen en el deslumbramiento son: la luminancia de la fuente de luz, la situación de la fuente de luz, el contraste entre la fuente de luz y sus alrededores y el tiempo de exposición.

El deslumbramiento será mayor, cuanto mayor sea la luminancia de la fuente, el contraste y el tiempo de exposición, cuanto más próxima esté la fuente, y cuando ésta esté dentro del ángulo visual.

5.2.5. Ambiente cromático

El color de la luz y los colores sólidos existentes facilitan el reconocimiento de cuanto nos rodea. El uso de los colores puede tener diversos fines: la informativa en la señalización; la clarificadora en la demarcación de diferentes zonas, por ejemplo las vías de circulación o las zonas de almacenamiento; la creadora de ambientes cromáticos confortables, mediante la combinación de colores y sus propiedades psicofísica. También, se utiliza como ayuda y complemento de la iluminación, por ejemplo, mejorando el contraste al resaltar los elementos móviles de las máquinas.

5.2.6. Criterios preventivos de iluminación

- Adecuar el número, la distribución y la potencia de las fuentes luminosas a las exigencias visuales de la tarea. Tener en cuenta la edad del observador. Establecer programas de mantenimiento preventivo que contemplen: el cambio de lámparas fundidas o agotadas, la limpieza de las lámparas, las luminancias y las paredes y techo
- Utilizar, preferentemente, sistemas de iluminación indirecta. En estos sistemas la luz es dirigida hacia el techo y la parte superior de las paredes, con lo que se consigue un mejor reparto de la luz

5.2.7. Criterios preventivos de deslumbramiento

- Cubrir las lámparas con difusores que permitan regular la luz e impidan la visión directa del foco luminoso
- Utilizar materiales con acabados superficiales y pinturas mates
- Evitar que los puestos de trabajo en general estén situados frente o contra superficies con luminancias elevadas
- Reducir la existencia de reflejos apantallando el espacio de trabajo colocando persianas opacas y regulables en las ventanas

5.2.8. Criterios preventivos de contraste y color

- Mejorar el contraste disminuyendo los deslumbramientos por reflexión. Esto se puede conseguir si la luz llega lateralmente a la zona de trabajo
- El gusto por los colores cambia con la personalidad, la edad, el sexo, el clima y el grupo étnico; no obstante, existen algunos criterios generales que pueden ayudar a la hora de seleccionar los colores: algunos colores modifican la apreciación de las dimensiones de un local, por ejemplo, un local parece más bajo si el techo y el suelo son oscuros
- Algunos colores ayudan a crear determinados ambientes, por ejemplo, los colores fríos y claros en los techos son luminosos, los colores cálidos y claros en las paredes se perciben como acogedores

- La intensidad de un color deberá ser inversamente proporcional a la parte que ocupa en el campo normal de visión, tanto en espacio como en tiempo

5.3. Ventilación

La renovación del aire en cualquier local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo. Debe entenderse siempre que la ventilación es sinónimo de renovación o reposición de aire sucio o contaminado por aire limpio.

La ventilación de un local puede ser natural o forzada. Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire, comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, etc.), que comunican con el ambiente exterior. La ventilación forzada utiliza ventiladores para conseguir la renovación.

En el caso de la ventilación natural, las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior y los efectos del viento son el origen de las fuerzas que ocasionan el movimiento del aire necesario para lograr la ventilación. En función de estas fuerzas, y de la superficie, orientación y situación de las puertas y ventanas es posible lograr tasas de ventilación muy importantes.

En general la ventilación natural es suficiente cuando en el local no hay más focos de contaminación que las personas que lo ocupan. El principal inconveniente de la ventilación natural es la dificultad de regulación, ya que la tasa de renovación en cada momento depende de las condiciones

climatológicas y de la superficie de las aberturas de comunicación con el exterior.

La ventilación forzada elimina este problema y la tasa de ventilación es perfectamente ajustable y controlable, en contrapartida consume energía eléctrica. Otra ventaja de la ventilación forzada frente a la natural es que puede ser aplicada en locales tales como sótanos o locales interiores de edificios, que no tienen comunicación directa con el exterior y que, por tanto, su ventilación sólo puede lograrse mediante conducciones a través de las cuales se fuerza el paso del aire mediante ventiladores.

5.3.1. Extracción localizada

La extracción localizada es un caso particular de ventilación, cuyo objetivo es captar los humos, polvo, vapores, etc. lo más cerca posible de su punto de generación, evitando su dispersión en el ambiente. Es uno de los métodos de control de la contaminación de los puestos de trabajo más utilizados dada la relativa facilidad de instalación y la buena eficacia del control, si el sistema de extracción localizada está bien construido y mantenido.

Para que una extracción localizada resulte eficaz, las campanas de captación deben estar adaptadas al foco de generación del contaminante y lo más cerca posible del mismo. El caudal de extracción debe ser suficiente para arrastrar la contaminación generada hacia la campana de captación, lo cual dependerá de la adaptación de la campana al foco, del modo de generación del contaminante y de la presencia de corrientes de aire externas que puedan dificultar la captación.

Como toda instalación, un sistema de extracción localizada necesita un mantenimiento para garantizar su funcionamiento a lo largo del tiempo. Este mantenimiento debe incluir la revisión periódica de las campanas, la comprobación del caudal de extracción y la limpieza de los conductos y filtros.

5.3.2. Climatización

La climatización consiste en tratar el aire de un local para conseguir unas condiciones de temperatura y humedad adecuadas con independencia de las condiciones climatológicas exteriores. Por razones técnicas y económicas, el sistema de climatización suele ser con recirculación de aire, es decir, el sistema toma aire del local a través de un circuito llamado de retorno, lo acondiciona y lo reintroduce en el local.

Aunque es posible diseñar y construir los circuitos de ventilación y climatización de un local de forma que sean independientes, en la mayoría de casos se aprovecha el mismo circuito, previendo una entrada de aire exterior que se mezcla con el aire de retorno antes de entrar en la unidad de acondicionamiento. En estos casos, hay que tomar medidas adecuadas para garantizar las tasas de renovación de aire del local adecuadas en función de la ocupación o uso del mismo.

Otro problema asociado al uso de sistemas de climatización tiene su origen en las unidades de humidificación y torres de refrigeración, en efecto, en estos puntos, es fácil la proliferación de microorganismos dada la elevada humedad y temperatura; estos microorganismos pueden ingresar en el circuito

de impulsión del aire acondicionado y contaminar el recinto acondicionado con consecuencias negativas para la salud de los ocupantes.

La entrada de los microorganismos en el circuito se puede producir directamente en el caso de los humidificadores o a través de las rejillas de aspiración de aire exterior si están situadas junto a las torres de refrigeración. La limpieza y desinfección periódica de los circuitos de agua es necesaria para evitar este riesgo, aunque hay que hacerla siguiendo pautas bien definidas, ya que, en caso de un exceso de tratamiento, se corre el riesgo de contaminar el espacio con las propias sustancias fungicidas.

5.4. Señalización

5.4.1. Colores de seguridad

Son los de uso especial y restringido cuya finalidad es indicar la presencia o ausencia de peligro o bien de una obligación a cumplir. No todos los colores resultan igualmente válidos para su empleo en seguridad, debido a que ofrecen distinta sensibilidad y el color a utilizar en la señalización, debe atraer lo más rápidamente posible la atención de la persona a la que va dirigido. De los colores se han seleccionado cuatro para uso específico de la seguridad:

- Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

Tabla 6. Colores de seguridad

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
Amarillo	Señal de advertencia	Atención, precaución Verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica Obligación de utilizar un equipo de protección individual
Verde	Señal de salvamento o auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (p. 17)

- Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último. Se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 7. Combinación de colores de seguridad

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (P. 17)

- Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación

5.4.2. Tipos de señales

5.4.2.1. Señales visuales

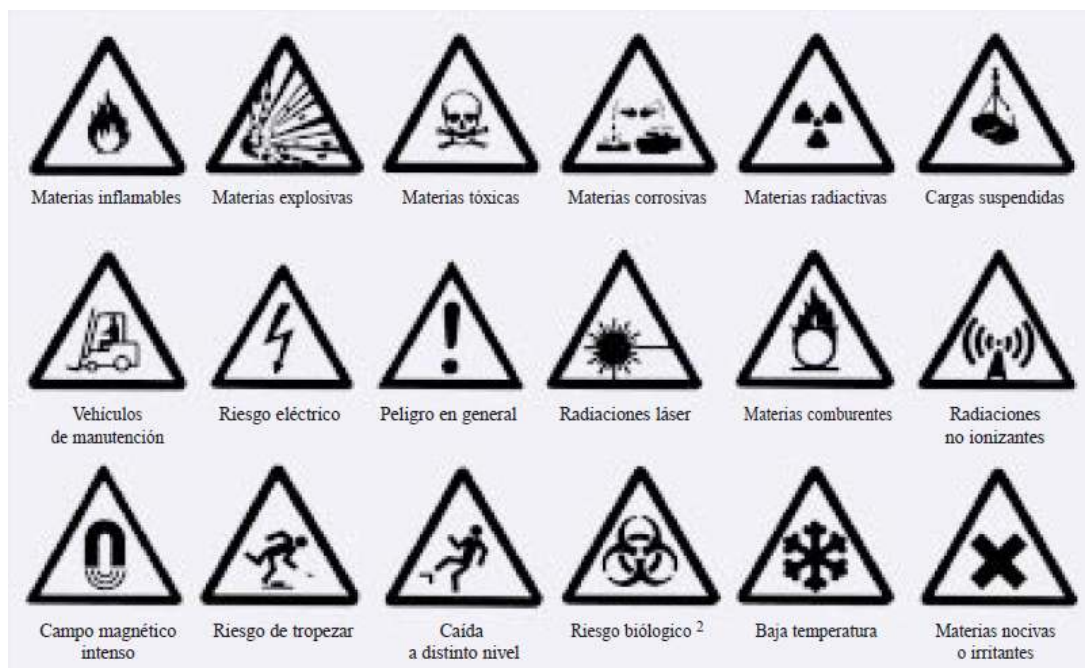
- Las señales deberán ser lo más sencillas posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión
- Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales

- Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión
- Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo
- El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes
- A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí
- Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba

5.4.2.2. Señales de advertencia

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.

Figura 35. Señales en forma de panel



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (p. 19)

5.4.2.3. Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).

Figura 36. Señales de prohibición



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (p. 20)

5.4.2.4. Señales de obligación

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Figura 37. Señales de obligación



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (p. 20)

5.4.2.5. Señales relativas a los equipos de combate contra incendios

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Figura 38. Señales relativas a equipos de salvamento



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (p. 20)

5.4.2.6. Señales de salvamento

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal).

Figura 39. Señales de salvamento y socorro



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Señalización de seguridad y salud en el trabajo (p. 20)

5.4.2.7. Señales luminosas

- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos
- la señalización luminosa contempla aquellos elementos que, por su situación, dimensiones y otras particularidades, deben estar convenientemente señalizados, incluso de noche

- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente
- Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar

5.4.2.8. Señales acústicas

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso
- El tono de la señal acústica o cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales. No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente

- Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida. El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo

5.5. Ergonomía

La función de la ergonomía, consiste en prevenir y/o eliminar situaciones que puedan poner en riesgo la seguridad del trabajo mediante la verificación y/o instalación de reglamentos, procedimientos de operación y dispositivos adecuados. La ergonomía debe estar por necesidad enfocada al producto y al usuario del proceso.

La ergonomía facilita la tarea de supervisión considerando a su vez un modelo de supervisión laboral, el cual considera los factores que deben de ser supervisados.

Cuando existe cualquier desgaste en el sistema hombre-máquina-entorno surge la posibilidad de un incidente o accidente que se traduce en:

- Insatisfacción del trabajador
- Pérdida de tiempo
- Disminución de la calidad
- Desfase de la producción.

5.5.1. Beneficios

- Disminución en costos médicos asociados
- Reducción de días perdidos o no laborados
- Disminución de gastos médicos directos
- Incremento de la productividad y de la calidad
- El operador tiene más control del proceso
- El operador se mantiene enfocado al trabajo
- Se reducen riesgos por desordenes traumáticos

5.5.2. Recomendaciones para el diseño de estaciones de trabajo

- El diseño del centro de trabajo debe contemplar la variedad de trabajadores, según su complexión y talla, debe proporcionar el apoyo para la realización de diferentes tareas. Actividades diferentes requieren superficies de trabajo con distintas alturas:
- El trabajo de precisión como escritura o montaje electrónico de realizarse 5 centímetros más arriba de la altura del codo, el apoyo del codo es necesario
- El trabajo ligero, como en línea de montaje o trabajos mecánicos debe ser aproximadamente de 5 a 10 centímetros debajo de la altura del codo
- El trabajo pesado, exige fuerza descendente de 20-40 centímetros debajo de la altura del codo

- Adaptar la altura de la superficie de trabajo según sus dimensiones, tomando como guía la altura del codo
- Organizar su trabajo para que las actividades usuales se realicen fácilmente dentro de su alcance
- Siempre de mantenerse de frente al objeto con que trabaja
- Mantener su cuerpo cerca del trabajo
- Adaptar el lugar de trabajo para obtener bastante espacio y poder cambiar la posición de trabajo
- Utilizar una baranda o un apoyo, a fin de cambiar el peso del cuerpo de ambas a una o a la otra pierna
- Utilizar un asiento siempre que sea posible mientras se esté realizando un trabajo, o por lo menos, cuando el proceso de trabajo permita descansar
- Ordenar el trabajo en un semicírculo
- Utilizar sillas giratorias siempre que sea posible
- Utilizar siempre que sea posible mesas de trabajo reclinables
- Elegir sillas con respaldos que se ajusten vertical y horizontalmente
- Utilizar forros para asientos no resbaloso y de tela de algodón
- Siempre que sea posible, un trabajador debe poder trabajar, sentado o de pie, según su voluntad
- Proporcionar una silla que se pueda plegar o pueda estar fuera cuando el espacio es reducido

- Proporcionar una silla para descansar cuando el trabajo sólo pueda hacerse de pie
- Evitar permanecer de pie en pisos de concreto o de metal. Se recomienda para trabajo de pie, cubrir los pisos con madera, corcho o caucho
- Asegurarse que los suelos están nivelados y no sean resbalosos
- Cubrir con alfombra los pisos de concreto o metal. Sesgue los bordes de las alfombras para prevenir tropiezos
- No usar alfombras de espuma o caucho muy gruesas. Los acojinamientos demasiados gruesos pueden causar fatiga y aumentar el riesgo de tropezar

5.5.3. Recomendaciones para uso de calzado

- Los pies deben estar tan cómodos como el calzado lo permita
- Llevar puestos zapatos que no cambien o alteren la forma de su pie
- Elegir zapatos que proporcionen adherencia firme al talón. Si la parte trasera del zapato es demasiada ancha o suave, el pie se resbalará causando inestabilidad, molestias o dolor
- Usar zapatos que permitan libertad de movimiento a los dedos
- Asegurarse que los zapatos tengan soporte en el arco, la falta de éste provoca que se caiga el arco del pie

- Usar los zapatos amarrados
- Amarrar firmemente las agujetas de su calzado. Esto impide al pie resbalarse dentro del calzado
- Utilizar un relleno bajo la lengüeta, si la piel del empeine de sus pies es delicada
- Utilizar una plantilla acojinada, absorbente cuando trabaje en pisos metálicos o de cemento
- No usar zapatos planos
- No usar zapatos con tacón de más de 5 centímetros
- Elegir el calzado según el riesgo en su lugar de trabajo
- Elegir calzado de seguridad
- Seleccionar el calzado tomando en cuenta el ajuste y comodidad individual. Probarlos y caminar con ellos antes de usarlos

5.6. Programa de evaluación de riesgos

5.6.1. Riesgo

Se define como cualquier condición o acción que puede producir lesiones o enfermedades. Entre ellas podemos mencionar: maquinaria, herramientas, personas, materiales y medio ambiente.

5.6.2. Causas básicas que pueden originar un accidente

5.6.2.1. Factores personales

- Falta de capacitación para desarrollar el trabajo que se le tiene asignado
- Falta de motivación
- Intentar ahorrar tiempo o esfuerzo y/o evitar Incomodidades
- Lograr la atención de los demás, expresar hostilidad
- Existencia de problemas o defectos físicos o mentales en el trabajo

5.6.2.2. Factores laborales

- Falta de normas de trabajo o normas de trabajo inadecuadas
- Diseño o mantenimiento inadecuado de las máquinas y equipos
- Hábitos de trabajo incorrectos
- El uso y desgaste normal de equipos y herramientas
- Uso inadecuado o incorrecto de equipos, herramientas e instalaciones de trabajo

5.6.3. Causas inmediatas que pueden originar un accidente

5.6.3.1. Actos inseguros

- Realizar trabajos para los que no se está debidamente autorizado

- Trabajar en condiciones inseguras o a velocidades excesivas
- No dar aviso de las condiciones de peligro que se observan, o no señalizadas
- No utilizar, o anular, los dispositivos de seguridad con que va equipadas las máquinas o instalaciones
- Utilizar herramientas o equipos defectuosos o en mal estado
- No usar las prendas de protección individual establecidas o usar prendas inadecuadas

5.6.3.2. Condiciones inseguras

- Falta de protecciones y resguardos en las máquinas e instalaciones
- Protecciones y resguardos inadecuados
- Falta de sistemas de aviso, de alarma, o de llamada de atención
- Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo
- Escasez de espacio para trabajar y almacenar materiales
- Nivel de ruido excesivo

Para poder eliminar cualquier riesgo existente es indispensable establecer controles de seguridad en cada área. A continuación se listan los controles necesarios a implementar para minimizar riesgos en las estaciones de trabajo:

5.6.4. Controles de Ingeniería

- Diseño de procesos
- Sistemas de acondicionamiento del ambiente
- Protecciones en los puntos de operación y mecanismos de transmisión
- Diseños ergonómicos

5.6.5. Controles Administrativos

- Supervisión
- Rotación de personal
- Descansos periódicos
- Disminución del tiempo de exposición
- Educación

5.6.6. Controles de equipo de protección personal

- Caretas
- Mascarillas
- Guantes
- Cascos
- Zapatos de seguridad, etc.

5.7. Procedimiento para la implementación de un plan de evaluación y control de riesgos

El resultado de una evaluación de los riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de los riesgos.

Los métodos de control deben escogerse teniendo en cuenta los siguientes principios:

- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta al diseño de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud
- Eliminar o reducir el elemento que origina peligro
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

5.7.1. Revisión del plan

El plan de evaluación y control de riesgos debe revisarse antes de su implantación, considerando lo siguiente:

- Si los nuevos sistemas de control de riesgos conducirán a niveles de riesgo aceptables
- Si los nuevos sistemas de control han generado nuevos peligros
- La opinión de los trabajadores afectados sobre la necesidad y la operatividad de las nuevas medidas de control
- La evaluación de los riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. Por lo tanto la adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso. De igual forma, si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá de revisarse la evaluación de riesgos

CONCLUSIONES

1. Se determinó que para realizar el montaje eficiente de un almacén de depósito es necesario evaluar los aspectos relacionados con la administración del mismo, y también evaluar los aspectos técnicos relativos al diseño del local, el diseño de los estantes y los métodos de manipulación a utilizar; ya que dicha evaluación servirá como soporte para la administración efectiva del almacén.
2. Se realizó un análisis de los diferentes tipos de almacenes que existen en la industria y se pudo comprobar que la clasificación de cada uno de ellos se determina por el tipo de operación que desarrolla. Además, independiente de dicha categorización, se ha definido que todos cumplen con las tres actividades fundamentales que son: recepción, almacenaje y despacho.
3. Se definieron cuáles son los tipos de estanterías más comunes para almacenaje de productos, así como el equipo de manipulación necesario para transportar la mercadería. Con este análisis se determinó que la selección adecuada del equipo conservará los productos en buen estado y facilitará el tráfico dentro del almacén.
4. Se determinaron los fundamentos necesarios para diseñar, construir y realizar el montaje de estanterías para el almacenaje de materiales paletizados, y se pudo observar que al definir un diseño eficiente para

los perfiles de las estructuras se logra incrementar la capacidad de carga de los travesaños y además brindar una mayor estabilidad y resistencia para las escaleras.

5. Para lograr optimizar la vida útil de los equipos de manipulación, las estanterías para almacenamiento y la infraestructura general del almacén; es necesario desarrollar un programa de mantenimiento efectivo en el cual se realicen inspecciones programadas que puedan garantizar la reducción y reparación de los mismos.

6. La preservación de la seguridad para los trabajadores que laboran dentro de un almacén de depósito se logra a través de la creación de un ambiente de trabajo libre de accidentes. Es por ello que se definieron los fundamentos necesarios para detectar y eliminar los riesgos existentes, así como la determinación de los parámetros indispensables para crear un ambiente libre de peligros.

RECOMENDACIONES

1. Para conocer las características de diseño y fabricación, así como las funciones específicas que poseen los equipos para manipulación y almacenaje, es conveniente contar con la asesoría especializada del fabricante, o en todo caso, el representante de la marca en el país con el objetivo de seleccionar el equipo que más se adecue a nuestras necesidades.
2. Para desarrollar un programa efectivo de mantenimiento de almacenes es necesario que se definan todos los puntos a inspeccionar, así como la periodicidad con la que se realizarán las evaluaciones. Es indispensable establecer hojas de control que nos puedan ayudar a realizar dicha tarea de una forma práctica y eficaz.
3. Se ha observado que la detección y eliminación de riesgos se logra a través del desarrollo continuo y planificado de prácticas de supervisión junto con los empleados, esto se realiza con el propósito de que ellos logren comprender que los riesgos existen y que todos son vulnerables a sufrirlos.

BIBLIOGRAFÍA

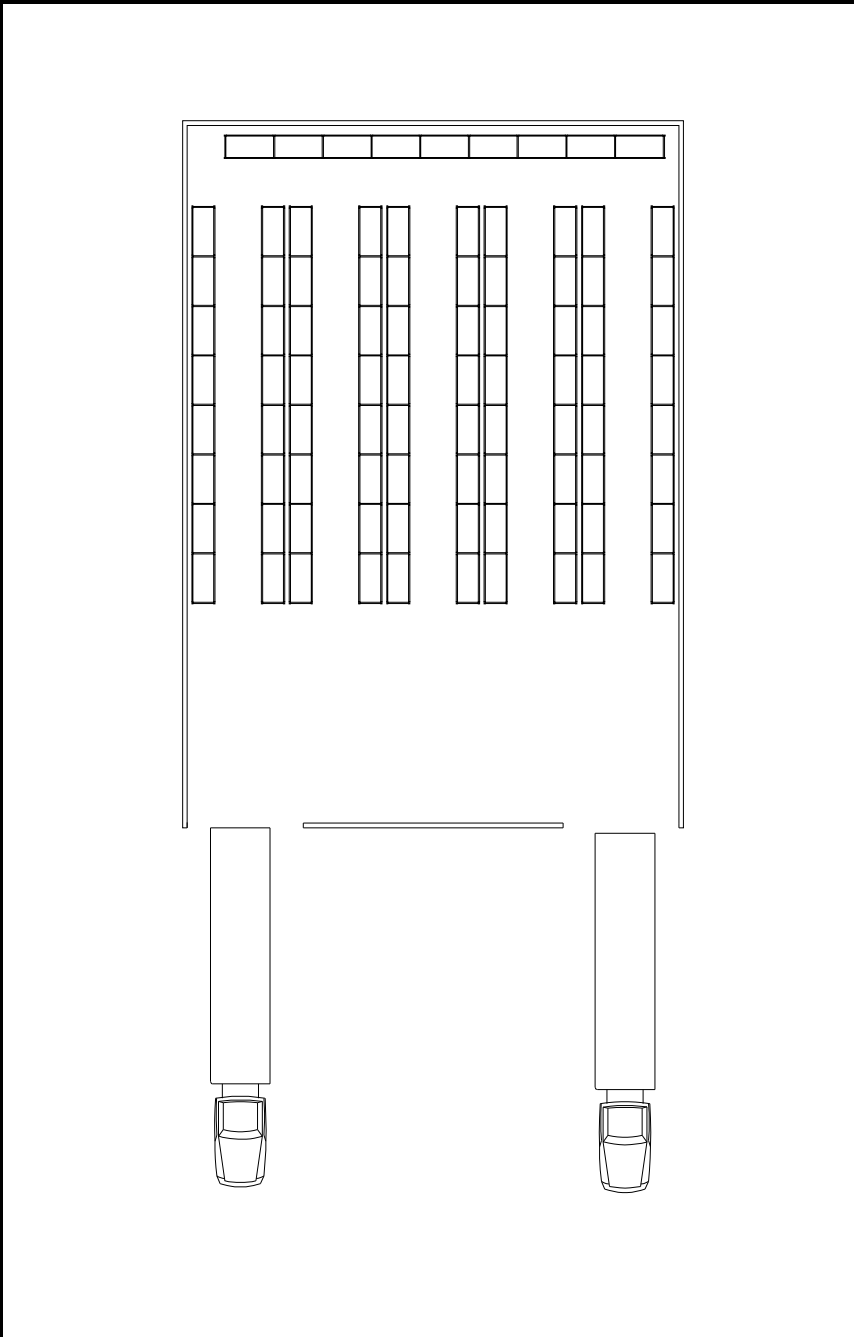
1. CALSINA, Willy, *et. al.* “Sistemas de almacenamiento logísticos Modernos”. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, Peru.* 2009, vol 12, núm. 1, p. 32-40.
2. CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la administración de materiales.* México: McGraw Hill, 1993. 159 p.
3. CHILE CHANGO, Luis Alex. “Mejoramiento de una línea de producción de estanterías de almacenaje para uso industrial mediante la técnica de 5´s”. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería, Ecuador, 2009. 242 p.
4. CHOCOOJ BARRIENTOS, Edson Haroldo. “Control de inventarios y análisis mecánico de racks, en una industria de bebidas carbonatadas”. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 125 p.
5. Estanterías record (2010). *Paletización Convencional.* [ref. de 15 de octubre 2010]. Disponible en web:<http://www.estanteriasrecord.com/main.html>

6. FRAZELLE, Edward H; SOJO Q. Ricardo. *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Colombia: Norma, 2007. 352 p.
7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Señalización de seguridad y salud en el trabajo*. Barcelona: abril 1997. 40 p.
8. Mecalux (2010). *Rack selectivo*. [ref. de 20 de noviembre 2010] Disponible en web: <[http:// www. mecalux. com.mx/ navigation/ grupomecalux/ Catalogos.do](http://www.mecalux.com.mx/navigation/grupomecalux/Catalogos.do)>
9. RENDON ESTRADA, Máximo Rafael. “Organización física y administrativa de un almacén técnico”. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1982. 152 p.
10. RODAS MEJÍA, Manuel enrique. “Administración de inventario en una empresa dedicada a la comercialización de repuestos para vehículos”. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 165 p.
11. ROUX, Michael. *Manual de logística para la gestión de almacenes*. España: Gestión 2000, 2003. 205 p.

12. VELÁSQUEZ OSTRICH, Juan Carlos. “Manejo de repuestos para un departamento de servicio automotriz, en base a la filosofía justo a tiempo”. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 104 p.

APÉNDICE 3

REPORTE DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

		RIESGOS DETECTADOS EN BODEGA		
		1	2	3
Bodega:		4	5	6
Fecha:		7	8	9

APÉNDICE 5

UNIFORME ESTANDAR DE OPERACIÓN

ÁREA:		ÁREA:		ÁREA:	
OPERACIÓN:		OPERACIÓN:		OPERACIÓN:	
FOTO		FOTO		FOTO	
No.	DESCRIPCIÓN	No.	DESCRIPCIÓN	No.	DESCRIPCIÓN
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	

APÉNDICE 6

Proceso No.	Proceso Operación	Procedimiento de Operación	Procedimiento de Operación	Punto clave de Seguridad	Compañía Departamento Fecha	FOTO
No.	Procedimiento de Operación	Punto Clave del procedimiento	Punto clave de Operación	Punto clave de Seguridad		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

APÉNDICE 7

HOJA DE CONTROL DE CALIDAD DE ALMACENAJE

No.	No. Producto	Ubicación	Problema	Fecha de Detección del Problema	Persona que reporta el problema	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Clasificación de Problemas






1	Sobrestock
2	Ubicación no adecuada para el volumen de unidades
3	Falta de aplicación de técnicas de almacenamiento

4	Falta de orden en la ubicación
5	Indicadores en mal estado
6	

APÉNDICE 8

HOJA DE EVALUACIÓN DE EXTINGUIDORES

Bodega:		Responsable:	
Fecha:		Código de extinguidor:	

GRAFICO	ACTIVIDAD	ESTADO		OBSERVACIONES
		BUENO	MALO	
	Revisar estado de carga Punto clave: el indicador debe estar posicionado sobre la sección verde del manómetro			
	Revisar estado del seguro Punto clave: revisar que el seguro se encuentre colocado correctamente y en buen estado			
	Revisar estado de manguera y boquilla Punto clave: La manguera no debe estar rota o cortada La boquilla plástica debe estar libre de quebraduras y rajaduras			
	Revisar estado del cilindro Punto clave: el cilindro debe estar libre de golpes y aboyones			
	Revisar historial de servicios Punto Clave: revisar la última fecha que se realizó el servicio de mantenimiento			