



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

**MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN
PUENTE GRÚA, PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA
COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS
TORRES**

Josué Ismael Portillo Dardón

Asesorado por el Ing. Alvaro Eduardo Morataya Berduo

Guatemala, enero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN
PUENTE GRÚA, PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA
COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS
TORRES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSUÉ ISMAEL PORTILLO DARDÓN

ASESORADO POR EL ING. ALVARO EDUARDO MORATAYA BERDUO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Karla Lizbeth Martínez Vargas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz 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 graduación titulado:

MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN PUENTE GRÚA, PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS TORRES,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 23 de octubre de 2008.



Josué Ismael Portillo Dardón

Guatemala 20 de Noviembre del 2009

Ing. Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por medio de la presente me es grato comunicarle que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado: **“MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN PUENTE GRÚA PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS TORRES”** desarrollado por el estudiante Josué Ismael Portillo Dardón.

Considero que el trabajo realizado cumple con los objetivos establecidos llenando los requisitos académicos y de práctica necesaria, en virtud de lo cual, lo doy por aprobado solicitando darle el trámite correspondiente.

Atentamente,



ING. ALVARO MORATAYA BERDUO
ESCUELA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Ing. Alvaro Eduardo Morataya Berduo
Colegiado No. 6434

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN PUENTE GRÚA PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS TORRES**, presentado por el estudiante universitario **Josué Ismael Portillo Dardón**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril 2010.

/mgp



REF.DIR.EMI.001.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN PUENTE GRÚA, PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS TORRES**, presentado por el estudiante universitario **Josué Ismael Portillo Dardón**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2011.

/mgp



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 Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORAS AL EDIFICIO DE ALMACENAJE E INSTALACIÓN DE UN PUENTE GRÚA, PARA MANEJO DE PRODUCTO DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE TARIMAS, BIENES Y SERVICIOS TORRES,** presentado por el estudiante universitario **Josué Ismael Portillo Dardón,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 14 de enero de 2011.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Ser supremo, infinito y omnipotente que ha sido guía, ayuda, protector y salvador de mi vida. Al que le debo lo que soy y lo que tengo y con el que estoy infinitamente agradecido.

MIS PADRES

Zoila de Portillo e Ismael de Jesús Portillo, por su sacrificio, paciencia y dedicación. Por predicarme con su ejemplo y por darme el bien más preciado que pueda llegar a tener, el temor a Dios.

MIS HERMANOS

Marleny y Nehemías, por su buen ejemplo y apoyo.

MIS AMIGOS

José, Cesar, Ricardo, Cristian, Heber, Douglas, Luis Miguel, Carol, Marvin, Sergio, Jonathan, Sergio Ramírez, Alexis, Dani, por ser compañeros de batalla y ser parte de los buenos y malos momentos a lo largo de este recorrido.

AGRADECIMIENTOS

MI NOVIA

Lucia Fernanda, la persona más tierna y comprensiva que conozco. Eres una bendición.

MI ASESOR

Álvaro Eduardo Morataya Berduo, por compartir sus conocimientos, ser paciente y brindarme su ayuda desinteresadamente.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por dar la oportunidad de adquirir conocimiento.

FACULTAD DE INGENIERÍA

Lugar de aprendizaje y formación de carácter.

LA EMPRESA

Bienes y Servicios Torres, por su colaboración para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La empresa.....	1
1.1.1 Ubicación.....	1
1.1.2 Descripción de las instalaciones físicas.....	1
1.1.3 Descripción del producto.....	1
1.1.4 Descripción de actividades.....	2
1.1.5 Antecedentes históricos de la empresa.....	2
1.1.6 Organización.....	3
1.1.6.1 Organigrama.....	3
1.1.6.2 Descripción de puestos.....	4
1.2 Base teórica.....	4
1.2.1 Edificios industriales.....	5
1.2.1.1 Tipos de edificios.....	6
1.2.1.2 Tipos de construcción.....	9
1.2.1.3 Techos industriales.....	15
1.2.1.4 Ventilación.....	23
1.2.1.5 Pisos industriales.....	26
1.2.1.6 Pintura industrial.....	30

1.2.1.7 Iluminación industrial.....	35
1.2.1.8 Ruidos.....	43
1.2.2 Puentes grúa.....	46
1.2.2.1 Tipos de puentes grúa.....	46
1.2.2.2 Aplicaciones.....	49
1.2.3 Definiciones.....	49
1.2.3.1 Bienes.....	49
1.2.3.2 Servicios.....	49
2. SITUACIÓN ACTUAL	
2.1 Condición actual.....	51
2.1.1 Análisis FODA.....	51
2.2 Mano de obra.....	55
2.2.1 Mano de obra directa.....	55
2.2.2 Mano de obra indirecta.....	55
2.3 Materia prima utilizada.....	56
2.4 Edificio utilizado para almacenaje.....	56
2.5 Condiciones ambientales.....	57
2.5.1 Ruido.....	57
2.5.2 Iluminación.....	57
2.5.3 Ventilación.....	58
2.5.4 Piso.....	59
2.5.5 Pintura.....	59
2.6 Herramienta y equipo utilizado.....	59
2.6.1 Almacenaje.....	59
2.6.2 Carga.....	60
2.7 Procesos actuales.....	60

2.7.1 Almacenaje.....	60
2.7.2 Carga.....	61
2.8 Manejo de desechos.....	62
2.8.1 Desechos sólidos.....	62
2.8.2 Desechos líquidos.....	62

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Bodega de almacenamiento.....	63
3.1.1 Tipo de edificio.....	63
3.1.2 Tipo de construcción.....	64
3.1.2.1 Techo.....	64
3.1.2.2 Piso.....	74
3.1.3 Condiciones ambientales.....	75
3.1.3.1 Ruido.....	75
3.1.3.2 Iluminación.....	75
3.1.3.2.1 Natural.....	76
3.1.3.2.2 Artificial.....	77
3.1.3.3 Ventilación.....	85
3.1.3.3.1 Natural.....	85
3.1.3.3.2 Artificial.....	86
3.1.3.4 Pintura.....	88
3.1.4 Detalles de cimentación y diseño.....	88
3.1.5 Costos de construcción del edificio.....	92
3.2 Puente grúa para manejo y carga de tarimas.....	94
3.2.1 Descripción del sistema.....	94
3.2.2 Requerimientos del puente.....	95
3.2.3 Opciones disponibles.....	96

3.2.4 Selección de alternativa.....	99
3.2.4.1 Clase de utilización.....	99
3.2.4.2 Estado de carga.....	100
3.2.4.3 Clasificación del aparato.....	101
3.2.5 Especificación técnica del equipo propuesto.....	102
3.2.6 Instalación.....	103
3.2.7 Costos de equipo e instalación.....	107

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Seguridad e higiene.....	109
4.1.1 Equipo de protección personal.....	109
4.1.1.1 Protección visual.....	110
4.1.1.2 Protección respiratoria.....	111
4.1.1.3 Protección lumbar.....	112
4.1.1.4 Protección al tacto.....	112
4.1.1.5 Ropa de trabajo.....	113
4.1.1.6 Protección para la cabeza.....	114
4.2 Equipo de protección contra incendios.....	114
4.3 Señalización.....	116
4.4 Capacitación del personal.....	118
4.5 Normas de seguridad.....	119
4.6 Mantenimiento.....	124
4.6.1 Puente grúa.....	124
4.6.2 Edificio.....	128
4.7 Control de plagas.....	129
4.7.1 Insectos.....	129
4.7.2 Roedores.....	131

4.8 Costos.....	131
4.8.1 Equipo de seguridad e higiene.....	131
4.8.2 Control de plagas.....	132
4.8.3 Mantenimiento.....	132
4.8.3.1 Edificio.....	132
4.8.3.2 Puente grúa.....	133
5. SEGUIMIENTO	
5.1 Puntos de control.....	135
5.1.1 Matriz de inspección de condiciones de edificio.....	135
5.1.2 Informe de inspección de puente grúa.....	137
5.1.3 Informe de inspección de condiciones inseguras.....	139
5.1.4 Registro y representación de tiempo de carga.....	143
CONCLUSIONES.....	145
RECOMENDACIONES.....	147
BIBLIOGRAFÍA.....	149
ANEXOS.....	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Tipos de tarimas.....	2
2	Organigrama de la empresa.....	3
3	Estructura tipo cercha.....	18
4	Techo plano.....	19
5	Techo a dos aguas.....	20
6	Techo dientes de sierra.....	21
7	Techo curvo.....	21
8	Planta con iluminación general.....	42
9	Lámpara suplementaria.....	42
10	Puente grúa monorail.....	47
11	Puente grúa birail.....	47
12	Puente grúa suspendido.....	48
13	Puente grúa monorail de consola.....	48
14	Diagrama básico FODA.....	51
15	Diagrama análisis FODA "Bienes y Servicios Torres".....	52
16	Patín hidráulico.....	60
17	Almacenaje en exterior.....	61
18	Lámina T-100.....	67
19	Accesorios para techo.....	67
20	Costanera tipo j.....	68
21	Partes de la costanera.....	69
22	Ubicación de costaneras.....	70
23	Elementos de fijación de lámina y fijación de costanera.....	71
24	Cálculo de techo.....	72

25	Planta de estructura del techo.....	73
26	Preparación del subsuelo.....	74
27	Dimensiones de las secciones de piso.....	74
28	Disposición de láminas traslucidas y normales.....	76
29	Lámpara fluorescente (FHO).....	78
30	Dimensiones para el cálculo del índice del local.....	79
31	Disposición de luminarias.....	84
32	Disposición de ventanas.....	86
33	Ventana corrediza.....	86
34	Extractor eólico.....	87
35	Disposición de extractores eólicos.....	87
36	Planta de cimentación y detalles.....	90
37	Elevación de marco y detalles.....	91
38	Partes del puente grúa.....	95
39	Requerimientos y datos del puente.....	96
40	Espectro de carga levantada.....	101
41	Polipasto eléctrico de cable.....	102
42	Control de botones transferibles.....	103
43	Detalle de instalación de carrilera y refuerzos.....	104
44	Planta de estructura de vigas carrileras.....	105
45	Variantes de instalación.....	106
46	Lentes protectores.....	110
47	Mascarilla respiratoria.....	111
48	Faja lumbar.....	112
49	Guantes protectores.....	113
50	Ropa y calzado de trabajo.....	113
51	Casco de polietileno.....	114
52	Extintor ABC.....	115
53	Demarcación de áreas y pasillos.....	117

54	Rótulos para señalización.....	118
55	Gráfica de tiempo de carga.....	143
56	Viga tipo I.....	152

TABLAS

I Comparación de distintos tipos de techo.....	22
II Niveles de iluminación.....	39
III Tabla general de niveles de iluminación.....	39
IV Matriz de confrontación FODA.....	53
V Tabla de confrontación FODA Bienes y Servicios Torres.....	54
VI Propiedades de la láminas.....	66
VII Valores de reflectancia de algunos materiales (1).....	80
VIII Valores de reflectancia de algunos materiales (2).....	81
IX Dimensiones de las vigas.....	82
X Factor de mantenimiento de luminarias.....	83
XI Dimensiones de las vigas.....	92
XII Resumen de costos de construcción.....	93
XIII Clase de utilización.....	99
XIV Estados de carga.....	100
XV Clasificación del aparato.....	101
XVI Costo de adquisición e instalación.....	107
XVII Costo de equipo de seguridad e higiene.....	131
XXVIII Costos de mantenimiento de edificio.....	132
XIX Matriz de inspección de condiciones de edificio.....	135
XX Matriz de inspección de grúa.....	137
XXI Inspección de condiciones y actos inseguros.....	140
XXII Modelo para informe de condiciones inseguras.....	142
XXIII Modelo de registro de tiempo de carga.....	144
XXIV Características de lámpara (FHO).....	151
XXV Dimensiones de vigas.....	152

GLOSARIO

Brillantez	Efecto luminoso sobre superficies brillantes o materiales transparentes. La brillantez se produce por reflexión de la fuente de luz o refracción de la luz; depende de la luz orientada de fuentes de luz.
Corriente convectiva	Movimiento de ascenso o descenso de un fluido, debido a las diferencias de temperatura o presión con el entorno.
Deflexión	Hace referencia al grado en el que un elemento estructural se desplaza bajo la aplicación de una fuerza.
Dovela	Es un elemento constructivo que conforma un arco y que puede ser de diferentes materiales, como ladrillo o piedra. Actualmente se elaboran en hormigón (<i>concreto</i>) armado o pretensado.

Flujo luminoso

Es la cantidad de luz que emite una fuente luminosa. Se le conoce también como intensidad luminosa.

Límite de fluencia

Es la zona máxima en la cual el módulo de *Young* es constante. También es la zona límite a partir de la cual el material se deforma plásticamente.

Módulo de elasticidad (*Young*)

Se denomina módulo de elasticidad a la razón entre el incremento de esfuerzo y el cambio correspondiente a la deformación unitaria.

Módulo de rigidez

Mide la facilidad o dificultad para deformar por cizalladura (o esfuerzo cortante) un material determinado. Un material con un módulo de rigidez bajo, es un material fácil de deformar por cizalladura. Este sólo tiene significado para materiales sólidos.

Nervadura transversal

Borde de refuerzo en el sentido transversal de la lámina acanalada de aluzinc.

Reflectancia o reflexión

Se define como la relación entre el flujo luminoso reflejado y el flujo luminoso incidente.

Tensión límite de fatiga (Se)

Generalmente se presenta un intervalo con valor superior e inferior, dentro del cual se encuentra la tensión máxima que soporta el material antes de la fatiga.

RESUMEN

Bienes y Servicios Torres es una empresa dedicada principalmente a la renta, reparación y venta de tarimas de madera tratada, utilizadas para la estibación de materiales, productos etc. El tema principal de este trabajo se centra en la mejora del edificio de almacenaje e instalación de un puente grúa para manejo de producto de la empresa Bienes y Servicios Torres.

Se presentarán todos los antecedentes e información de diversos aspectos de la empresa, su organización, descripción de instalaciones físicas, actividades que realiza y detalles de su producto. Además se mostrará la base teórica que se utiliza para la realización del presente trabajo.

Se describirá el tipo de edificio que posee actualmente la empresa, las condiciones ambientales, de ruido, iluminación, piso, pintura, techo, las herramientas y equipo que se utiliza para el manejo y carga de tarimas; así como la forma en que se realizan los procesos de almacenaje y carga de tarimas, pues todas estas observaciones y análisis darán una visión clara de las mejoras a realizar.

Se detallará la propuesta y todos los aspectos a tomar en cuenta en la realización del proyecto, las características con que contará el edificio de almacenaje, su condición ambiental, tipo de edificio y costo de implementación. Se mostrarán aspectos importantes de selección, especificaciones técnicas del equipo, adecuada instalación y costos de implementación del puente grúa.

Se especificarán diversos aspectos necesarios para la adecuada implementación del proyecto. Se describirán aspectos importantes como: las normas de seguridad en el área de almacenaje, equipo de protección personal, señalización, capacitación del personal y los costos que se producirán en la compra de equipos e implementación del proyecto. Todos los aspectos de implementación están enfocados a mejorar las condiciones de trabajo y resguardo de los trabajadores y facilitar los procedimientos que se realizan en el área de almacenaje y carga de tarimas.

Se establecerán los puntos críticos de control y las actividades que deberán realizarse con el fin de conservación del edificio y puente grúa.

OBJETIVOS

GENERAL

- Mejorar el edificio de almacenaje e instalar un puente grúa que permita y facilite el manejo de tarimas, en una empresa comercializadora.

ESPECÍFICOS

- 1) Diseñar un edificio adecuado para almacenaje, manejo y carga de producto.
- 2) Establecer las normas y equipo de seguridad e higiene necesaria para los procesos realizados y para el edificio de almacenaje.
- 3) Determinar las condiciones ambientales con que contará el área de almacenaje y carga para una mejor conservación y manejo del producto.
- 4) Analizar las condiciones de uso, carga y requerimientos del puente grúa para realizar una adecuada selección de la maquinaria.
- 5) Establecer mediante especificaciones técnicas, una adecuada instalación del puente grúa propuesto.
- 6) Determinar los procedimientos de mantenimiento necesarios para la conservación del edificio y el puente grúa.
- 7) Establecer los pasos y procedimientos de control y mejora continua del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Para garantizar la conservación de materias primas y la calidad de productos terminados, es imperante evitar que los materiales estén expuestos a las inclemencias del tiempo, con el fin de conservar sus cualidades, además es necesario que las materias y productos sean manejados cuidadosa y eficientemente. La protección y el manejo adecuado se logran con instalaciones y equipos que sean diseñados tomando en consideración factores que afectan directamente las funciones de almacenaje y faciliten el manejo y carga de los productos.

El concepto de almacenaje ha sido profundizado, y va más allá de ser la acción de poner o guardar en almacén, reunir o guardar muchas cosas. En la actualidad el almacenaje, eficiencia de manejo y carga de productos está ligado a una gran variedad de costos, utilidades y calidad de los productos a entregar.

Bienes y Servicios Torres es una empresa dedicada principalmente a la renta, reparación y venta de tarimas de madera, y actualmente no cuenta con un edificio que ofrezca las condiciones adecuadas para almacenaje, además carece un sistema de manejo que facilite y eficiente la estibación y carga de su producto.

Para el diseño adecuado de mejoras al edificio y la selección del equipo de manejo de productos que beneficien aspectos operacionales y de eficiencia, se analizan los factores que influyen en el proyecto, además de practicar técnicas imprescindibles de ingeniería, que ofrezcan una solución óptima al problema de la empresa.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La empresa

El tema principal de este trabajo se centra en la mejora del edificio de almacenaje e instalación de un puente grúa para manejo de producto de la empresa Bienes y Servicios Torres. A continuación, se presenta información general de la empresa, descripción de instalaciones físicas, actividades, antecedentes históricos y organización de la misma.

1.1.1 Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la 29 calle 3-79 zona 12 Villa Lobos 1, en el municipio de Villa Nueva de la Ciudad de Guatemala.

1.1.2 Descripción de las instalaciones físicas

La empresa cuenta con un terreno de dimensiones 15x15 metros, donde se encuentran las siguientes áreas: almacenaje, carga y descarga de producto; la cual tiene acceso para los vehículos y el área de reparación y construcción de tarimas. El área de almacenaje es de aproximadamente de 6x15 metros y cuenta con un pequeño almacén construido con madera liviana, el que se encuentra ocupado por tarimas en su totalidad, el resto de éstas se encuentra a la intemperie.

1.1.3 Descripción del producto

Se comercializa tres tipos de tarimas: de taco corrido con entradas para pallete, macizas y ocasionalmente, por la dificultad de obtenerlas, tarimas plásticas. Las dimensiones de las tarimas que se comercializan son de 1x1 metros.

Figura 1. Tipos de tarima a) plástica, b) taco corrido y c) maciza.



a)

b)

c)

1.1.4 Descripción de actividades

Bienes y Servicios Torres es una empresa dedicada principalmente a la renta, reparación y venta de tarimas de madera tratada, utilizadas para la estibación de materiales, productos etc. Adicionalmente, son fabricantes y distribuidores de tarimas de madera fabricadas bajo especificaciones.

1.1.5 Antecedentes históricos de la empresa

La empresa Bienes y Servicios Torres se inició en el año 1,997, siendo principalmente una empresa familiar. Los fundadores observaron la creciente demanda y el amplio mercado de estos productos, surgiendo así el deseo de ocupar un espacio en el mercado guatemalteco de comercialización de tarimas de madera. Conocido ya el mercado y con una cartera creciente de clientes se inician en la reparación y venta de tarimas.

En el 2000, la empresa se inicia en la fabricación de tarimas bajo especificación con lo cual aumenta cada año la participación en el mercado de proveeduría de tarimas.

Actualmente, la empresa realiza distintas actividades, entre ellas: distribuye tarimas tratadas contra plagas, fabrica tarimas bajo especificaciones, presta servicio de reparación, además de entrega a domicilio.

Debido al aumento de clientes y operaciones, la empresa ha observado la necesidad de ampliar sus instalaciones e implementar maquinaria y equipo que facilite la realización de sus actividades, para responder así de manera eficaz y eficientemente a las necesidades del mercado y clientes.

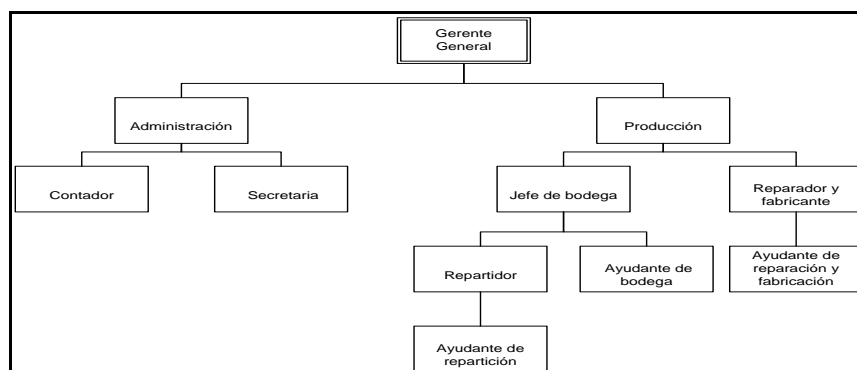
1.1.6 Organización

La estructura organizacional se refiere a la forma en que se dividen, agrupan y coordinan las actividades de la organización en cuanto a las relaciones entre gerentes y empleados, y empleados que se encuentren en un mismo nivel organizacional. En el presente caso esta definida como se muestra a continuación.

1.1.6.1 Organigrama

Debido a que es una pequeña empresa, su organigrama no presenta un alto grado de complejidad con una gran cantidad de puestos y atribuciones. El organigrama es el siguiente:

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Información de la empresa.

1.1.6.2 Descripción de puestos

La máxima autoridad es el Gerente General, quién además es el propietario, se encarga de la dirección de todas las actividades que se desarrollan normalmente y del mejoramiento en la manufactura y aspectos de servicio.

Secretaria: se encarga de la recepción de pedidos, facturación y archivo de documentos.

Contador: se encarga del área contable, elaboración de estados financieros y pago de planilla.

Jefe de bodega: encargado del adecuado almacenamiento de las tarimas, control de entradas y salidas de tarimas de bodega, además de la carga y descarga de la unidad de reparto. Cuenta con un ayudante para realizar todas estas actividades.

Reparador de tarimas: está encargado de la fabricación de tarimas bajo especificación, reparación de tarimas dañadas y fumigación de las mismas para control de plagas. Cuenta con un ayudante para realizar todas estas actividades.

Repartidor: está a cargo de la entrega de pedidos al lugar que los clientes lo requieran. Cuenta con un ayudante para realizar sus actividades.

1.2 Base teórica

La siguiente base teórica constituye una parte importante del presente trabajo, pues es la base sobre la cual se construye todo el trabajo. En ella se condensará información pertinente a los fundamentos teóricos del tema a desarrollar.

1.2.1 Edificios industriales

Se denomina nave industrial o edificio industrial a las construcciones que se realizan para albergar en las mismas todo tipo de maquinaria de la industria manufacturera o de los almacenes logísticos de distribución de productos agrícolas, químicos o industriales, así como talleres, pabellones deportivos, etc.

Factores a considerar en la construcción de una nave industrial

Planificar la construcción de un edificio industrial, ya sea una planta industrial nueva o la ampliación de una existente, requiere tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Necesidades presentes y futuras de la empresa.
- Situación financiera.
- Condiciones económicas en general.
- Cambios en el mercado.
- Normas y reglamentos que afecten al edificio.

Para construir una nave industrial se requieren materiales de construcción, estructuras metálicas, cubiertas aligeradas y equipamiento auxiliar.

En general, deben compararse varias opciones en cuanto a la construcción del edificio, para ello se tendrá que solicitar una cotización del costo de construcción del edificio a varios Ingenieros constructores, quienes deberán tener toda la información para evitar los cambios en última hora, lo que aumentaría el costo de construcción del mismo.

Esta cotización deberá contener todos lo requerimientos expuestos en el plano que se les ha proporcionado.

El plano deberá contener la distribución de todos los ambientes requeridos, la distribución de maquinaria, distribución de líneas eléctricas, número de iluminarías, de ventanales y su ubicación, servicios sanitarios, etc., así como el costo y el tiempo de construcción.

La selección del tipo de construcción apropiada para cada paso del proceso es de gran importancia para los resultados económicos de toda la obra. Las necesidades de espacio para el equipo de manufactura y las relaciones funcionales de sus diversas partes en la circulación del proceso determinarán las características básicas del tipo de edificio a construir. La disposición ideal permitirá realizar prácticamente, con tanta libertad, como si el edificio no existiera.

El proyecto de construcción debe desarrollarse buscando la relación económica de la edificación y el mejor aprovechamiento del mismo. Debe dejarse un margen para futuras ampliaciones.

1.2.1.1 Tipos de edificios

Existen dos tipos de edificios:

- Edificios de una planta.
- Edificios de varias plantas.

Edificios de una planta

Generalmente, se prefieren edificios de una planta cuando se buscan grandes superficies sin interrupciones de piso.

La importancia de la circulación continua de los materiales en procesos que se encuentran en un mismo nivel con el mínimo de obstrucciones es una circunstancia favorable para la construcción de instalaciones de una sola planta, aún en áreas donde el costo del terreno sea muy alto. Pueden ser construidas instalaciones con grandes espacios sin interrupción a un costo razonable, que proporcione espacios de trabajo con el mínimo de columnas, y por medio de luminarias y ventiladores que proporcione luz y ventilación necesaria.

Las estructuras de una sola planta se adaptan bien a los procesos en donde se requiera carriles para grúas. Determinar el espaciamiento de las columnas, un claro longitudinal de 12 a 14 metros, proporciona un diseño económico para las vigas de la mayoría de construcciones de techos ligeros.

La tendencia general de este tipo de construcción es la amplitud sin interrupciones y menos columnas para obtener mayor flexibilidad de distribución de las instalaciones en el piso de la fábrica.

Entre sus factores de decisión están:

- Bajo costo del terreno.
- Tiempo limitado para construir.
- Menos terreno perdido en columnas y escaleras.
- Cargas altas debido al producto fabricado o a las máquinas usadas.
- Mayor flexibilidad para futuros cambios en la instalación.
- Rutas de trabajo más eficientes.
- Inspección fácil y eficaz.
- Aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural.
- Aislamiento de trabajos peligroso.
- Bajo costo global de funcionamiento.

Edificios de varias plantas

Estos edificios son ventajosos donde se desee la circulación por gravedad en los procesos, donde el terreno sea de área limitada, o donde el costo del terreno sea muy elevado. Para los tipos usuales de construcción y para cargas vivas en los entresijos de hasta aproximadamente 200 lb/pie², se considera económica una separación entre columnas de 12 a 14 metros en ambas direcciones. El piso superior de este tipo de edificios puede considerarse de una planta con claros más largos y un techo que proporcione iluminación interior y ventilación natural.

Tanto en la construcción de edificios de una planta como de dos plantas, la municipalidad de Guatemala regula con frecuencia la longitud de luces sin obstrucciones, el número de personas por edificio, las provisiones de salidas, los medios de servicios, las cargas de los entresijos, la ventilación, la protección contra incendios, los riesgos y tipos de construcción y en los de varios niveles el número de pisos.

Entre sus factores de decisión están:

- Alto costo del terreno.
- Área limitada del terreno para construir.
- Cargas bajas correspondientes al producto y al equipo.
- Utilización de la circulación por gravedad.
- Menos calor transmitido a través del techo.

1.2.1.2 Tipos de construcción

Se clasifican según el tipo de construcción de la siguiente forma:

- Edificios de primera categoría.
- Edificios de segunda categoría.
- Edificios de tercera categoría.

Construcción de primera categoría

Su estructura principal está formada por marco rígido de concreto armado y relleno de hormigón, transmitiendo sus fuerzas hacia las zapatas individuales del mismo material. Sus techos y entrepisos pueden ser de losas de hormigón armado o nervado, éstas últimas son del tipo de concreto pretensado, las cuales se apoyan sobre vigas y columnas del mismo material.

Los muros exteriores o interiores son de ladrillo de barro, de superficie lisa o de bloque de piedra pómez y cemento, generalmente no reciben cargas externas, constituyéndose en muros de relleno lo que hace al edificio totalmente antisísmico.

El acabado en estos muros es mediante el cernido de sus superficies, un aspecto muy fino y de gran calidad, ya que en la actualidad este acabado se puede aplicar por medio de la forma tradicional, al usar materiales como: cal, cemento y arena blanca, o contratando una compañía que se dedique al acabado de superficies de tabiques, el cual le da un aspecto arquitectónico con mucha más calidad. Para darle el toque último, se aplica una capa de pintura que debe ajustarse a las solicitudes del local.

Las ventanas generalmente son de aluminio natural, con sus operadores individuales. Los pisos para el área de producción son de concreto armado y superficies alisadas. Para el área de oficinas, sus pisos pueden ser forrados con capas de cemento líquido, granito o alfombrados.

Estos edificios pueden ser de 1 o 2 niveles:

- **1 nivel:** habrá que dejar el área de adelante para uso exclusivo de las oficinas y la de atrás para la planta de producción.
- **2 niveles:** habrá que dejar un nivel exclusivamente para el área de producción y el otro nivel para oficinas. Además, debe tener un área destinada a jardinería y parqueo, tanto para los visitantes como para el personal de la empresa. También deberá poseer áreas de servicios y deportivas para los empleados. Estos edificios se diseñan con el criterio de ser iluminados y ventilados artificialmente, ya que estrictamente adoptan formas rectangulares o cuadradas, las cuales son inadecuadas para el aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural.

Ventajas:

- Alta vida de operación.
- Incombustibles por naturaleza.
- Proporcionan bienestar y comodidad al personal que labora dentro de ellos.
- Soportan grandes cargas.
- Se pueden diseñar para soportar otro nivel, en caso sea necesario la expansión de la empresa en el futuro.
- Permiten amplitud en su interior en virtud de que es posible darle gran separación y altura a las columnas.

Construcción de segunda categoría

En estas construcciones predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado en cantidades menores, ya que este último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. Las estructuras principales en las cuales intervienen las columnas, las uniones y las vigas pueden ser del tipo conocido como alma llena o vacía.

La cimentación de las columnas principales es individual y de concreto armado. Los muros exteriores y los interiores generalmente transmiten su peso al suelo mediante cimentaciones corridas.

La cubierta superior del edificio puede ser lámina de zinc, de aluzinc, de asbesto cemento, o en algunas secciones de losa de concreto armado. Estos edificios generalmente llevan un entrepiso, el cual puede ser concreto armado o de madera apoyado sobre vigas de acero descansadas en las columnas de edificio.

Los muros exteriores no reciben ninguna carga superior, por lo que se puede constituir en edificios antisísmicos y son totalmente de mampostería o puede hacerse una combinación de lámina de zinc, aluzinc o asbesto cemento; su acabado generalmente es de superficie rústica pintada. Los muros interiores pueden ser de tabique de ladrillo, block de cemento o del tipo prefabricado, los cuales están contruidos por planchas de *plywood* decorativo, tablex, cartón piedra, con alma de *duoport* y estructura de aluminio, éstos le dan una presentación muy buena a los ambientes.

Las ventanas son metálicas, ya sea de aluminio o de hierro. Las puertas pueden ser de metal o de madera. Los pisos para el área de producción son de concreto armado sin pulir, su resistencia y tipo están en fundición del proceso de producción, mientras que para el área de oficinas generalmente son de pisos de cemento líquido o granito.

Estos edificios generalmente se conforman de dos partes: el área de oficinas y el área de producción. Siendo en su mayoría de veces el área de oficinas de construcción de concreto armado y el área de producción de acero estructural, lámina, madera y mampostería. Debe tener un área de jardinería y parqueo tanto para visitantes como para empleados, áreas de carga y descarga de mercadería, así como también poseer áreas de servicios y deportivas para los empleados.

Ventajas:

- Las cargas que soportan pueden ser altas.
- Son amplios en su interior y esto los hace que se adapten perfectamente a procesos industriales pesados.
- Son de montaje fácil y rápido, ya que sus elementos estructurales principales son prefabricados.
- Los costos de demolición son bajos permitiendo que los cambios en la instalación resulten económicos.
- Por ser de tal tipo prefabricado, sus elementos principales pueden ser vendidos en un momento determinado.

Desventajas:

- Aunque el acero es un material incombustible cuando se le somete al fuego directo y continuo, disminuye resistencia y se deforman los elementos con probables defectos destructivos, este riesgo es posible disminuirlo mediante la instalación de rociadores suspendidos, los cuales se accionan a una temperatura determinada.
- Son estructuras susceptibles a la vibración, lo cual trae como consecuencia una instalación ruidosa.
- Su costo de mantenimiento es alto.
- Debido a que aprovechan la ventilación natural, el interior del edificio está prácticamente a merced de la intemperie, aumentando por lo tanto, los costos de mantenimiento.

Construcciones de tercera categoría

La madera es el material que interviene fundamentalmente en la construcción de estos edificios. La cimentación de estos edificios, como la de los anteriores, es de hormigón armado.

La estructura principal esta formada por columnas y armaduras de madera cuando los claros son grandes. Cuando estos son pequeños se usan vigas de madera en lugar de armaduras, las cuales soportan la cubierta superior.

La cubierta superior puede ser de lámina de zinc o asbesto y en algunos casos de lámina ondulada de cartón impermeables. Los pisos son de hormigón rústico. Los muros y tabiques interiores pueden ser de mampostería o de madera, las puertas y ventanas son de madera. Estos edificios generalmente se conforman de una sola planta, la cual está destinada al área de producción y dentro de la misma se destina un lugar para una pequeña oficina, debe poseer un área de servicio para los empleados.

Ventajas:

- Su costo de construcción es el más bajo de los tres.
- Son fáciles de montar y desmontar, ya que las uniones son con clavos o tornillos y los elementos son ligeros.
- Las cimentaciones son ligeras y no requieren de precisión, ni de cálculo en su relación.
- Son estructuras que se pueden modificar con facilidad y bajo costo.
- Generalmente el área que ocupan es pequeña.

Desventajas:

- Las cargas que soportan son pequeñas debido a la resistencia estructural de la madera.
- La madera es un material altamente combustible.
- Es costo de mantenimiento es muy elevado debido a la durabilidad de la madera, ya que constantemente se producen desajustes en las uniones, debido a la constante vibración.
- Debido a la baja resistencia estructural y a la limitación de sus tamaños en el mercado, estos edificios se construyen de un solo piso y excepcionalmente llegan a los dos niveles, por la misma razón las cargas que pueden soportar son pequeñas.

1.2.1.3 Techos industriales

Marco teórico

La techumbre o techo es la parte de la cubierta destinada a cerrar el edificio en su parte superior. Va directa o indirectamente apoyada sobre las costaneras y ha de soportar y transmitir a éstas su peso propio, así como los esfuerzos provocados por la acción del viento.

La selección del tipo de techo depende del tamaño de la nave deseada y del claro requerido para las operaciones. Durante la fase de elaboración deberán usarse estándares estructurales para edificios de un piso, para elaborar decisiones que llegarán a ser especificaciones del mismo edificio.

Los factores determinantes de un techo son: la impermeabilidad, la duración, la seguridad, las pendientes, el aislamiento térmico y su aislamiento acústico.

Vale mencionar que el techo requiere de dos elementos fundamentales: cubierta y estructura, ampliando las funciones de protección, aislamiento y soporte respectivamente. En las losas de concreto, la cubierta y la estructura se encuentran internamente vinculadas al extremo de constituir una cubierta estructural.

Lo descrito anteriormente, expresa que cubierta y estructura forman una unidad y que cada una de ellas requiere materiales, formas, normas y, en general, tratamientos diferentes.

Materiales utilizados en cubiertas

Cuando se proyecta un techo serán los agentes, de los cuales debe protegerse la construcción, los que determinarán la solución al mismo; empleando según exigencias del lugar: techos planos o inclinados con grandes o pequeños aislamientos térmicos y excepcionalmente acústicos. Son muchos los materiales empleados en techos como la palma, la teja manil (madera laminada generalmente de ocote), la teja de barro, los diversos tipos de lámina de zinc y de asbesto-cemento, de ladrillo y concreto armado, como también los más sofisticados de especificaciones altamente elaboradas por la diversidad de requisitos que se les exige; en cualquiera de los casos, el techo habrá de ser absolutamente impermeable.

Para techo poco o nada impermeable deberá dárseles una pendiente de 15% a 20% para que el agua corra libremente sin llegar a infiltrarse.

Estructura

Es dónde se apoya la cubierta o techo propiamente dicho. Su cometido es soportar su propio peso y el de la cubierta así como de las fuerzas del viento y otras tales como la de personas que puedan transitar por el techo en caso de alguna reparación.

Por el material del que están hechas las estructuras pueden ser:

Armaduras de madera: éste tipo de armaduras ya no es muy usado actualmente para edificaciones industriales. Esta incluye una cubierta a una sola vertiente sobre la planta rectangular o cubierta de tejadillo . La cubierta a dos aguas o de dos vertientes es muy usual en almacenes, talleres, etc.

Armaduras metálicas: actualmente son las más utilizadas, su montaje es fácil, son seguras y duraderas. Estas armaduras contienen cables que van desde la cumbrera al alero, los listones que van apoyados en la misma y forman el entramado para colocar el material de cubrición, se apoyan en las correas y éstas en los pares, y descansan sobre los muros, transmitiéndoles la carga.

Factores de selección de la estructura

Los factores que se deben tener en cuenta en el acto de proyectar una estructura metálica básicamente son:

- El tipo de terreno y su capacidad de deformación frente a los asientos diferenciales que se pueden presentar en el terreno.
- La propia cimentación compatible con el terreno y la estructura
- El tipo de edificación y su uso.
- La rapidez de ejecución prevista y el factor económico.

Estructura tipo cercha

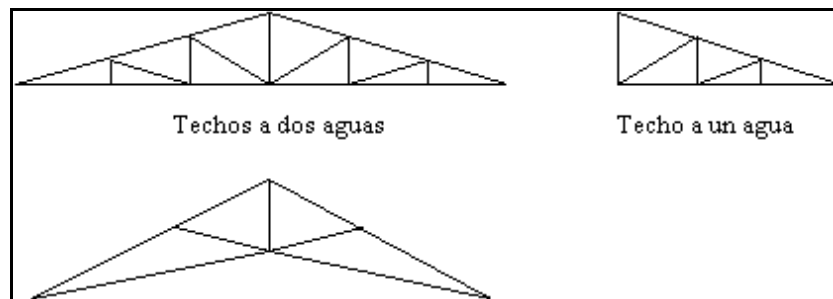
Es el tipo de estructura más utilizado en el montaje de techos industriales. Este tipo de sistemas tienen la característica de ser muy livianos y con una gran capacidad de soportar cargas. Se utilizan principalmente en construcciones con luces grandes, como techos de bodegas, almacenes, iglesias y en general edificaciones con grandes espacios en su interior. Las cerchas también se usan en puentes, aunque para este tipo de estructuras los puentes atirantados, colgantes (cables), los puentes en vigas de alma llena (ya sea vigas armadas soldadas) y los puentes en concreto pre-esforzado se han desarrollado tanto que resultan ser sistemas más atractivos para el diseñador.

Existen diferentes tipos de cerchas de acuerdo con la solución estructural que se requiere. Su construcción o ensamble se lleva a cabo uniendo elementos rectos, que primordialmente trabajan a esfuerzos axiales, en unos puntos que se llaman nudos y conformando una geometría tal que el sistema se comporta estable cuando recibe cargas aplicadas directamente en estos nudos.

De acuerdo con su uso se tienen cerchas para techos, para puentes o simplemente para vigas pertenecientes a un sistema de piso.

En las cerchas utilizadas para techos se busca que su geometría supla la forma del techo. Por lo general el cordón superior conforma las pendientes del techo y el inferior es un tensor horizontal. En techos con luces grandes esto obligaría a tener una cercha muy alta en el centro, en ese caso se puede también hacer la cuerda inferior inclinada.

Figura 3. Estructuras tipo cercha



Fuente: <http://estructuras.eia.edu.co/estructuras1/cerchas/cercha25.gif>

Tipos de techos para edificios industriales

Los techos usados en naves industriales existen en diferentes formas de materiales como se vió con anterioridad. Los tipos más comunes se enumeran a continuación:

1. Techos planos
2. Techos a dos agua
3. Techos dientes de sierra
4. Techos curvos

Techos planos

Son de concreto y para edificios de primera categoría. El mantenimiento es casi nulo. Son caros de construir, si el edificio es muy grande hay que construir columnas, las cuales estorbarían.

Estos techos necesitan un 2% de inclinación como mínimo con respecto a la corona del edificio.

Figura 4. **Techo plano**



Fuente: <http://www.arqa.com/cms/wp-content/files/2008/04/casa-jm490-laguna-del-sol-final-02.jpg>

Techo de dos aguas

Se compone de dos faldones que vierten las aguas en lados opuestos. Estos son para edificios de segunda categoría. Es recomendable 20% total de lámina plástica para aprovechar la luz del día. La inclinación debe ser de 15° a 20°.

Figura 5. **Techo a dos aguas**



Fuente: www.inta.gov.ar/ALTOVALLE/images/inver.gif

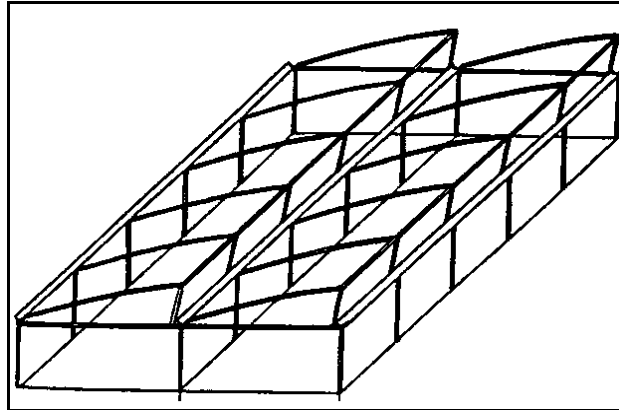
Techos dientes de sierra

Formado por faldones de distinta pendiente; el más vertical va acristalado para que entre luz, y el otro con material de cubrimiento. Es típica de las naves industriales.

No es aconsejable para vapores, pero tiene una alta iluminación natural. No lleva columnas interiores y sus estructuras son livianas y de metal.

Puede ser de concreto (primera categoría) y de metal y/o lámina (segunda categoría).

Figura 6. Techo dientes de sierra

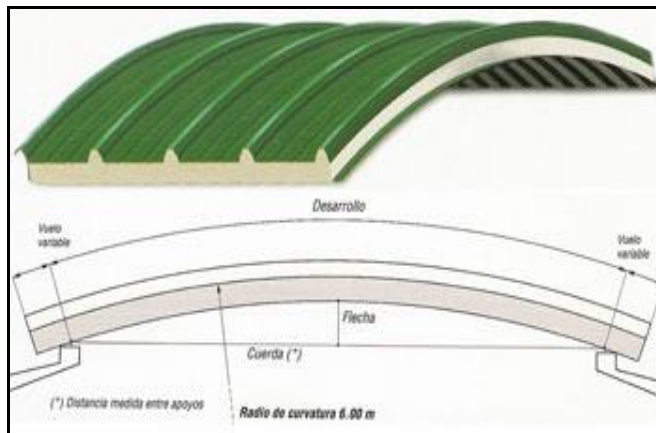


Fuente: www.fao.org/docrep/005/S8630S/s8630s19.gif

Techo curvos

En muchas ocasiones es deseable montar techos curvos debido a diferentes motivos, como resistencia, estética, evacuación de aguas, etc.

Figura 7. Techo curvo



Fuente: www.k-techar.com/images/show/732053810.jpg

El siguiente cuadro muestra las comparaciones entre cada uno de los tipos de techos:

Tabla I. **Comparación de distintos tipos de techo**

Tipos de techos	Ventajas	Desventajas
De dos aguas	<ul style="list-style-type: none"> • Usado en naves altas da la oportunidad de formar entresijos dentro del área de la nave. • Por su forma pueden agregarse luminarias y ventiladores, favoreciendo la iluminación y la ventilación. • Su instalación es rápida, es desmontable por lo que, puede usarse en otros lugares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesaria la implantación de un programa de mantenimiento preventivo a las estructuras. • La lámina de zinc o asbesto no favorece el aislamiento térmico y ambas deben ser pernadas para su fijación, por lo que puede haber corrosión galvánica. • La lámina necesita ser pintada periódicamente y para el apoyo de la misma necesita ser exacta, ya que, sino, quedarán desalineadas las vigas.
Diente de sierra	<ul style="list-style-type: none"> • En naves de gran altura se aprovecha la posibilidad de la iluminación natural. • Es desmontable, se puede usar en otros lugares. • Su forma permite aprovechar la ventilación natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se pueden usar en lugares con demasiada luz entre columnas, por que las columnas obstaculizan el paso y la distribución de la planta. • Necesita mantenimiento preventivo y la lámina de asbesto o zinc no favorecen el aislamiento térmico. • El material a usar para su instalación es mayor que en otros tipos de techos.

Curvos	<ul style="list-style-type: none"> • Su instalación es rápida y su mantenimiento poco, ya que el material a usar para la cubierta es lámina de aluzinc. • Es muy estético y tiene forma aerodinámica. • No existe corrosión galvánica por ser lámina ensamblada y no perneada, su forma actúa como aislante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por su forma existe pérdida de espacio en sus lados longitudinales. • Es de mayor costo y no se puede desmontar fácilmente, además sus muros de apoyo deben ser sumamente resistentes, ya que deben contrarrestar las fuerzas horizontales que actúan en el techo.
--------	---	---

Fuente: <http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/810.htm>

1.2.1.4 Ventilación

La ventilación industrial se refiere al conjunto de tecnologías que se utilizan para neutralizar y eliminar la presencia de calor, polvo, humo, gases, condensaciones, olores, etc. en los lugares de trabajo, que puedan resultar nocivos para la salud de los trabajadores. Muchas de estas partículas disueltas en la atmósfera no pueden ser evacuadas al exterior porque pueden dañar el medio ambiente.

Se considera una parte integral del acondicionamiento del aire ambiente, con la finalidad de eliminar los contaminantes y aportar un aire respirable y una climatización de las condiciones de temperatura (calefacción o refrigeración) y humedad (hasta el estado de confortabilidad). Por lo tanto, es un medio útil de control de la temperatura y los contaminantes.

Cuando se piensa en ventilación de edificios industriales se analiza el proceso, mediante el cual el aire viciado del interior es reemplazado por aire fresco del exterior.

Entonces en este proceso se extrae el calor generado por las fuentes mencionadas anteriormente; es decir, se efectúa un balance térmico ya que la cantidad de calor desplazado por el aire fresco es igual al calor ganado en el edificio menos el calor irradiado en el mismo y así mantener la temperatura interior constante, beneficiando el proceso y a los operarios.

La renovación del aire dentro de una nave industrial se puede llevar a cabo por dos medios:

Renovación natural: la que no precisa de instalación alguna, ya que debido a su propia estructuración y diseño permite una renovación gradual y suficiente de aire.

Renovación forzada: la que puede ser de dos tipos:

1. Renovación forzada estática: la que precisa algún tipo de instalación para crear unas corrientes de aire y poder evacuar los gases viciados
2. Renovación forzada dinámica: la que precisa de instalaciones de impulsión y/o extracción para crear depresión o sobrepresión.

Ventilación natural

Esta es la ventilación mediante la cual se aprovechan los medios naturales disponibles para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por el y expulsarlo.

Estos medios son los siguientes:

- La energía cinética del viento.
- El tiro natural provocado por la diferencia de temperaturas, entre el aire interior y el aire exterior.

El movimiento del aire puede ocurrir por una de estas fuerzas actuando individualmente o a la combinación de ambas, esto depende de las condiciones atmosféricas, del diseño del edificio y de la localización y orientación del mismo.

Los resultados esperados pueden variar con el tiempo debido a los cambios de velocidad y dirección del viento y las diferencias de temperaturas, considerando también, la orientación de las ventanas y su diseño para que estas actúen a favor de las fuerzas naturales y no se produzcan efectos antagónicos.

La temperatura del aire en el interior de los edificios industriales es generalmente mayor a la temperatura del aire exterior, por lo tanto el peso de una columna de aire en el interior del edificio es menor que el peso de la misma columna del aire exterior. Esta diferencia de pesos referida a un área determinada produce una diferencia de presiones que recibe el nombre de tiro natural y que establece una corriente de aire del exterior al interior del edificio a través de las aberturas localizadas en los niveles inferiores.

El aire frío que entra por la parte inferior del edificio toma calor del interior del mismo, formándose corrientes convectivas ascendentes que encuentran su salida por las aberturas de nivel superior. Este efecto de chimenea dentro de los edificios es el que se aprovecha para ventilarlos naturalmente, reforzando así, la acción dinámica del viento cuando este sopla contra el edificio.

El tiro natural es más eficiente para la ventilación cuando aumenta la diferencia de temperatura, cuando las áreas de salida y entrada son sensiblemente iguales aunque teóricamente las áreas de salida deben ser mayores, pues el volumen de aire que sale es mayor que el que entra, debido a la expansión correspondiente al incremento de temperatura.

Ventilación mecánica

Debido a los contaminantes que resulte el proceso, muchas veces no se podrá ventilar usando únicamente los efectos de ventilación natural.

1.2.1.5 Pisos industriales

En el medio la industria ha alcanzado altas proporciones debido a su actividad fabril, ya que ha tenido necesidad de modernizar su equipo y maquinaria, el cual es cada vez más sofisticado y muchas veces pesado, deberá transmitir su fuerza directamente a la superficie del piso y suelo de la planta de producción; además, habrá que considerar el tipo de proceso y características de la maquinaria para escoger el piso adecuado.

Tipos de pisos y su uso

Los pisos industriales más conocidos en nuestro medio son:

- **Pisos de cemento:** son comúnmente los que se utilizan para los ambientes industriales de proceso, donde hay personas, máquinas, materiales, etc.

- **Pisos de hormigón:** son aquellos pisos de cemento que llevan un refuerzo con hierro armado y soportes en las juntas con dovelas, se ponen regularmente en áreas de tránsito pesado o paso de montacargas.

- **Pisos de arcilla:** son aquellos que se utilizan en áreas de proceso donde hay mucha presencia de agua, son altamente resistentes a la humedad pero muy frágiles a la compresión, no resisten mucha carga.

- **Pisos de granito:** se utilizan en áreas de oficinas.

• **Pisos sobrepuestos:** son imitación de pisos que se ponen encima de los pisos de cemento para decorar oficinas, son de resina plástica y muy fáciles de colocar, su resistencia al desgaste es poca, pero son muy decorativos.

Consideraciones de diseño

El espesor del piso puede variar dependiendo el uso que se le va a dar, sin embargo, en general las consideraciones siguientes pueden ser usadas.

Clasificación de los pisos

Se recomienda que los pisos de tipo uno deberán tener como mínimo cuatro pulgadas, pero preferible cinco de espesor. Los pisos tipo dos y tres deberán tener como mínimo cinco pulgadas de espesor. Los pisos tipo cuatro deberán tener como mínimo seis pulgadas. Los pisos cinco deberán tener la capa superior de $\frac{3}{4}$ y 1.5 pulgadas y la capa inferior deberá tener cinco de espesor; el espesor de la capa superior no deberá ser considerado en el diseño estructural del piso.

Cada uno de los pisos mencionados pueden en un momento dado ser sometidos a cargas mayores y esfuerzos de compresión, por lo que deben ser diseñados tomando en cuenta un factor de seguridad.

Refuerzo de piso

Si el piso está soportado sobre un suelo uniforme, el uso de acero de refuerzo no incrementará la capacidad de carga apreciablemente. Usar gran cantidad de refuerzo para aumentar la resistencia estructural es normalmente antieconómico. El esfuerzo de tensión crítico generalmente está arriba y abajo del piso, así que cualquier acero usado para resistir estos esfuerzos debe ser puesto en dos capas. En este caso, generalmente es más económico para mejorar la resistencia estructural, aumentar el espesor del concreto y poner más atención a la calidad de la sub-base.

Es por ello que se aconseja realizar un análisis del suelo, ya que este debe tener una capacidad de soporte adecuada para proporcionar un soporte continuo y uniforme.

La práctica común del diseño consiste en diseñar en función de una carga viva de 75 lb/pie², para fabricación liviana y de 125 lb/pie², para fabricación pesada y almacenaje. El piso debe estar uniformemente apoyado sobre el suelo, por lo tanto el suelo debe estar uniformemente compactado o bien usar una sub base granular de cuatro pulgadas de espesor. Incluso con una sub base granular uniforme, es probable que el piso se asiente de manera distinta que el muro colindante y de los cimientos de la columna. Estas juntas de aislamiento, llamadas a veces juntas de expansión, deben permitir tanto el movimiento vertical como el horizontal.

La razón para el refuerzo de acero en el concreto es que reduce al mínimo el ancho de las grietas aleatorias; por tanto, el acero debe estar cerca de la parte superior de la losa y no en la parte inferior, las juntas de las losas deben ser angostas como será posible, para reducir el volumen del material de relleno necesario y reducir el área de superficie expuesto al daño de las ruedas de los vehículos que transitan por la planta.

Técnicas de fundición

El concreto es el material que se utiliza en las fundiciones de pisos industriales y es un término similar al hormigón, siendo una mezcla de cemento, arena, pedrín y agua, la diferencia que existe entre el mortero, es que el mortero es una mezcla de cemento, arena y agua sin contener pedrín.

La uniformidad en la compactación del suelo es el secreto para una buena fundición, esta compactación es necesaria para lograr una sub base.

El sistema de fundición de tablero de ajedrez, es muy usado debido a que es más práctico y más económico para la persona que está fundiendo, sin embargo, para el usuario es un sistema de poca duración y de alto costo, ya que para un piso industrial, el grosor de la planta debe ser de 20 a 30 centímetros, para soportar alto tráfico y paso de montacargas.

Con el sistema de transferencia de cargas, el grosor de la fundición no pasa de los 20 centímetros, ya que la carga la comparte con la losa vecina, haciéndola muy eficaz con el simple apoyo sobre la otra losa, efecto que se logra al diseñar la formaletas cuando se funden las losas.

Cuando se necesita mayor resistencia en las losas específicamente en las juntas, se puede fundir con el sistema de dovelas, y consiste en poner varillas de hierro de $\frac{1}{4}$ " de 40 a 50 centímetros, entre junta y junta, cada 30 centímetros a lo largo de la losa siendo esta varilla de tipo liso y no corrugada para que tenga movimiento a lo largo, pero no verticalmente, además se debe engrasar una punta de la varilla cuando se funde, para que no quede rígida en una de los extremos.

Causas de deterioro de los pisos de concreto

Un piso de concreto se puede deteriorar por haberse construido con un concreto malo o no haberlo diseñado y calculado adecuadamente. También puede producirse la desintegración rápida por no conocer las limitaciones del piso. Estas limitaciones están en función de la actividad industrial.

En algunos casos un piso uniforme de alta calidad requiere un tratamiento especial para resistir el deterioro. Materiales para tratamientos superficiales pueden ser obtenidos para resistir cualquier grado de deterioro y frecuentemente, la selección es basada en condiciones secundarias tales como, color, olor, temperatura y resistencia al desgaste.

El color puede ser importante para lugares donde este expuesto al público o en un lugar donde se desee un índice alto de reflectancia y el olor para lugares donde haya comidas. Es de considerar que el tipo de protección varía con la temperatura ambiente, ya que la mayoría de las reacciones químicas son más rápidas a temperaturas altas.

Algunos tratamientos son efectivos a temperaturas moderadas o cuando su uso es relativamente ligero, pero no resisten altas temperaturas o el desgaste por el tránsito. También, habrá que considerar el costo y comparar sus opciones económicas, recordando que no necesariamente, el de costo inicial más bajo es el que la protección más económica.

1.2.1.6 Pintura industrial

El efecto de una buena iluminación natural de un edificio, es decir, con ventanas bien distribuidas de un tamaño adecuado, se ve favorecido grandemente con el color de pintura escogido para aplicar en sus interiores, así como el color escogido para pintar la maquinaria y el equipo, colores de seguridad, identificación de tubería y señalización del piso.

División de la pintura industrial

La pintura industrial se divide en cuatro renglones:

- **Pintura de pisos:** es necesaria cuando para obtener protección sobre la superficie o para obtener mejores parámetros de reflexión de la luz tanto natural o artificial sobre el ambiente al cual se indique.
- **Pintura de techos:** los techos se pintan cuando la superficie es metálica, básicamente cuando están conformados por láminas galvanizadas o similares, pues el tiempo de vida de dichas láminas estarán sujetas a las inclemencias del tiempo.

Una de las técnicas más usadas para pintar un techo es sellar primeramente las juntas de las láminas con un sellador, que regularmente son tiras de plástico auto adherente, esto se hace con el propósito de proteger las filtraciones de agua en el invierno. Posteriormente al sellado de uniones, una mano de pintura de aceite color fuerte y una mano de pintura de aluminio, el cual contrasta con el color natural de la lámina galvanizada.

- **Pintura de paredes:** las paredes se pintan por decoración básicamente y por protección de los agentes físicos a los cuales están sometidos, así como la reflexión de la luz natural o artificial sobre las paredes y que contribuyen con una mejor iluminación del ambiente.

- **Pintura de maquinaria:** se hace con el propósito de identificar y organizar mejor los programas de mantenimiento de la planta, pues además del proteger la carcasa del motor de los agentes externos y dar una solución estética, la pintura puede ayudar a identificar los motores o maquinaria fácilmente.

Cuando la pintura es de color claro, ésta tiene un índice de reflexión bastante alto, de tal manera que un gran porcentaje de luz que incide sobre la superficie pintada se refleja sobre el área de trabajo aumentando la intensidad lumínica y logrando el efecto deseable de difusión.

Sin embargo, los colores oscuros tienen la propiedad de reflejar poca luz, por lo que los ubica en un nivel de ineficiencia cuando el objetivo sea lograr altos grados de iluminación.

Estas dos características son de mucha importancia en el desarrollo de un trabajo eficiente, ya que dependiendo de nuestro objetivo se podrá contrastar ambas tonalidades.

La eficiencia de los operarios está en función de los colores que se elijan para pintar los diferentes planos, ya que una superficie de trabajo sin contraste o un contraste fuera de lo normal provoca un agotamiento visual, por lo tanto se debe tomar muy en cuenta lo siguiente:

- Los pisos de los edificios industriales reciben poca luz por lo que deberán ser claros, sin embargo, estas superficies están sujetas a un programa de mantenimiento constante por lo que se escogen colores más oscuros, los cuales permiten un programa menor de limpieza, pero un índice bajo de reflexión.
- El techo y las paredes deben ser pintados con colores que den un alto índice de reflexión para mejorar la iluminación, aunque estas últimas en su parte inferior pueden pintarse con un color que presente un índice medio.
- La maquinaria o los bancos de trabajo deben pintarse con colores contrastantes con respecto a las paredes.

Aspectos importantes de la pintura industrial

Lo más importante al pintar la maquinaria es no abundar de colores las diferentes áreas, pues en lugar de ayudar y embellecer la planta traerá confusión con esta medida.

La pintura de seguridad que se debe hacer en las tuberías de conducción de líquidos, gases o vapor de las instalaciones de la planta.

Código de colores industriales

Los colores básicos recomendados por el Código de Seguridad de la *American Standard Association*, y reconocido oficialmente por la ASME (*American Standard Mechanic Engineers*), son ocho en total: rojo, naranja, amarillo, verde violeta, azul, blanco y negro.

Aplicaciones del color rojo

Es el color básico para designar:

- a) Equipo de protección contra incendio.
- b) Zonas de peligro: latas y recipientes que contengan líquidos inflamables.
- c) Señales de alto: frenos de emergencia en máquinas peligrosas, botones para accionar los interruptores eléctricos que detienen la maquinaria.

Aplicaciones del color naranja

El color naranja se usa como color fundamental para indicar piezas móviles o partes peligrosas de máquinas o equipos, con línea de corriente eléctrica viva, que puede causar alguna cortadura, aplastamiento, descargas o lesiones, y para hacer destacar estos riesgos cuando están abiertas las puertas o tapas de protección (llámese guardas) colocadas a los engranes, bandas, levas, u otro equipo móvil están abiertas o se han quitado, dejando sin protección dichos puntos peligrosos.

Aplicaciones del color amarillo

Es el color básico para: a) designar precaución y b) marcar riesgos físicos, como bordes, piso resbaloso, obstáculos, etc. Con excepción del blanco, el color amarillo es el más visible de todos los colores.

En lugares donde se requieren señales especiales de precaución, se utilizan combinaciones de amarillo y negro, por su brillantez. Limítense el uso del color a los lugares definitivamente peligrosos.

Aplicaciones del color verde

El color verde es el color utilizado para designar: seguridad y localizar el equipo de primeros auxilios.

El color verde se ha asociado a la idea de seguridad y primeros auxilios, y es comúnmente utilizado con el símbolo de cruz, por lo cual, se emplean cruces de color verde para señalar los artículos mencionados.

Aplicaciones del color azul

Es el color designado para indicar precaución o cautela, cuyo uso se limitará a advertir contra el arranque, el uso o el movimiento del equipo que está en reparación o el que se está trabajando. Aplicaciones para el color azul: elevadores, controles eléctricos, hornos, secadores, tanques, válvulas, escaleras portátiles, calderas, andamiaje.

Aplicaciones del color violeta

Es el que indica el riesgo de radiación. Se usa color amarillo en combinación con el violeta, para señales especiales que permitan riesgos de radiación asociados a: isótopos radiactivos, productos radio químicos y materiales fisionables.

Se recomienda utilizarlo en los siguientes casos: en cuartos y áreas (dentro y fuera de los edificios) en los que se almacenen o manejan materiales radioactivos, o lugares contaminados por los mismos, recipientes para la eliminación de materiales radioactivos, recipientes de contengan materiales radioactivos, equipo contaminado con el mismo material.

Aplicaciones de los colores blanco y negro

Los colores blanco y negro, o una combinación de ambos, se utilizan para las señales de mantenimiento y tráfico. Pueden emplearse superficies de colores lisos, franjas de un solo color, franjas alternas de blanco o negro, o cuadrícula blanca y negra.

En general se puede decir que:

Rojo: significa actividad peligrosa.

Amarillo: significa atención, peligro.

Verde: significa seguridad.

1.2.1.7 Iluminación Industrial

La iluminación es un factor de mucha importancia dentro de un proceso fabril, ya que la eficiencia de los operarios depende en condiciones normales de la calidad de iluminación en el área de trabajo.

A fin de prefijar la iluminación apropiada para una zona industrial, es necesario en primer lugar, analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad. El segundo paso consiste en seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera más satisfactoria.

La iluminación en los edificios industriales puede ser natural, artificial o combinada. Estos deben ser planeados y diseñados para que se aproveche al máximo la iluminación natural, existen muchas veces una serie de obstáculos que impiden este aprovechamiento, por que habrá que pensar en la iluminación artificial. En estos casos habrá que planearse el proyecto de tal manera que satisfaga las normas cualitativas y cuantitativas de la iluminación a un costo moderado y justificado.

Análisis de la tarea visual

El tamaño, el brillo, el contraste y el tiempo se han definido como las características principales que determinan la visibilidad relativa de un objeto.

Además de estas características fundamentales, en la tarea visual influyen por otra serie de factores, de los que los más importantes son probablemente el acabado del objeto (que va del mate al brillante y del suave al áspero), la naturaleza del material con respecto a la transmisión de luz (desde lo opaco al traslúcido y hasta el transparente) el grado del efecto tridimensional (desde una superficie lisa hasta una de relieve complicado) y las características de reflexión de los alrededores más inmediatos.

Selección del equipo

En la práctica, la selección de la fuente y del equipo depende tanto de razones económicas como de la naturaleza de la tarea visual y del contorno. La extensión y forma de la zona a iluminar, la reflectancia de las paredes techos y suelos, las horas de funcionamiento anuales, la potencia nominal y otros factores menos importantes deben tenerse en cuenta al seleccionar el equipo Idóneo que habrá de ser económico tanto por su funcionamiento como por su instalación. El grado requerido de fidelidad de color es también importante en la elección de la fuente de la luz.

Calidad del alumbrado

La iluminación de interiores puede involucrar las consideraciones referentes a calidad. Tales como las relaciones de brillo, deslumbramiento directo, reflectancias y acabos apropiados de paredes, suelos, elementos estructurales y máquinas. La importancia de estos factores de calidad varía de acuerdo con la severidad y duración de la tarea visual, pero nunca deben olvidarse.

Ambiente agradable

La gente realiza sus trabajos mejor en un ambiente en el que están a gusto. Por ello, el proyecto de un buen alumbrado influye consideraciones que conciernen a todo el contorno. A menudo se puede hacer mucho en este sentido, al coordinar las combinaciones de colores modelos de luz y el entramado de los interiores con la selección de la fuente de luz y las luminarias.

Forma del local

Al proyectar instalaciones de alumbrado general, es preciso considerar la forma del local para seleccionar una luminaria que tenga la distribución adecuada independientemente de la altura de montaje. Las luminarias de distribución ancha son adecuadas para locales anchos con respecto a ella.

A no ser que se trata de casos en los que el proceso visual se realiza en gran parte sobre superficies verticales, las luminarias de iluminación estrecha son recomendables en habitaciones altas y estrechas para dirigir la luz hacia la zona de trabajo mejor que hacia la parte superior de las paredes, donde sería menos útil.

Costos de mantenimiento

En zonas cuyo alumbrado va ser utilizado casi continuamente, el costo inicial es de menor importancia comparado con el de mantenimiento. Así, las fuentes de alta eficacia (mercurio, fluorescentes o fluorescentes de mercurio) con vida larga y alta emisión luminosa resulta muy interesante para reducir los consumos y la conservación. Por otra parte, en los casos en que las lámparas se utilizan durante periodos más cortos, el costo inicial es más importante y pueden ser recomendables las lámparas de filamentos a pesar de su eficacia más baja.

La potencia nominal es otra de las consideraciones fundamentales en la economía del alumbrado. Unas mayores potencias nominales y unos costos más elevados del equipo y de las lámparas serán justificables si redundan en un sistema de mayor eficacia y en una reducción de los costos de funcionamiento.

Niveles de iluminación

La cantidad de luz suministrada por un foco luminoso natural o artificial está en función del trabajo a ejecutar y el diseño propio del ambiente, para ello se considera:

- La iluminación en relación al trabajo.
- Tablas de iluminación.

Tablas de niveles de iluminación

Existen diversas tablas que se aplican tanto en Europa como en Estados Unidos de Norte América.

En cada caso específico se puede recomendar un determinado nivel de iluminación, en la tabla II se muestran los niveles más comúnmente utilizados. En la tabla III se señala una tabla general de niveles de iluminación según la actividad. Cabe mencionar que existen muchas tablas que pueden ser utilizadas como criterio.

Tabla II. Niveles comunes de iluminación

Tipo de Local	Nivel de iluminación (lux)
Auditorios	300
Casino, Restaurantes	150
Talleres de servicio (reparaciones)	200
Salas de ventas	300
Oficinas en general	400
Bancos	500
Bodegas	150
Pasillo	50
Naves de maquinas herramienta	300
Fabricas en general	300
Salas de trabajo iluminación suplementaria en cada punto	150
Imprentas	500
Laboratorios	500
Laboratorios de instrumentos	700
Bibliotecas publicas	400
Vestuarios de industrias	100
Salas de dibujo profesionales	600

Fuente: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/luminotecniai_luminacion/default5.asp

Tabla III. Tabla general de niveles de iluminación

Área o tipo de actividad	Iluminancia (lux)
Áreas publicas con alrededores oscuros	20-50
Orientación simple para las visitas temporales cortas.	50-100
Área de trabajo donde las tareas visuales se realizan ocasionalmente.	100-200
Áreas de tareas visuales de alto contraste o de tamaño grande.	200-500
Áreas para tareas visuales de mediano contraste o de tamaño pequeño.	500-1000
Áreas para tareas visuales de bajo contraste o de tamaño muy pequeño.	1000-2000
Áreas para tareas visuales de bajo contraste con objetos de tamaño muy pequeño, por periodos prolongados.	2000-5000
Áreas para tareas visuales que requieren exactitud por periodos prolongados.	5000-10000
Áreas para tareas visuales muy especiales con contraste extremadamente bajo y objetos muy pequeños.	10000-20000

Fuente: <http://funindes.usb.ve/indene-web/iluminacion/niveles1.html>

Iluminación natural

Es la iluminación mediante la cual se aprovecha el flujo lumínico que irradia el sol, para iluminar el plano de trabajo.

Debido a la creciente necesidad de ahorro de energía eléctrica, la iluminación natural cobra cada vez mayor importancia en el diseño arquitectónico. Y es que, con estrategias lumínicas adecuadas, en gran parte del país se podría prescindir de luz artificial en horarios laborales normales, sin necesidad de recurrir a modificaciones horarias.

Aprovechamiento de la luz solar

Para tener un excelente aprovechamiento de la luz solar se deben considerar los siguientes aspectos:

- Orientación de la fachada.
- Usos del ambiente.
- Horas de trabajo.
- Instalación de ventanas.

Iluminación artificial

La iluminación artificial es complemento o sustituto de la iluminación natural, ya sea porque no existe forma de aprovecharla o porque no cumpla con los niveles de iluminación requeridos en el plano de trabajo.

El objetivo dominante en el proyecto de alumbrado para interiores laborales ha sido siempre instalar luz suficiente para permitir llevar a cabo con eficacia, seguridad y confort el trabajo y otras actividades.

Tipos de lámparas

Se pueden clasificar las lámparas de mayor uso en nuestros tiempos en:

- Lámpara incandescentes
- Lámparas halógenas
- Lámparas fluorescentes (lámparas de descarga de baja intensidad)
- Lámparas de descarga:
 - ✓ Vapor de mercurio o alta presión.
 - ✓ Haluros metálicos.
 - ✓ Sodio a baja presión.
 - ✓ Sodio a alta presión.

Cabe mencionar que no existe ninguna fuente de luz artificial universal que se adapte a todos y cada uno de los segmentos de aplicación. Las diferentes instalaciones requieren características de rendimiento distintas y cada fuente de luz presenta sus propias ventajas y desventajas.

Tipos de iluminación

a) Iluminación general

Las luminarias están dispuestas de modo que produzcan un nivel de iluminación casi uniforme en cualquier punto del local.

Usos: grandes naves, oficinas, bodegas.

Figura 8. **Planta con iluminación general**



Fuente: http://www.diarioya.es/store/0806-GM-Planta-mexico_th_3.jpg

b) Iluminación suplementaria

Las luminarias están situadas en la inmediata vecindad del punto de trabajo, y se integran con la iluminación general.

Usos: partes móviles de las maquinas-herramientas tableros de dibujo etc.

Figura 9. **Lámpara suplementaria**



Fuente: www.blogcdn.com/.../2007/06/113000-mbk2.jpg

c) Según la distribución del flujo lumínico

Se clasifica en: iluminación directa, semi directa y mixta.

Iluminación directa: el flujo luminoso está dirigido hacia abajo. Su rendimiento es elevado.

Iluminación semi-directa: el flujo luminoso está dirigido en gran parte hacia abajo y en parte hacia arriba.

Iluminación mixta: el flujo luminoso está distribuido casi por igual, tanto hacia abajo como hacia arriba.

1.2.1.8 Ruido

En términos generales, se puede definir al ruido como un sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, este puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva, aunque en cualquiera de estos casos, es lamentablemente irreversible.

Medición del sonido

Un sonómetro, es el equipo utilizado para medir los niveles de intensidad del sonido a las diferentes frecuencias, por ser un equipo electrónico está capacitado para recibir señales en un rango demasiado amplio de frecuencias que el oído humano no es capaz de percibir, es por eso que vienen equipados con tres escalas de medición: A, B, C.

La escala A fue desarrollada para medir el sonido de una manera similar como el oído humano escucha y es una escala que reduce la sensibilidad a bajas frecuencias y enfatiza las del rango 1000 a 5000 Hz, justamente como el oído humano escucha. Las lecturas de los decibeles con el sonómetro en esta escala regularmente son descritas como dB.

Tipos de ruido

Continuo o constante: es aquel ruido cuya intensidad permanece constante o presenta pequeñas fluctuaciones (menores a 5 dB) a lo largo del tiempo.

Continuo fluctuante: es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias.

Intermitente: presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.

Impulsivo o de impacto: son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo. La duración de este impulso es breve, en comparación con el tiempo que transcurre entre un impulso y otro.

La medición del ruido industrial requiere de información básica para su planeación y ejecución: planos de distribución de la unidad productiva, descripción del proceso, número de trabajadores, especificación del puesto de trabajo, programas de mantenimiento, registros de producción, opinión de supervisores y de los empleados, reconocimiento visual y auditivo.

Métodos de control del ruido industrial

El control del ruido considera el tratamiento en tres puntos a saber:

- 1.- Controlando o atenuando el ruido en la fuente,
- 2.- Controlando o atenuando el ruido en el receptor,
- 3.- Controlando o atenuando el ruido a lo largo de la trayectoria del ruido entre la fuente y el receptor.

Desde luego que cualquier problema de ruido industrial puede requerir que uno o los tres elementos sean considerados en el tratamiento acústico.

Inicialmente los anteriores elementos pueden ser controlados con tres recomendaciones generales:

a) Cambios en el diseño de la fuente de ruido, esto implica por ejemplo el rediseño de los soportes y sujeción de los equipos, reubicar las fuentes ruidosas, reemplazar los motores por otros silenciosos, sustituir los engranajes metálicos por otros de *nylon*, etc.

b) Confinar el ruido en la fuente mediante encerramientos acústicos, para que un material sea efectivo confinando el ruido en un recinto debe tener un alto coeficiente de pérdida de transmisión de sonido (STL), (*sound transmission loss*) y se define como la reducción en el nivel de presión de sonido, medido en decibeles dB, como la energía sonora que pasa a través de un material o de una barrera acústica determinada.

Generalmente un material que es buen absorbedor tiene un bajo coeficiente de pérdida de transmisión de sonido, sin embargo, un buen absorbedor aplicado conjuntamente, con otro con buen coeficiente STL, constituyen un efectivo encerramiento acústico.

3. Absorber el ruido con materiales acústicos, las propiedades de absorción de un material se miden en octavas de banda y se expresa numéricamente para cada material en el coeficiente de absorción de sonido (*sound absorption coefficient*) el cual se define como la fracción decimal de la energía sonora que es absorbida por ese material. Si un material tiene un coeficiente de 0.80, entonces el 80% del sonido incidente es absorbido y el 20% restante es reflejado.

Para que un material sea un absorbente eficiente debe ser capaz de transformar esa energía sonora recibida en calor, es por ello que la estructura porosa de la lana de vidrio es un medio ideal para absorber sonido.

1.2.2 Puentes grúa

Los puentes grúa son máquinas para elevación y transporte de materiales, tanto en interior como en exterior, de uso muy común tanto en almacenes industriales y talleres.

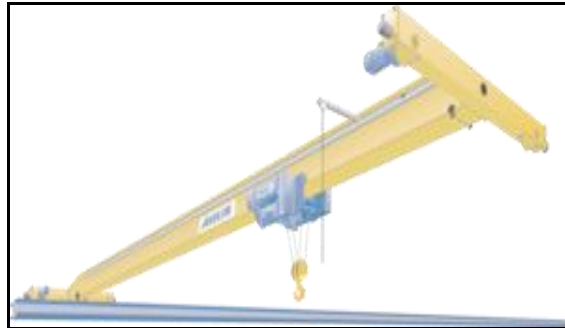
Básicamente, se trata de una estructura elevada formada por una o varias vigas metálicas, con un sistema de desplazamiento de cuatro ruedas sobre rieles laterales, movidos por uno o más motores eléctricos, con un sistema elevador central mediante polipasto y gancho.

1.2.2.1 Tipos de puentes grúa

Se distinguen cuatro tipos de puentes grúa para distintas aplicaciones y condiciones de uso:

- Monorail

Figura 10. **Puente grúa monorail**



Fuente:<http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/090ef0c176db2adb46fc2004c03350eb.pdf>

- Birail

Figura 11. **Puente grúa birail**



Fuente:<http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/090ef0c176db2adb46fc2004c03350eb.pdf>

- Suspendidos

Figura 12. **Puente grúa suspendido**



Fuente:<http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/090ef0c176db2adb46fc2004c03350eb.pdf>

- Monorail de consola

Figura 13. **Puente grúa monorail de consola**



Fuente:<http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/090ef0c176db2adb46fc2004c03350eb.pdf>

1.2.2.2 Aplicaciones

El fin primordial de un puente grúa es mantener el flujo de materiales en movimiento. El uso de puentes grúa es muy común en las grandes industrias debido a la necesidad de transporte de altas cargas de material como pueden ser perfiles de acero, estanques, chatarra, etc.

Con los puentes grúa se pueden subir, bajar y transportar puntualmente cargas de hasta 100 t de forma puntual, lineal o por toda la superficie de la nave.

1.2.3 Definiciones

1.2.3.1 Bienes

Los bienes económicos son los bienes escasos que se adquieren en un mercado tras pagar un determinado precio. Pueden ser materiales o inmateriales, pero todos los bienes económicos poseen un valor y son susceptibles de ser valuados en términos monetarios.

1.2.3.2 Servicios

Un servicio es un conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades de un cliente. Se define un marco en donde las actividades se desarrollarán con la idea de fijar una expectativa en el resultado de éstas. Es el equivalente no material de un bien. Un servicio se diferencia de un bien (físico o intangible) en que el primero se consume y se desgasta de manera instantánea.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Condición actual

A continuación se muestran distintos aspectos de la condición actual de la empresa. Se detallan aspectos del edificio de almacenaje, procesos actuales, herramientas, mano de obra y manejo de desechos.

2.1.1 Análisis FODA

El análisis FODA es una de las herramientas esenciales que provee de insumos necesarios al proceso de análisis de situación actual y planeación estratégica, ya que proporciona información útil para la implantación de acciones, medidas correctivas y la generación de nuevos o mejores proyectos de mejora.

El diagrama básico utilizado es el siguiente:

Figura 14. **Diagrama básico FODA**

	Factores positivos	Factores negativos
Ambiente interno	Fortalezas	Debilidades
Ambiente externo	Oportunidades	Amenazas

Fuente: **Material de apoyo curso Administración de Empresa I**

Las fortalezas y las debilidades son los factores internos que crean valor o destruyen valor. Pueden incluir activos, habilidades o los recursos que una compañía tiene a su disposición, comparados con sus competidores.

Las oportunidades y las amenazas son los factores externos que crean valor o destruyen valor. Una empresa no puede controlarlas. Pero emergen de la dinámica competitiva de la industria, el mercado o de los factores demográficos, económicos, políticos, técnicos, sociales, legales o culturales.

Figura 15. Diagrama FODA Bienes y Servicios Torres

<p><u>Fortalezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Organización simple y flexible Servicio a domicilio Bajo costo de materia prima Alto involucramiento con los clientes Productos tratados contra plagas Servicio personalizado 	<p><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Instalaciones inadecuadas para almacenaje Falta de equipo para manejo y almacenamiento de producto Limitada cobertura de mercado Falta de planes de expansión de mercado Falta de personal exclusivo para ventas
<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Existencia de mercado potencial no abarcado Aumento de tecnología disponible en equipo para manejo de producto Apertura de nuevas industrias en Guatemala 	<p><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Aumento del número de competidores en el mercado Inestabilidad económica del país Servicios similares ofrecidos por la competencia Reducción de la capacidad adquisitiva de los consumidores

Matriz de confrontación del análisis FODA

Una herramienta para combinar los factores internos con los factores externos es la matriz de confrontación, a continuación se muestra el diagrama básico a utilizar:

Tabla IV. **Matriz de confrontación FODA**

OUT IN	FORTALEZAS INTERNAS "F"	DEBILIDADES INTERNAS "D"
OPORTUNIDADES EXTERNAS "O"	ESTRATEGIA FO Utilizar fortalezas Aprovechar oportunidades MAXI MAXI	ESTRATEGIA DO Minimizar debilidades Aumentar oportunidades MINI MAXI
AMENAZAS EXTERNAS "A"	ESTRATEGIA FA Utilizar fortalezas Afrontar amenazas MAXI MINI	ESTRATEGIA DA Minimizar debilidades Minimizar amenazas MINI MINI

Fuente: **Material de apoyo curso Administración de Empresas I**

El enfrentamiento de factores internos y externos conduce al desarrollo de cuatro tipos de estrategias.

La estrategia FO se basa en el uso de fortalezas internas de la organización para aprovechar las oportunidades externas. Este tipo de estrategia es la más recomendada. La organización podría partir de sus fortalezas y a través de la utilización de sus capacidades positivas, aprovecharse del mercado para el ofrecimiento de sus bienes y servicios.

La estrategia FA trata de minimizar el impacto de las amenazas del entorno, valiéndose de las fortalezas.

La estrategia DA tiene como propósito minimizar las debilidades y neutralizar las amenazas, a través de acciones de carácter defensivo.

La estrategia DO tiene la finalidad de mejorar las debilidades internas, aprovechando las oportunidades externas. Una organización a la cual el entorno le brinda ciertas oportunidades, pero no las puede aprovechar por sus debilidades, podría invertir recursos para desarrollar el área deficiente y así poder aprovechar la oportunidad.

La confrontación de factores y desarrollo de estrategias se muestra a continuación:

Tabla V. Tabla de confrontación FODA Bienes y Servicios Torres

IN \ OUT	FORTALEZAS INTERNAS "F"	DEBILIDADES INTERNAS "D"
OPORTUNIDADES EXTERNAS "O"	Inversión de recursos en aumentar la fuerza de ventas. Adquisición de equipo para manejo eficiente de productos.	Establecer un programa de visitas a clientes potenciales para dar a conocer el producto y sus beneficios. Construcción de bodega adecuada almacenaje y carga eficiente.
AMENAZAS EXTERNAS "A"	Desarrollo de nuevos paquetes de servicios. Desarrollo de planes de beneficios para clientes fieles.	Realizar un análisis de reducción de costos y análisis de operaciones ineficientes.

El análisis realizado muestra una panorámica de la situación actual de la empresa así como posibles alternativas de mejora.

2.2 Mano de obra

La mano de obra es la fuerza laboral y productora, es sumamente importante en las operaciones de la empresa y vital para la subsistencia de la misma. Constituye el valor del trabajo directo e indirecto realizado por los operarios o dicho en otros términos, el esfuerzo aportado al proceso fabril.

Es importante diferenciar la mano de obra de producción de la que no lo es. A continuación se describe la mano de obra con que cuenta la empresa:

2.2.1 Mano de obra directa

La mano de obra empleada en las áreas que tienen una relación directa con la producción son dos reparadores junto con sus respectivos ayudantes. Estos obreros se distribuyen la tarea de reparar y fabricar bajo especificaciones, así como fumigar las tarimas para control de plagas.

2.2.2 Mano de obra indirecta

Es la mano de obra empleada en las áreas administrativas de la empresa. Entre esta se pueden: el contador, el jefe de bodega y su ayudante, el repartidor y la secretaria.

Este tipo de mano de obra sirve de apoyo a las actividades de producción y comercio de la empresa, además desempeña un papel importante en la coordinación de las actividades administrativas y contables.

Por el número de empleados con que cuenta la empresa, la coordinación de las diferentes fuerzas de trabajo es más directa y eficiente, lo que permite a la empresa responder a las necesidades de sus clientes de una forma rápida, segura y confiable, la cual es aprovechable para las fortalezas de la misma.

2.3 Materia prima utilizada

Las tarimas pueden ser de plástico o de madera y pueden estar hechas de distintos tipos de maderas duras y blandas.

Madera

La madera es la principal materia prima utilizada por la empresa para la fabricación de tarimas, esto debido a que su costo es menor con relación a los otros materiales. El tipo de madera proporcionará a la tarima diferentes características de carga, durabilidad, manejo y almacenamiento.

La empresa utiliza dos tipos de madera: pino y cedro, la primera es utilizada con mayor frecuencia.

El pino es una madera blanda y liviana, de color blanco amarillento y se oscurece con el tiempo. Sus características lo hacen idóneo para la fabricación de tarimas.

Plástico

Estos materiales son utilizados para condiciones en las cuales las tarimas van a estar expuestas a temperaturas elevadas, frecuentes lavados y manipulación en lugares húmedos.

2.4 Edificio utilizado para almacenaje

La empresa cuenta con un pequeño cuarto para almacenar tarimas, las dimensiones del cuarto son aproximadamente 6x4 m². La estructura del cuarto está hecha de madera y con un techo de lámina. Las paredes exteriores están hechas con paneles de *plywood*.

El edificio no cuenta con ningún servicio, es muy pequeño y no permite guardar una gran cantidad de tarimas.

Las tarimas que no caben dentro del edificio son apiladas en el exterior, quedando expuestas al sol, humedad, además de representar un riesgo a la seguridad de los trabajadores.

2.5 Condiciones ambientales

Los trabajadores están expuestos a muchos factores en el lugar de trabajo, a continuación se describen algunas de estas condiciones ambientales del lugar de trabajo.

2.5.1 Ruido

Según mediciones, al no utilizarse la sierra para corte de madera (que es la que más ruido produce) el promedio de dB de exposición es de 71.5. Al utilizarse la cantidad de dB aumenta a 115.

Entre los ruidos impulsivos y de impacto únicamente se encuentra el que se produce al martillar, estos ruidos alcanzan los 95 dB.

2.5.2 Iluminación

La iluminación es uno de los más importantes requerimientos ambientales de los interiores y exteriores, en tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial para la realización adecuada, segura y confortable de las actividades de la empresa. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz.

Para responder a la demanda de iluminación durante el día, la empresa utiliza únicamente la luz solar para la realización sus actividades.

Para períodos de poca luz solar y durante noche, la empresa cuenta con iluminación general para el área de reparación y carga. La iluminación general se realiza mediante lámparas fluorescentes, con estas lámparas se cubre toda esta área de trabajo, pero la luz emitida es muy difusa y con poca brillantez, lo que representa un esfuerzo visual para los trabajadores.

El área de almacenaje no cuenta con iluminación de ningún tipo, lo que les impide alargar el período de actividades, además de representar un riesgo para los trabajadores, ya que las tarimas están apiladas de forma vertical, convirtiéndose en un área de alto riesgo, en cualquier hora del día y/o actividad desarrollada cerca de ella.

2.5.3 Ventilación

La ventilación es un aspecto muy importante por el tipo de materiales con que se trabaja, ya que se realizan cortes de madera, desprendiéndose partículas que pueden ser inhaladas por los trabajadores. A las tarimas se les rocían químicos que las protegen contra plagas, los cuales son nocivos para la salud, por lo tanto deben ser ventilados adecuadamente.

La ventilación juega un papel predominante también en los niveles de temperatura y humedad del edificio, estos niveles son influyentes en la conservación adecuada del producto almacenado.

Actualmente, los químicos rociados a las tarimas y las partículas de madera se disipan naturalmente, ya que se realizan en un área abierta. El edificio de almacenaje no cuenta con un sistema de ventilación, no tiene ventanas y el aire que circula dentro del edificio, es el que entra por la puerta de acceso.

2.5.4 Piso

El área de reparación y carga cuenta con piso de cemento no alisado de aproximadamente cinco centímetros de espesor. El piso de esta área no muestra signos de deterioro, grietas o alguna falla superficial por fatiga.

El área de almacenaje no cuenta con piso de cemento y las actividades se realizan en un suelo arenoso, lo cual dificulta el transporte de productos al área de carga en época lluviosa, debido a la formación de lodo.

2.5.5 Pintura

La pintura aplicada en el área de reparación y carga es de color mostaza, la cual no es considerada un color claro, lo que implica un valor bajo de reflexión luminosa. Un bajo porcentaje de la luz que incide en las paredes es reflejado al área de trabajo, disminuyendo con esto la intensidad lumínica y aumentando el esfuerzo visual de los trabajadores.

El edificio de almacenaje no cuenta con pintura. En general la empresa no cuenta con un sistema de pintura para señalización de seguridad, señalización de piso y pintura general que favorezca las actividades realizadas.

2.6 Herramientas y equipo utilizado

La eficiencia y facilidad en el manejo de los productos depende en gran manera de la herramienta y equipo utilizado. A continuación se enlistan las herramientas y equipos utilizados en los procesos de interés.

2.6.1 Almacenaje

Para el transporte del producto al área de almacenaje se utiliza un *pallet* o patín hidráulico. Para realizar la colocación en el lugar de almacenaje no se utiliza ninguna herramienta o equipo que facilite esta tarea.

Figura 16. **Patín hidráulico**



Fuente: <http://www.montacargas-y-racks.com/patin-hidraulico-ACS2MR.jpg>

2.6.2 Carga

Para el transporte del producto del área de almacenaje hacia el área de carga se utiliza el patín hidráulico. Este tiene el inconveniente de no poder elevar los productos a una altura mayor de 200 mm.

Para la colocación del producto en el camión repartidor no se utiliza ningún tipo de equipo o herramienta.

2.7 Procesos actuales

Examinar la dinámica de los procesos y la ejecución de las actividades, permite realizar una evaluación integral de la forma en que se realizan estos e identificar posibles áreas de mejora y de oportunidad. A continuación se describen los procesos de almacenaje y carga que realiza la empresa.

2.7.1 Almacenaje

Las tarimas son llevadas en el patín hidráulico hasta el edificio de almacenaje existente. Las tarimas que pueden ser almacenadas en el edificio, son colocadas una sobre otra formando columnas de 15 tarimas. Las columnas son ordenadas a lo largo y ancho del edificio.

Las tarimas que no pueden ser almacenadas en el edificio, son puestas en el exterior formando columnas de 20 tarimas para luego ser cubiertas con nylon para protegerlas de la humedad y de las condiciones ambientales. El proceso de colocarlas en columnas es manual y no se utiliza ningún tipo de equipo que facilite colocarlas de esta manera. La colocación manual implica riesgos innecesarios para los trabajadores, deterioro de los productos y exceso de tiempo y esfuerzo utilizado para esta operación.

Figura 17. Almacenaje en exterior



2.7.2 Carga

Las tarimas son llevadas con el patín hidráulico desde el área almacenaje hacia el lugar donde se cargan al camión repartidor, son elevadas por el patín hidráulico a una altura máxima de 200 mm. Las tarimas son colocadas una sobre otra en columnas de ocho tarimas, luego se ordenan columnas a lo largo y ancho de la palangana del camión.

2.8 Manejo de desechos

En los últimos años la importancia del manejo de desechos ha aumentado significativamente. Por un lado, la eliminación de desechos crea un factor de costos considerable. Por otra parte, cada vez hay mayor conciencia de que se está tratando con recursos limitados.

La utilización sabia de materias primas o la reutilización de esos recursos mediante reciclaje también se consideran cada vez más como un medio de reducción de costos y una política amigable al medio ambiente.

2.8.1 Desechos sólidos

Actualmente, la empresa produce residuos de madera obtenidos de la fabricación y reparación, los cuales son vendidos a un aserradero, quienes lo convierten en aserrín para luego ser vendido. Este aserrín es utilizado en los talleres mecánicos para limpiar derrames de aceite o grasas. Parte de los residuos es regalado para ser utilizado como combustible en hogares.

2.8.2 Desechos líquidos

No se producen desechos líquidos derivados de algún proceso o actividad realizada en la empresa, ya que la materia prima predominante con la que se trabaja es madera.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Bodega de almacenamiento

El diseño propuesto busca proveer un edificio de almacenaje que aproveche al máximo el espacio disponible, que permita óptimas condiciones ambientales de trabajo y que satisfaga las necesidades y requerimientos específicos de la empresa en la forma más económica posible. Se busca un diseño que cumpla con los requerimientos estructurales adecuados y equipo necesario para el eficiente manejo de productos y fluidez en el recorrido de los mismos.

3.1.1 Tipo de edificio

Se sugiere un edificio de una planta, ya que se busca una superficie sin interrupciones de piso y que sea adecuado para la implementación de un puente grúa. Este tipo de edificación facilita la instalación de los carriles dentro de su diseño estructural. Los edificios de una planta facilitan y favorecen la circulación continua de materiales con el mínimo de interrupciones. Se pueden cubrir el área disponible con un mínimo de columnas a un costo razonable, además, de ser flexible al permitir futuras ampliaciones.

Se selecciona este tipo de edificio por ser el más adecuado para el tipo de proceso o actividad que se realizará en sus instalaciones. Por ser un lugar de almacenaje, se evitan todas las interrupciones posibles en la circulación del producto, con el fin de maximizar el uso del área disponible, y aumentar así la calidad y capacidad de almacenaje con que cuenta actualmente la empresa.

3.1.2 Tipo de construcción

Se sugiere un edificio de segunda categoría por las ventajas que estos presentan entre las que se pueden mencionar: las cargas que soportan son altas, son amplios en su interior y esto los hace que se adapten perfectamente a procesos industriales pesados, son de montaje fácil y rápido, ya que sus elementos estructurales principales son prefabricados y permiten cambios en la instalación que resultan económicos.

A continuación, se da una breve descripción de los elementos que formarán parte del edificio. Las características de algunos de estos elementos y del edificio serán profundizadas en incisos posteriores.

En la construcción habrá predominio en el uso de acero estructural con apoyo de concreto en su cimentación para brindarle solidez. Las paredes exteriores, fachada y cubierta serán de láminas de aluzinc, que son láminas de alma de acero troquelada con recubrimiento de aluzinc o pre pintada de fijación expuesta. La cubierta será sostenida por costaneras tipo j, ya que es un elemento que provee de solidez estructural además de ser versátil, liviana y de fácil montaje.

Las ventanas que proveerán ventilación e iluminación natural deben ser de preferencia de aluminio. La entrada principal será cubierta por una puerta metálica corrediza. El piso será de concreto.

3.1.2.1 Techo

El techo será de dos aguas, se utilizará como material para la cubierta, láminas de aluzinc. Para la armadura se utilizarán costaneras tipo j. Las características y detalles técnicos de la lámina y de las costaneras así como el cálculo de láminas a utilizar para cubrir el área de almacenaje se detallan a continuación.

Lámina de aluzinc

La lámina propuesta es una lámina de alma de acero acanalada con recubrimiento de aluzinc o pre pintada de fijación expuesta, calibre 26. Posee una buena resistencia estructural debido a su troquel de crestas y valles amplios, su nervadura transversal que la hacen rígida y fácil de instalar. Es fácilmente cuantificable ya que tiene un ancho útil de 1.00 metro y es la indicada para usar en cubiertas y fachadas de residencias, comercios y bodegas de pequeñas luces, ya que su alto de 3.00 centímetros realzan su geometría.

Es posible fabricarla con el largo necesario para evitar traslapes innecesarios. Puede sujetarse a los apoyos con tornillos tipo polser, los cuales son económicos y fáciles de instalar. Esta lámina es sumamente impermeable debido a que posee un doble canal anti sifón que hace hermética la unión entre láminas adyacentes. Se recomienda una pendiente mínima de 6% para garantizar dicha impermeabilidad.

El acero utilizado para esta lámina es estructural, generalmente 36 grado mínimo, con un límite de fluencia de $F_y = 36 \text{ ksi}$ (2.5 N/mm^2), de acuerdo con lo especificado en la norma ASTM A653 para lámina galvanizada y ASTM 792 para lámina prepintada.

Información técnica

Las propiedades de la lámina a utilizar en los diferentes calibres se detallan en la siguiente tabla.

Se han tomado los siguientes parámetros:

- Para las cargas mostradas el límite de deflexión es L/120
- Las cargas admisibles de succión de viento ya están incrementadas en un 33%.
- Módulo de elasticidad 2.1 E6 kg/cm^2
- Esfuerzo máximo de trabajo $1,560 \text{ kg/cm}^2$
- Norma aplicable ASTM A-792 y A653
- Diseño según reglamento AISI ("*American Iron Steel Institute*")
- Especificaciones para el diseño de miembros estructurales de acero rolado en frío.

Tabla VI .**Propiedades de la lámina**

Calibre	Peso Lineal	Peso / área	Se (sup)	Se (inf)
kg/ml	instalada kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m
28	3.96	3.96	2.83	2.73
26	4.69	4.69	3.95	3.56
24	5.42	5.42	5.05	4.39
22	7.61	7.61	7.6	6.76

Fuente: <http://www.troco.com.gt/productos/t100.htm>

Ventajas

Algunas ventajas en el uso de la lámina T-100 se indican a continuación:

- Fácil cuantificación por su ancho útil de 1.00 metro.
- Baja cantidad de traslapes por fabricarla del largo requerido.
- Fijación en sus valles.
- Doble canal o sifón de traslape que evitan filtraciones.
- Alta capacidad de reflectividad de las ondas de calor.
- Buena resistencia a la transmisión del calor.

Figura 18. Lámina T-100

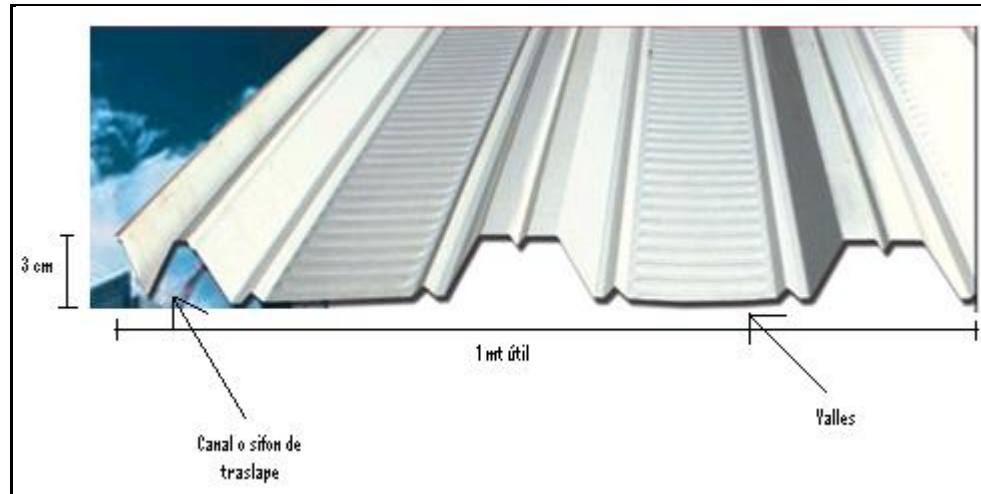


Figura: <http://www.troco.com.gt/productos/t100.htm>

Accesorios

Se fabrican los accesorios adecuados para este tipo de troquel con lo que se logra mayor impermeabilidad, reduce la posibilidad de entrada de polvo, entre otros, pero sobre todo proporciona una adecuada estética. Los accesorios disponibles son:

Figura 19. Accesorios para techo



Fuente: <http://www.troco.com.gt/productos/t100.htm>

Fijación

Para la fijación de las láminas a los apoyos se recomienda utilizar tornillos polser de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro por $\frac{3}{4}$ de pulgada de largo como mínimo. Los mismos se fijan en los valles de la lámina y se deberá tener especial cuidado que posea arandelas de neopreno para evitar filtraciones.

Aunque los tornillos polser son los indicados, también se puede utilizar otro tipo de fijación teniendo cuidado que los mismos posean arandela de neopreno.

Para cualquier tipo de fijación que se utilice, se recomienda utilizar algún tipo de sellador en la cabeza del tornillo para asegurar aún más la impermeabilidad de la cubierta.

Costaneras tipo j

Es un miembro estructural sustituto de la costanera, vigas secundarias o nervios horizontales. Está compuesto por cordones paralelos y diagonales, los cuales soportan las cargas y las distribuye hacia los apoyos o extremos. Se diferencia por ser un sistema de alma abierta en el cual se ha sustituido el material del alma por nervios o cordones diagonales que aportan el refuerzo necesario y exacto al elemento. El alma abierta permite elementos más livianos.

Figura 20. **Costanera tipo j**



Fuente: <http://www.troco.com.gt/productos/costaneraj.htm>

La costanera tipo J se usa principalmente como soporte o apoyo de cubiertas de lámina.

Algunas ventajas de la costanera son:

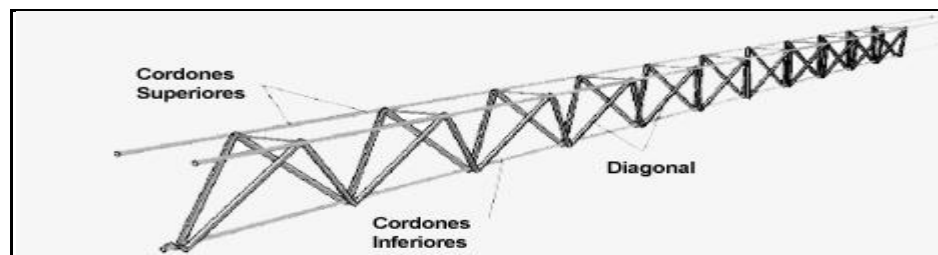
- Bajo peso.
- Posibilidad de cubrir grandes luces con almas de acero más livianas.
- Poca deflexión.
- Vigas más económicas por metro lineal de armadura.
- Facilidad de manejo e instalación.
- Posibilidad de pasar armados adicionales a través del alma.
- Posibilidad de colocar refuerzo adicional al original de manera relativamente sencilla.

Partes de la costanera

Su diseño le permite una fácil colocación y cálculo de su techo, con un ancho útil de 90 centímetros. Y una longitud de hasta 12 metros.

La empresa proveedora las tiene disponibles en aluzinc y pre pintada, siendo sugerida la pre pintada. Las costaneras pre pintadas traen un recubrimiento de pintura esmaltada al horno que le asegura una mayor duración.

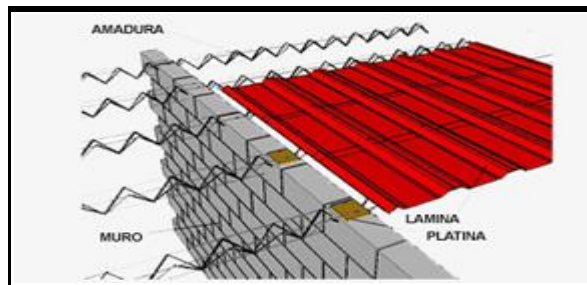
Figura 21. **Partes de la costanera**



Fuente: <http://www.troco.com.gt/productos/costaneraj.htm>

Los dos cordones superiores están ubicados en la zona de compresión del elemento sujeto a esfuerzos durante la aplicación de la carga.

Figura 22. **Ubicación de costaneras**



Fuente: <http://www.troco.com.gt/productos/costaneraj.htm>

La costanera J está fabricada con cordones o varillas lisas de alta resistencia de diámetro adecuado de acuerdo a la capacidad de carga y la distribución estándar de láminas manejados en el medio. Los cordones superiores quedan anclados o amarrados a las soleras de los muros ya sea a través de las varillas en las soleras o por medio de platinas.

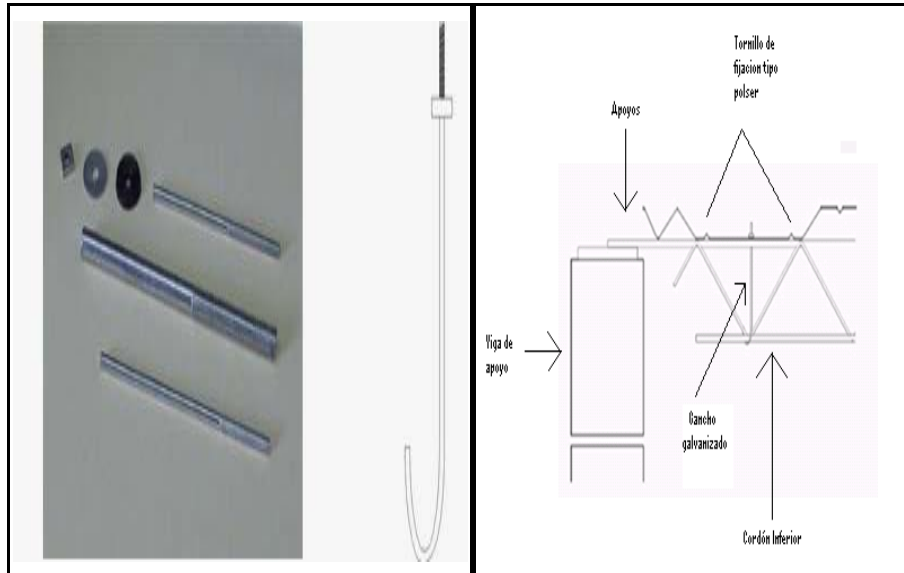
El cordón o varilla inferior está ubicada en la zona de tensión del elemento sujeto a esfuerzos durante la aplicación de la carga. Esta varilla queda sin anclar o amarrar a la solera del muro o a la viga de apoyo y sus extremos deben quedar lo más próximos a dichos apoyos. Los dos cordones o varillas diagonales se desarrollan en forma triangular continua a todo lo largo de las varillas superior e inferior y separación constante o paso de 20 centímetros.

Tienen varias funciones entre ellas transmitir la carga de las varillas superiores a las inferiores de manera uniforme haciendo que la armadura trabaje uniformemente.

Fijación de la lámina

Cualquier tipo de lámina se deberá fijar por medio de ganchos o galvanizados.

Figura 23. **Elementos para fijación de lámina y fijación de costanera.**
(Tornillos polser y arandelas, gancho galvanizado)

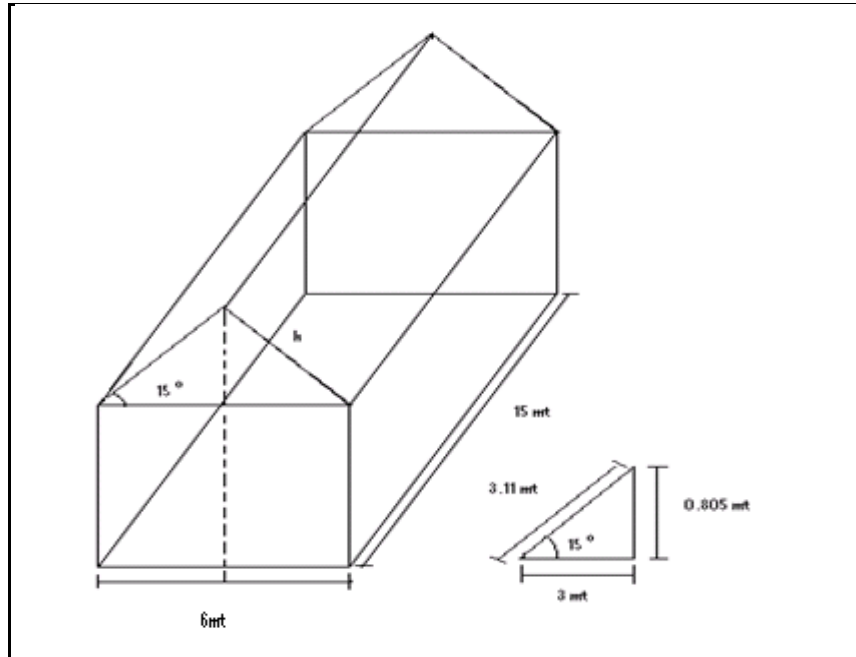


Fuente: <http://www.troco.com.gt/productos/costaneraj.htm>

Cálculo de número de láminas

Las láminas son de 1 metro de ancho útil, y serán fabricadas con el largo necesario para evitar traslapes innecesarios. El área disponible es de 6 metros de ancho por 15 metros de largo.

Figura 24. Cálculo de techo



Se procede a calcular h, que representa el largo que tendrán las láminas:

La inclinación de 15° es recomendable para una verter las aguas a los lados opuestos y así contribuir a la impermeabilidad del techo.

$$\text{Cos } 15^\circ = 3/h \qquad \text{Sen } 15^\circ = \text{op}/3.11$$

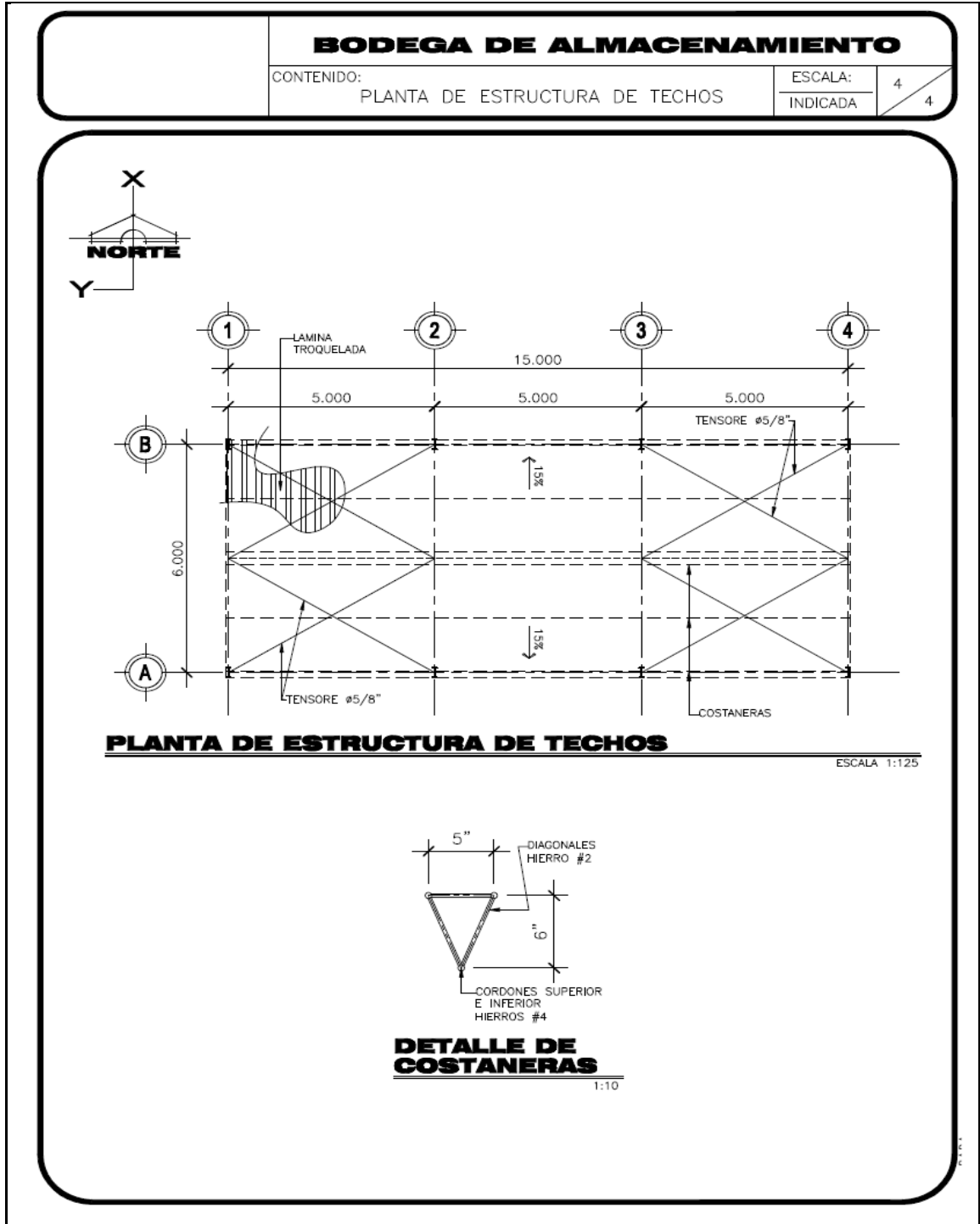
$$h = 3/ \text{Cos } 15^\circ \qquad \text{op} = \text{Sen } 15^\circ \times 3.11$$

$$h = 3.11 \text{ mt} \qquad \text{op} = 0.805 \text{ m}$$

Debido a que el ancho útil de la lámina es de 1 mt, se necesitan 30 láminas de 1m útil x3.11m para cubrir el total de área de las dos aguas.

Para mostrar un mayor detalle de diseño del techo y la relación con los distintos elementos que lo componen, se muestra una planta de la estructura del techo.

Figura 25. Planta de estructura del techo

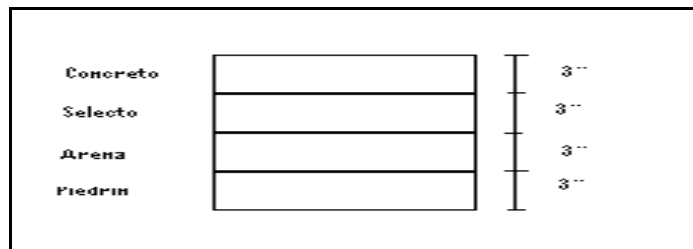


Fuente: INCCO (Ingeniería Consultoría y Construcción)

3.1.2.2 Piso

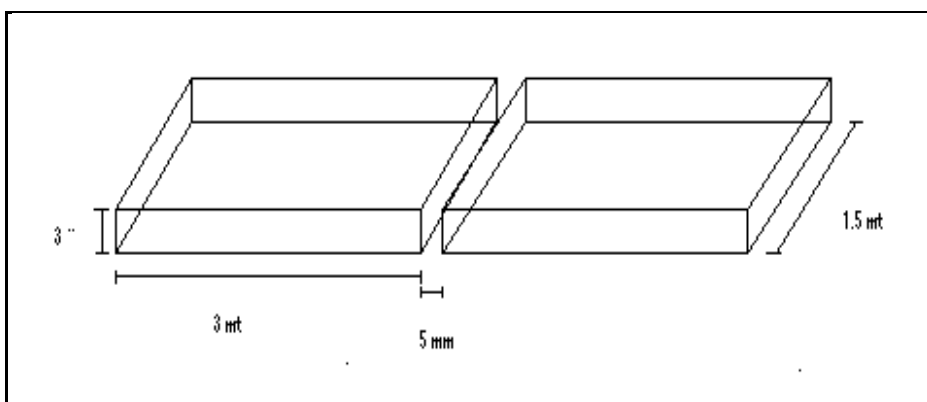
La adecuada preparación del subsuelo de la fundición es indispensable para la durabilidad, resistencia y estabilidad del piso a fundir. La preparación del subsuelo que se propone para esta fundición se muestra a continuación:

Figura 26. **Preparación del subsuelo**



Este será de concreto con secciones de 3 metros de ancho y 1.50 metros de largo, obteniéndose 20 secciones para cubrir el área disponible. Para la fundición se utilizará el método de cargas compartidas. El grosor del piso será de 3" y la presión aproximada de unas 125 libras/pie². La separación entre secciones deber ser de 5 milímetros aproximadamente. Se propone utilizar un cemento con módulo de dureza de 4000 psi.

Figura 27. **Dimensiones de las secciones del piso**



3.1.3 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales y de trabajo influyen directamente en los resultados que se desean obtener. Se busca crear condiciones que propicien un buen desempeño, comodidad y seguridad de los trabajadores.

3.1.3.1 Ruido

En el área de almacenaje, los trabajadores no estarán expuestos a ningún ruido que sobrepase los 80 dB, lo cual según normativas de ruido, es un nivel aceptable de exposición durante una jornada laboral de ocho horas. Este nivel de exposición no produce efectos dañinos sobre la salud auditiva de los trabajadores.

En el área de reparación y fabricación se producen ruidos que pueden llegar a causar daño en la audición de los trabajadores. Las medidas de control de ruidos a aplicarse, se refieren a la protección auditiva de los operarios. En la mayoría de los casos esa protección puede alcanzarse mediante el uso de protectores auditivos adecuados.

En el capítulo de implementación se propone equipo de protección personal para los trabajadores.

3.1.3.2 Iluminación

El diseño propuesto del sistema de iluminación toma en cuenta diversos factores para ser realizado de la mejor forma posible. Entre los factores que se consideran están: la actividad a realizar, el aprovechamiento óptimo de la luz natural, bajos costos de operación y mantenimiento, larga vida útil, la selección adecuada de luminarias artificiales basándose en criterios como la eficiencia.

El adecuado diseño del sistema de iluminación permitirá una distribución luminosa acorde a los requerimientos, esto puede generar un menor consumo energético y condiciones laborales adecuadas para los trabajadores.

3.1.3.2.1 Iluminación natural

Para optimizar el uso de iluminación natural se propone el uso de lámina traslucida de fibra de vidrio, ya que están hechas de un material durable, resistente al impacto y a condiciones climáticas extremas. Estas láminas de fibra de vidrio pueden ser fabricadas a la medida además de ser económicas. Entre las ventajas generales se pueden mencionar: proporcionan mayor claridad al ambiente, tienen alta resistencia química y son fáciles de limpiar.

Para aprovechar al máximo la luz natural, ya que aproximadamente un 50% del periodo laboral se dispone de una buena luz natural, se propone la siguiente disposición de las láminas traslucidas:

Figura 28. Disposición de láminas traslucidas y normales

Translucida	Translucida
Normal	Normal
Normal	Normal
Translucida	Translucida
Normal	Normal
Normal	Normal
Translucida	Translucida
Normal	Normal
Translucida	Translucida
Normal	Normal
Normal	Normal
Translucida	Translucida
Normal	Normal
Normal	Normal
Translucida	Translucida

Otro elemento que favorecerá a la iluminación es la instalación ventanales, cuyas características y dimensiones serán descritas en el apartado de ventilación.

3.1.3.2.2 Iluminación artificial

Existen diversos métodos para el cálculo de iluminación de interiores, entre ellos se pueden mencionar: el de cavidad zonal y el de flujo total. Para el cálculo de iluminación del interior de la bodega, se utilizará el método del flujo total.

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores.

Datos de entrada

- Dimensiones del local y altura del plano de trabajo

Largo: 15 m

Ancho: 6 m

Altura total: 5.805 m

Altura del plano de trabajo: 0.85

- Determinar el nivel de iluminancia media (E)

Este depende del tipo de actividad que se realizará en el local. Para áreas de tareas visuales de alto contraste o de tamaño grande, el nivel de iluminancia puede estar en un rango entre 200 a 500 lux (Ver tabla III). Por criterio propio y en comparación a la tabla II, se elige un valor intermedio de 300 lux.

- Escoger tipo de lámpara

En el ramo industrial para edificios con alturas menores o iguales a 6 metros se recomienda el uso de lámparas fluorescentes. Las lámparas seleccionadas se muestran a continuación:

Lámparas fluorescentes de alto rendimiento (FHO) de 39 watt de potencia y una emisión luminosa 3500 lúmenes. Las lámparas emiten luz blanca fría.

Figura 29. **Lámpara fluorescente (FHO)**



Fuente: **Catálogo de luminaria Sylvania.**

- Escoger el sistema y método de iluminación

Se utilizará un sistema de iluminación directa, ya que todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso.

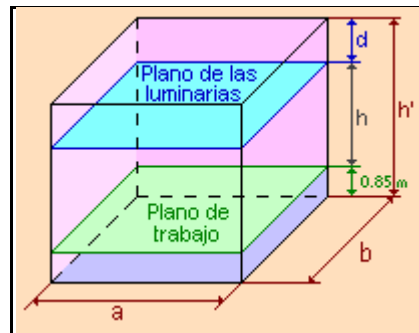
Se implementará un método de alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa en bodegas de almacenamiento. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

- Altura de suspensión de luminarias

Es recomendable que el sistema de iluminación se instale por lo menos a 5.5 m del suelo, pues en la estructura superior de la nave, hasta 5 metros del suelo, existen equipos de transporte, como grúas, destinadas al traslado de productos a distintos puntos de la nave. Se propone que las luminarias estén suspendidas.

- Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

Figura 30. Dimensiones para el cálculo del índice del local



Fuente: <http://edison.upc.es/curs/llum/interior/iluint2.html>

Para locales con sistema de iluminación directa, semi directa, directa, indirecta y general difusa se utiliza la siguiente formula:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Donde:

a = ancho

b = largo

h = altura del plano de las luminarias al plano de trabajo (5.5-0.85 = 4.65 mt).

h= 4.65 m.

El índice K = 0.92

- Determinar coeficientes de reflexión (ρ).

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.

Tabla VII. **Valores de reluctancia de algunos materiales (1)**

REFLECTANCIA	PORCENTAJE
Reflejo de vidrio	80-90
Pintura blanca	75-90
Esmalte de porcelana	60-90
Pintura de aluminio	60-75
Papel periódico	55
Concreto	55
Bronce	35
Hierro colado	25
Tinta de impresión	15
Pintura negra	3
Muros	40-60
Mobiliario y equipo	25-45
Piso	20-40

Fuente: **Torres Sergio, Ingeniería de Plantas. Pág. 94**

Tabla VIII. **Valores de reflectancia de algunos materiales (2)**

Material	% de reflectancia
Hormigón claro	30-50
Hormigón oscuro	15-25
Ladrillo claro	30-40
Ladrillo oscuro	15-25
Mármol blanco	60-70
Granito	15-25
Madera clara	30-50
Madera oscura	10-25
Vidrio plateado	80-90
Aluminio mate	50-60
Aluminio pulido	80-90
Acero pulido	55-65

Fuente: <http://www.laszlo.com.ar/manual212325.htm>

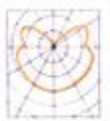

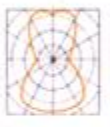

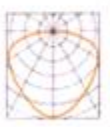

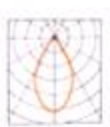

El techo es de aluminio pulido por lo tanto se tomará el valor de la reflectancia de pintura de aluminio, que es 75 %.

Las láminas de las paredes son similares a las del techo, la única diferencia es que tienen tonalidad mate, por lo tanto, se tomará el valor de 50% obtenido de la tabla VIII.

- Determinar el factor de utilización (η).

A partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes de luminarias.

Tabla IX. Factores de utilización para algunas luminarias

Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	Techo							
			75 %			50 %				
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %		
			Paredes							
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
 semidirecta	 riel con o con cubierta difusora	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,16	0,20	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44
		2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52		
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57		
 mixta	 difusora	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33
		2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36
3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38		
4,50 ÷ 6,50	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41		
 directa	 reflectores de haz amplio	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61
		2,75 ÷ 3,50	0,63	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62
3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66		
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67		
 directa	 reflectores de haz medio	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57
		2,75 ÷ 3,50	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62		
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63		

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>

Como primer paso, se selecciona el tipo de luminaria, que es un reflector de haz amplio. Como segundo paso, con los valores de reluctancia del techo y las paredes se encuentra la columna correcta. Y en el tercer paso, se intersecan horizontalmente las reflectancias con el valor del coeficiente del local para obtener el factor de utilización.

El factor de utilización para este caso es 0.50

- Determinar el factor de mantenimiento (fm) o conservación de la instalación.

Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual.

Tabla X. **Factor de mantenimiento de luminarias**

fm bueno	fm medio	fm malo
0.7 a 0.75	0.6 a 0.7	0.5 a 0.6
Condiciones atmosféricas buenas, buen mantenimiento	Condiciones atmosféricas menos limpias, mantenimiento con poca frecuencia.	Condiciones atmosféricas bastante sucias, mantenimiento deficiente

Fuente: <http://html.rincondelvago.com/dimensionamiento-de-luminarias.html>

El factor a tomar es 0.75

Cálculos

Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello se aplicó la fórmula:

$$\Phi = (E \times S) / (\eta \times fm)$$

donde:

Φ = es el flujo luminoso total (lúmenes)

E = es la iluminancia media deseada (lux)

S = es la superficie del plano de trabajo (m²)

η = es el factor de utilización

fm = es el factor de mantenimiento

$$\Phi = (300 \times 6 \times 15) / (0.5 \times 0.75)$$

$$\Phi = 72,000 \text{ lúmenes}$$

- Cálculo de número de luminarias

$$N = \Phi / (n \times \Phi^1)$$

Donde:

N = número de luminarias.

\varnothing = flujo luminoso total (lúmenes).

n = número de lámparas por luminaria.

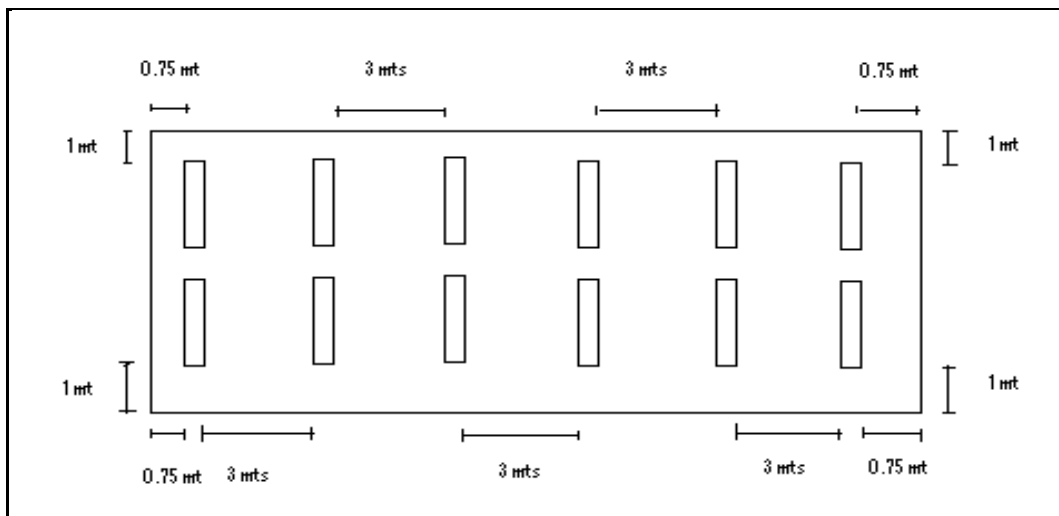
\varnothing^1 = flujo luminoso por lámpara.

$N = 78,261 / (2 \times 3500)$.

$N = 10.3$. Para lograr uniformidad en la iluminación, y facilitar la distribución se colocarán un total de 12 luminarias (dos lámparas por luminaria).

La forma propuesta para colocación de las luminarias es la siguiente:

Figura 31. **Disposición de luminarias**



Comprobación de resultado

Por último, queda comprobar la validez de los resultados comparando la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada con la deseada, que es la recomendada en las tablas.

$$E = (n_{\text{total de lámparas}} \times \phi^2 \times \eta \times f_m) / S$$

$$E = (24 \times 3500 \times 0.5 \times 0.75) / (6 \times 15)$$

$$E = 350 \text{ lux}$$

El nivel luminoso deseado es 300 lux, por lo tanto, sí se cumple con lo deseado. Cabe mencionar que esto es únicamente por iluminación artificial, a esto se suma el beneficio de la iluminación por láminas translucidas, lo cual ofrecerá un mayor nivel luminoso y mejor visibilidad para los trabajadores.

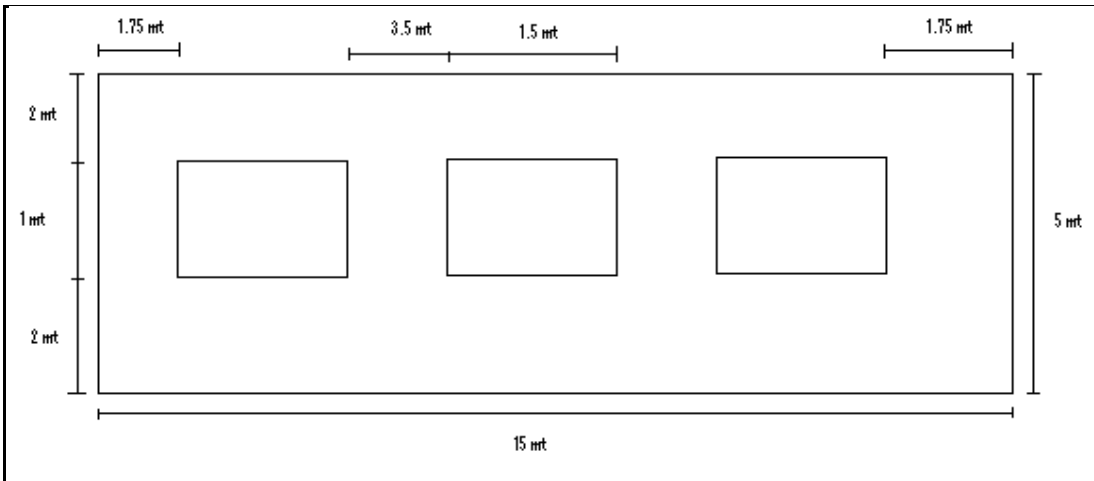
3.1.3.3 Ventilación

El lugar donde se encuentra localizada la bodega es beneficiado con un buen flujo de aire, ya que es colindante con un barranco que separa dos zonas. Este flujo natural de aire puede ser aprovechado para la ventilación adecuada del área de almacenaje. A continuación se detalla la propuesta para la adecuada ventilación de la bodega de almacenaje.

3.1.3.3.1 Ventilación natural

La ventilación del edificio se realizará por medio de la colocación de ventanales en las paredes exteriores laterales del edificio como se muestra en la figura:

Figura 32. **Disposición de ventanas**



El tipo de ventana que se propone es con corredera, como la que se muestra en la figura, es un tipo de ventana donde las hojas se deslizan sobre guías horizontales.

Figura 33. **Ventana corrediza**



Fuente: alfoxsl.com/.../imageEffectsAbove_slider_s1.png

3.1.3.3.2 Ventilación artificial

La forma del techo de dos aguas, favorece grandemente el uso de extractores eólicos. Se trata de un dispositivo que instalado sobre el techo de un recinto cerrado, gira con la fuerza que le proporciona el viento debido al diseño de sus alabes, que ofrecen resistencia a la acción del mismo, originando un movimiento de rotación sobre su eje principal.

Al girar impulsado por la acción del viento, por mínimo que éste sea (2 Km /h), sus álabes dispuesto como un ventilador centrífugo, expulsan el aire contenido en su interior provocando una depresión, que es transportada al interior del recinto, y, en combinación con entradas de aire naturales con las que se dispone, originarán una constante corriente del aire viciado o contaminado, renovando de esta manera el fluido desplazado con aire proveniente del exterior. El material recomendado para este extractor es aluminio.

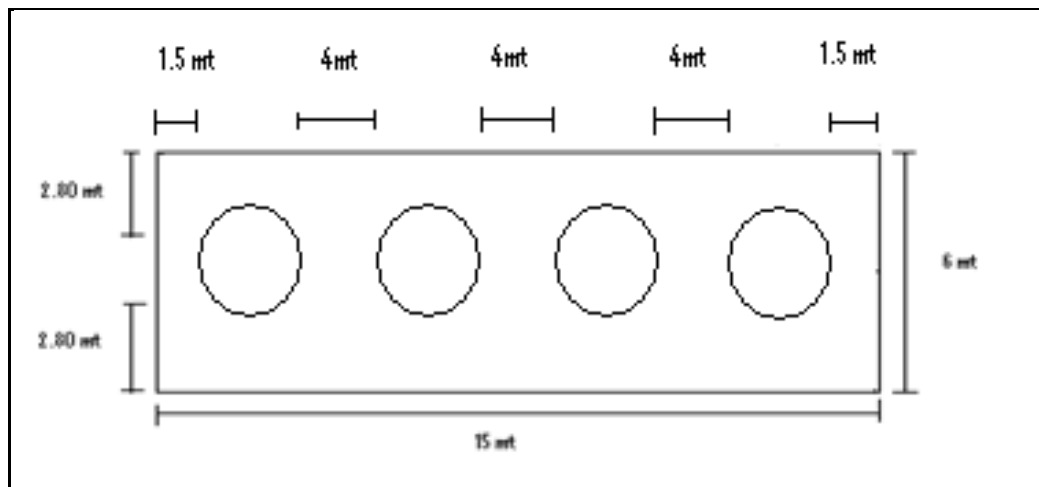
Figura 34. **Extractor eólico**



Fuente:http://www.techoscordillera.com/catalogo/images/uploads/product_extractor_eolico.jpg

Los extractores son de 40 cm de diámetro. Se propone instalarlos de la siguiente forma:

Figura 35. **Disposición de extractores eólicos**



3.1.3.4 Pintura

La aplicación de pintura se realizará como una acción preventiva ante la corrosión. Se propone la aplicación de pintura anticorrosiva a toda la estructura metálica del edificio, con el fin de preservarla ante los factores de oxidación y corrosión, además de dar un aspecto estético y de limpieza.

Con el fin de mantener el orden y limpieza, se utilizará pintura de piso para delimitación de áreas de almacenaje y pasillos. Respetando la delimitación de áreas, se logrará mantener la libre circulación de los trabajadores y del producto. En el capítulo de implementación se muestra la propuesta de pintura para piso.

3.1.4 Detalles de cimentación y diseño

Realizar una construcción estable, segura y que se ajuste a las necesidades específicas de la empresa es una prioridad en cualquier proyecto de construcción de edificios nuevos.

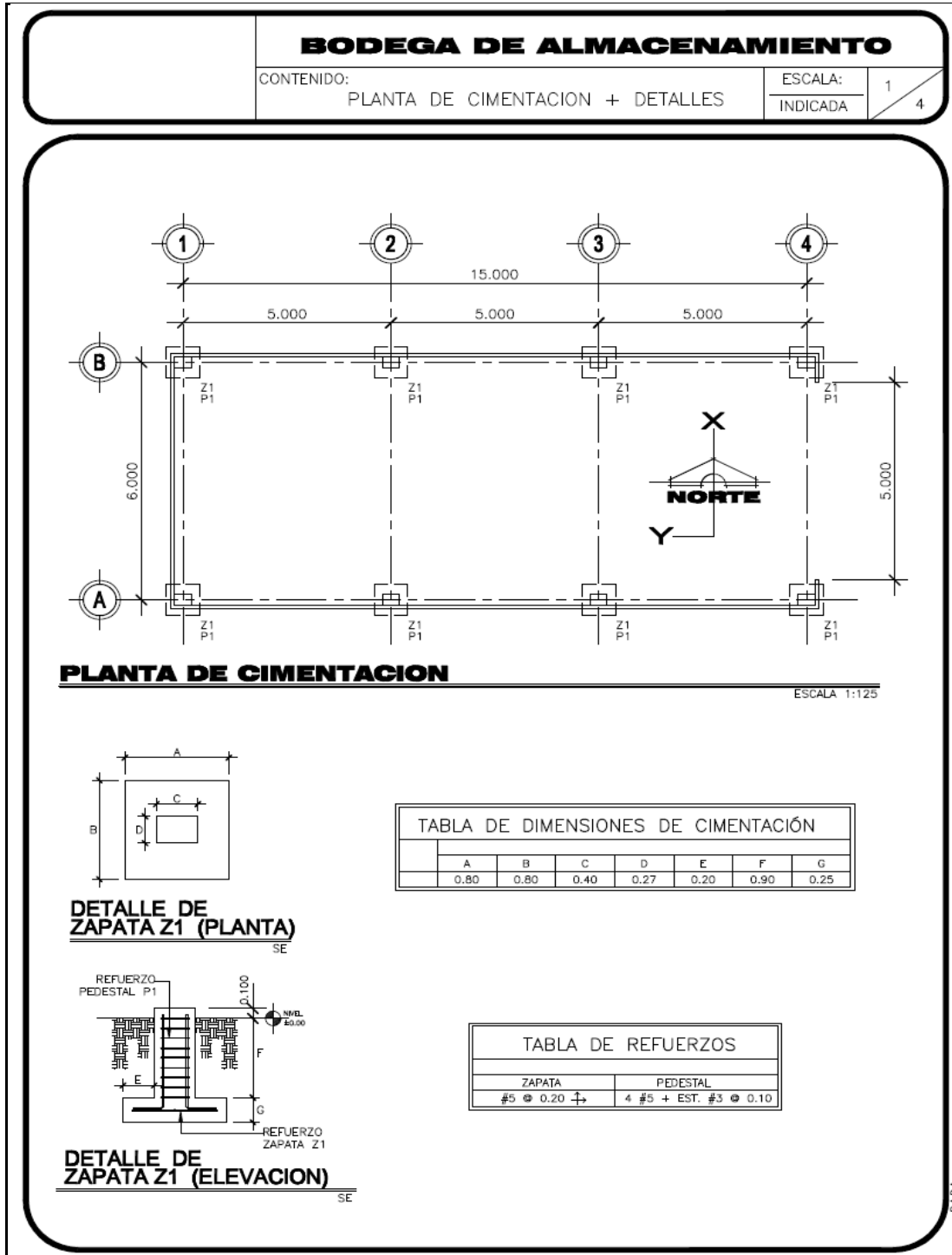
En el diseño se consideró contar con la versatilidad necesaria para futuras ampliaciones o reubicación de la bodega. El presente diseño tiene como ventaja, que las piezas de la estructura pueden ser desmontadas, debido al tipo de fijación perna elegida.

En los laterales, el edificio contará con un muro prefabricado de dos metros de altura en todo su perímetro, a excepción de la parte frontal, en la cual el muro tendrá 1 metro en cada lado, dejando así cinco metros para la entrada de los vehículos. Este muro junto con las costaneras servirá como estructura para la fijación de las láminas que formarán las paredes laterales del edificio.

Las láminas que se utilizarán para las paredes laterales tienen un metro de ancho útil, por lo que se necesitaran 30 láminas para cubrir los lados, seis para la parte trasera y dos para la parte frontal, siendo necesarias un total de 38 láminas de $1 \times 5 \text{ m}^2$ para cubrir el perímetro del edificio. La forma de fijación es igual a que las láminas del techo.

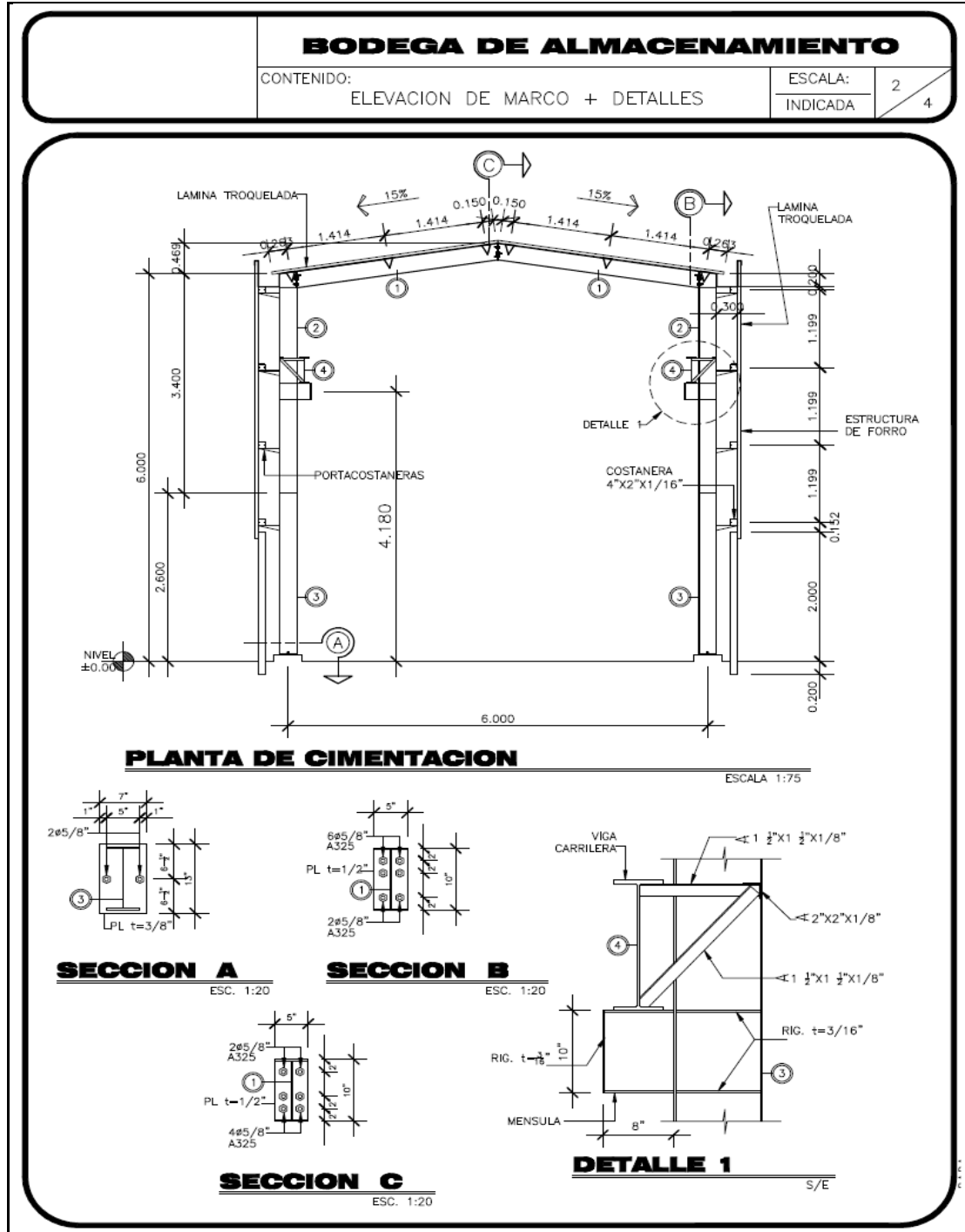
En las siguientes figuras se muestra la propuesta de las dimensiones de las zapatas, sus refuerzos y posición dentro de la edificación. Así como también la elevación, el anclaje de los distintos elementos, dimensiones y detalles de la estructura de la bodega.

Figura 36. Planta de cimentación y detalles



Fuente: INNCO (Ingeniería Consultoría y Construcción)

Figura 37. Elevación de marco y detalles

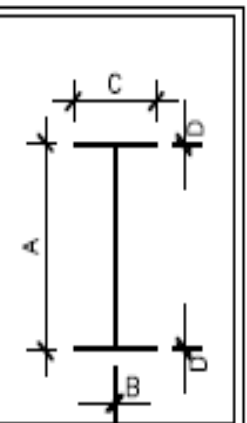


Fuente: INNCO (Ingeniería Consultoría y Construcción)

En la estructura de la bodega se utilizarán cuatro vigas de diferentes dimensiones, las cuales estan identificadas con números. La unión entre vigas se llevará a cabo por medio de pernos como se mostró en la figura anterior. En la siguiente tabla se describen las dimensiones de los distintos tipos de vigas:

Tabla XI. **Dimensiones de las vigas**

TABLA DE DIMENSIONES				
ELEMENTO	A	B	C	D
1	10"	1/8"	5"	3/16"
2	10"	1/8"	6"	3/16"
3	10"	1/8"	5"	1/4"
4 (W16X31)	15 7/8"	1/4"	5 1/2"	7/16"



Fuente: **INNCO (Ingeniería Consultoría y Construcción)**

3.1.5 Costos de construcción del edificio

La estimación de los costos de construcción en las etapas tempranas de este proyecto es una actividad indispensable. Durante la planeación de la construcción de la bodega de almacenamiento, se pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto.

Los costos de las distintas actividades de preparación de terreno, proceso de construcción y elementos que formarán parte del edificio se enumeran en la tabla que se muestra a continuación. Es conveniente mencionar que el costo de los elementos está sujeto a cambios, debidos a la economía del país, por lo tanto, el costo total de construcción puede variar en función del momento de su realización.

TablaXII. Resumen de costos de construcción del edificio

codigo:

No.	REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO REGLÓN
100	TRABAJOS PRELIMINARES y MOV. De TIERRA				Q 2,570.96
101	Rotulo identificación del Proyecto	Unidad	1	Q 119.00	Q 119.00
102	Acarreo de material de tierra, arena y ripio (12 camiones)	m³	3.2	Q 28.80	Q 92.16
103	Limpieza y chapeo (Remocion Capa Vegetal hasta 30cm)	m²	112	Q 11.72	Q 1,312.64
104	Bodega de Materiales y oficina	m²	4	Q 53.79	Q 215.16
105	Trazo y estaqueado	ml	57.60	Q 11.96	Q 688.90
106	Excavacion	m³	4.5	Q 31.80	Q 143.10
200	CIMENTACIÓN				Q 4,706.28
201	Excavacion Zapatas	m³	7.2	Q 43.00	Q 309.60
202	Relleno o/selecto compactado a mano	m³	4	Q 97.35	Q 389.40
205	ZAPATA Z1, 1.20X1.20X0.35. CON REFUERZO No.4 @ 0.16 a.s.	Unidad	8	Q 500.91	Q 4,007.28
300	Columnas				Q 11,488.16
301	COLUMNA DE ACERO PERFIL W 16X35 INSTALACION Y SUMINISTRO	Global	1	Q 11,488.16	Q 11,488.16
400	Muros				Q 33,697.85
401	Forro Lateral, Plancas Prefabricadas de Concreto	Global	1	Q 19,085.25	Q 19,085.25
402	Forro Superior Lateral Lamina Troquelada	Global	1	Q 14,612.60	Q 14,612.60
500	Techo, Cubiertas y Vigas				Q 40,838.54
501	TECHO DE ACERO + CUBIERTA+LUMINARIAS +EXTRACTORES+VENTANALES	Global	1	Q 40,838.54	Q 40,838.54
600	PISO (PAVIMENTO HIDRAULICO)				Q 8,416.20
601	PISO (PAVIMENTO HIDRAULICO) PLANCHAS DE 1.50 X 3 X .08	Unidad	20	Q 420.81	Q 8,416.20
700	ACABADOS				Q 5,133.70
704	PINTURA LATEX (2 MANOS, ALTA CALIDAD) Muros ,Piso y Cubiertas.	m²	143	Q 35.90	Q 5,133.70
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 106,851.69 \$ 13,030.69
Precio total sin iva					Q 94,029.48
COSTO POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCION					Q 1,187.24 son 80 m2

El costo total del proyecto es de Q106, 851.69 y el costo estimado por metro cuadrado de construcción es de Q1,187.24.

3.2 Puente grúa para manejo y carga de tarimas

Para un adecuado y eficiente manejo de productos se depende en gran manera de las herramientas y equipos. Estos equipos están diseñados para facilitar el manejo de eficiente de productos. Los beneficios de la implementación de estas herramientas y equipos en la empresa se podrán observar en incremento de productividad y entrega de un producto de alta calidad para los clientes.

3.2.1 Descripción del sistema

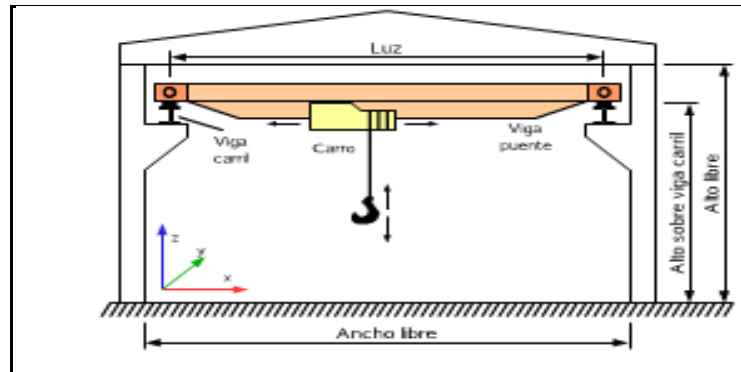
Un puente grúa es una grúa interior utilizada en naves industriales para todo tipo de tareas de manipulación, carga y descarga de elementos voluminosos o pesados.

Se encuentra constituido por una viga puente que al estar apoyada sobre un juego de ruedas, que puede trasladar en el sentido longitudinal de la nave rodando sobre unas vigas que actúan como carril.

A su vez, sobre esa viga existe un carro que permite el desplazamiento transversal, de derecha a izquierda, y al que se encuentra sujeto el polipasto que permite la elevación.

Los componentes básicos son: la viga carril, la viga puente, el carro y el gancho. Para indicar los elementos básicos se muestra la siguiente figura:

Figura 38. Partes del puente grúa

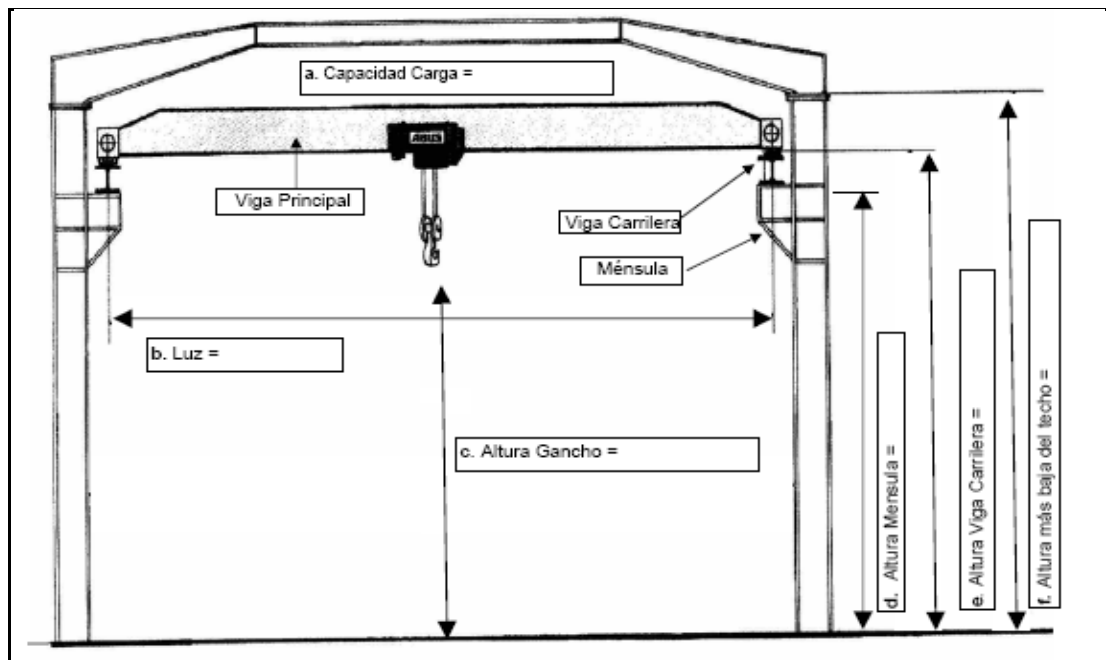


Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=113>

3.2.2 Requerimientos del puente

A continuación se describen los requerimientos básicos con que debe cumplir la grúa puente:

Figura 39. Requerimientos y datos del puente



Fuente: http://pdf.directindustry.es/pdf/abus/grua-de-portico-ligera/14275-83022-_2.html

- Capacidad de carga (kg) = 1000
- Distancia entre ejes de vías carrileras (Luz) (m) = 5.70
- Longitud de recorrido del puente grúa (m) = 15
- Altura de gancho (m) = 4.18
- Tipo de corriente, voltaje, períodos = trifásica, 220 V, 60 Hz
- Altura de ménsula (m) = 4.307
- Altura viga carrilera (m) = 4.732
- Altura mas baja del techo (m) = 5

3.2.3 Opciones disponibles

Existen muchas marcas y modelos en el mercado, pero básicamente, en todas las marcas existen estos cuatro distintos tipos (ver capítulo uno, tipos de grúas), a continuación se describen los de la marca ABUS.

Grúa puente monorraíl

Con los puentes grúa monorraíles se puede solucionar el transporte de materiales con capacidades de carga de hasta 12,5 t y luces de hasta 36 m incluso en naves de techo bajo. Ya que para puentes grúa monorraíles no se requiere una distancia de seguridad hasta el techo dentro de esta gama de capacidades, pueden aprovecharse al máximo las circunstancias espaciales del edificio.

Tipos de monorraíl

ELV: puente grúa monorraíl con viga de perfil laminado.

ELK: puente grúa monorraíl con viga cajón soldada.

ELS: puente grúa monorraíl con carro lateral.

Ventajas

- Adaptación óptima a las exigentes condiciones de espacio reducido gracias a las distintas posibilidades de conexión.
- Posibilidad de conseguir máxima altura del gancho.

Grúa puente birraíl

Doble es dos veces fuerte, por lo que los puentes grúa birraíl son la primera elección en el transporte de cargas de hasta 100 t y luces de hasta 36 m. Como todas las grúas de interior, pueden instalarse con muchas variantes para adaptarse a las construcciones de nave diseñadas o existentes más complicadas y garantizar, al mismo tiempo, un máximo de funcionalidad, flexibilidad y comodidad de manejo.

Tipos de birraíl

ZLV: puente grúa birraíl con viga de perfil laminado.

ZLK: puente grúa birraíl con viga cajón soldada.

Ventajas

- Gran equipamiento de serie y posibilidad adicional de adaptación a medida para cada necesidad.
- Posibilidad de altas velocidades en el desplazamiento de la grúa y del carro.

Grúas puentes suspendidos

Las naves con estructura complicada precisan una solución especial que puede encontrarse fácilmente con los puentes grúa suspendidos.

El montaje de la viga carril bajo el techo en lugar de sobre pilares ofrece soluciones perfectas incluso bajo condiciones de sitio y arquitectura difíciles.

Los puentes grúa suspendidos aprovechan al máximo el ancho de las naves gracias a la posibilidad de adaptar los voladizos por un lado y al aprovechado recorrido de los carros por el otro. Insertando la viga principal entre los testeros se puede mejorar también la altura máxima de gancho. Los puentes grúa suspendidos ofrecen capacidades de hasta 8 t y luces de hasta 25 m.

Tipos de puentes suspendidos

DLVM: puente grúa suspendido para condiciones de trabajo ligeras.

EDL: puente grúa suspendido para condiciones de trabajo más duras.

Ventajas:

- Las vigas carril de la grúa se fijan al techo de la nave.
- Adecuado en caso de condiciones constructivas difíciles de la nave.
- Reducidas dimensiones para la aproximación del carro a los laterales y conseguir un máximo aprovechamiento de la anchura de la nave, gracias al voladizo lateral.

Grúas puente monorraíl de consola

Las grúas de consola monorraíles se mueve en su propio nivel por debajo de los grandes puentes grúa. El flujo de materiales se acelera con la ampliación de las posibilidades de transporte en otros ámbitos de la producción.

Con coordenadas en ángulo recto sirve para varios puestos de trabajo al mismo tiempo. La grúa de consola monorraíl tiene capacidad de hasta 5 t y longitudes de brazo de hasta 10 m.

Ventajas:

- Desplazamiento habitual por debajo de las vigas carril de puentes grúa.
- Ideal como grúa complementaria para varias zonas de trabajo.

3.2.4 Selección de alternativa

El tipo de puente grúa que se propone es uno del tipo monorraíl ELK, ya que es la solución ideal para naves de nueva construcción. El puente grúa monorraíl ELK en su variante de instalación 3 aprovecha al máximo la altura disponible de la nave (ver instalación).

El tipo de viga es de cajón soldada, ya que es la estructura de viga principal por excelencia debido fundamentalmente a la sencillez de su proceso de fabricación. Los progresos en las técnicas de soldadura han permitido la construcción de vigas de alta resistencia ante esfuerzos de flexión y cortadura.

3.2.4.1 Clase de utilización

La clase de utilización está en función del número convencional máximo de ciclos de maniobra N_m , que el puente grúa debe cumplir durante su vida de servicio, se establecen las siguientes condiciones de utilización (según la Federación Europea de Manutención), recogidas en la siguiente tabla:

Tabla XIII. **Clase de utilización**

Clase de utilización	Frecuencia de utilización del movimiento de levantado	Numero convencional de actos de levantado (Nm)
A	Utilización ocasional no regular, seguida de grandes periodos de reposo	6.3×10^4
B	Utilización regular en servicio intermitente	2.0×10^5
C	Utilización regular en servicio intensivo	6.3×10^5
D	Utilización en servicio intensivo severo asegurado	2.0×10^6

Fuente: Mario Enrique, Sosa Castillo. Cálculo de vigas carrileras para puentes grúa. Pág. 34.

La clase de utilización para el puente grúa a instalar es B, se clasifica como intermitente pues el aparato debe realizar desplazamientos de cargas con numerosos periodos de descanso durante las horas de trabajo.

3.2.4.2 Estado de carga

El estado de carga se define en función de la relación prevista entre las cargas que el puente grúa debe transportar normalmente en servicio y su carga nominal.

En la practica existe 4 estados de carga, esto a su vez tienen asignado un valor p representando la mas pequeña carga respecto a la carga máxima.

Tabla XIV. **Estados de carga**

Estado de carga	Definición	Espectro correspondiente
0 (muy ligero)	Aparatos que levantan excepcionalmente la carga nominal y corrientemente carga muy débiles.	$p = 0$
1 (ligero)	Aparatos que levantan raramente la carga nominal y corrientemente cargas del 1/3 de la carga nominal.	$p = 1/3$
2 (mediana)	Aparatos que levantan con bastante frecuencia la carga nominal y corrientemente cargas comprendidas entre 1/3 y 2/3 de la carga nominal.	$P = 2/3$
3 (pesada)	Aparatos cargados regularmente a la vecindad de la carga nominal.	$p = 1/3$

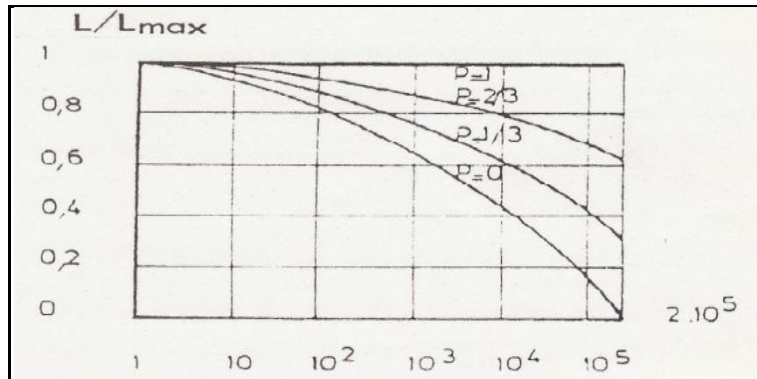
Fuente: Mario Enrique, Sosa Castillo. **Cálculo de vigas carrileras para puentes grúa. Pág.36**

Los valores de p , la relación L/L_{max} y el número de ciclos correspondientes atribuidos a cada clase de utilización están representados por un espectro de cargas levantadas indicando el número de ciclos para los cuales cierta fracción de la carga máxima es alcanzada o superada. Es uno de los elementos importantes, caracterizando la severidad del servicio del aparato.

El estado de carga para el puente será del tipo 1 (ligero) y el espectro relacionado al tipo de utilización del puente que desea instalarse es $p = 1/3$, y es el que se muestra en la figura:

Figura 40. **Espectro de carga levantada**

Clase de utilización B (2×10^5 ciclos)



Fuente: Mario Enrique, Sosa Castillo. Cálculo de vigas carrileras para puentes grúa. Pág.36

3.2.4.3 Clasificación del aparato

Para definir la clasificación del aparato, se parte del tipo de utilización y del estado de carga del mismo, la clasificación según estos criterios se muestra a continuación:

Tabla XV. **Clasificación del aparato**

Estado de carga levantada	Clase de utilización y numero convencional de ciclos de levantado			
	A (6.3×10^4)	B (2×10^5)	C (6.3×10^5)	D (2×10^6)
0 (muy ligero)	1	2	3	4
1 (ligero)	2	3	4	5
2 (mediana)	3	4	5	6
3 (pesada)	4	5	6	6

Fuente: Mario Enrique, Sosa Castillo. Cálculo de vigas carrileras para puentes grúa. Pág.37

Para obtener el grupo de clasificación para este caso, se interseca la columna de estado de carga tipo 1 con la columna B de clase de utilización, lo que daría la clasificación completa B 1 3 (clase de utilización, estado de carga, grupo perteneciente).

3.2.5 Especificaciones técnicas del equipo propuesto

- Fabricación según normas:

DIN 15018 Primera sección. “Puentes grúas, estructuras metálicas, verificación y análisis”.

DIN 15018 Segunda sección “Puentes grúas, estructuras metálicas, normas de diseño y construcción”.

Crane Manufacturing Association of America, Inc. (C.M.A.A.) especificación No.74, revisión 1994.

DIN 4132 “Vigas Carrileras para puentes grúa”

DIN 18800 Partes 1, 2 y 3, para el diseño de estructuras metálicas.

Americana Welding Society (AWS 14.1 – 98).

- Diseño básico:

Funcionamiento en interior, sin pasarela en la grúa sin cabina del conductor.

- Tipo de polipasto:

Polipasto eléctrico de cable con carros eléctricos.

Figura 41. **Polipasto eléctrico de cable**



Fuente:<http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/090ef0c176db2adb46fc2004c03350eb.pdf>

- Tipo de control de puente:

Controles por medio de botones transferibles.

Figura 42. **Control de botones transferibles**



Fuente: <http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/090ef0c176db2adb46fc2004c03350eb.pdf>

- Velocidades de elevación:

Entre 0.4 y 16 m/min.

- Velocidad de traslación de la grúa:

Entre 10 y 40 m/min

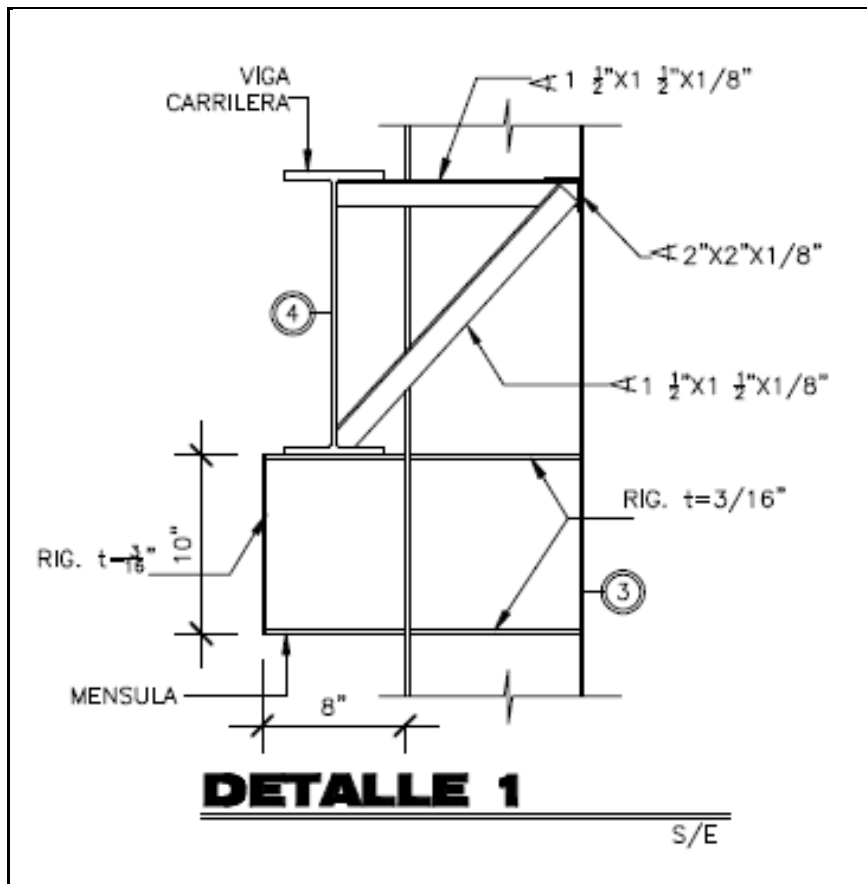
- Velocidades de traslación del carro:

Entre 5 y 20 m/min

3.2.6 Instalación

La viga carrilera, señalada con el número 4, será soldada a la ménsula en su extremo inferior. La carrilera necesita solidez para soportar los movimientos laterales que se produzcan, para proporcionarle dicha solidez, se colocarán refuerzos y rigidantes que unen la viga carrilera con la armazón de la estructura. En la siguiente gráfica se muestra la forma de instalación y las dimensiones de los refuerzos a instalar:

Figura 43. **Detalle de instalación de carrilera y refuerzos**

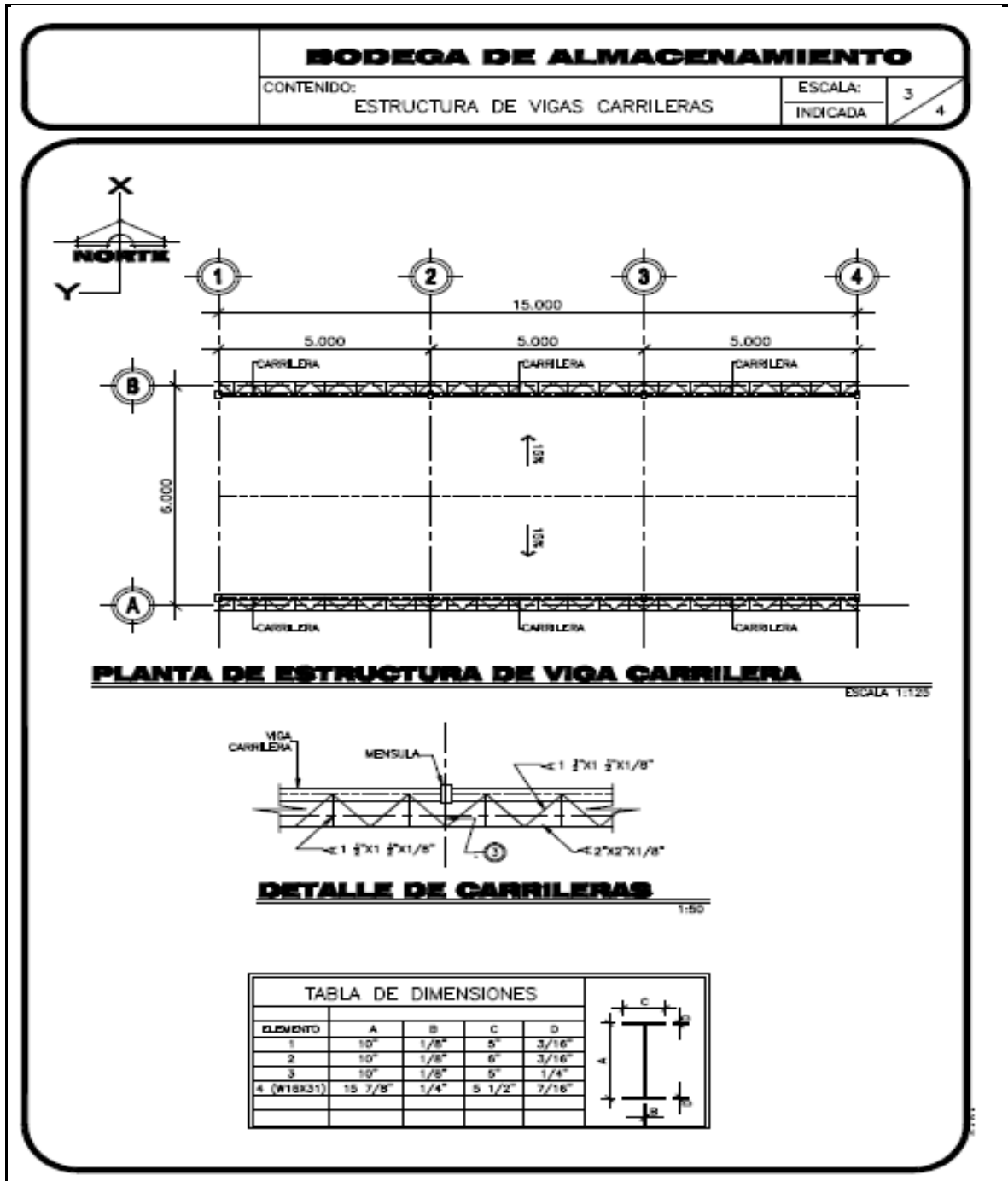


Fuente: **INCCO (Ingeniería Consultoría y Construcción)**

Debe tenerse especial cuidado con las soldaduras de la carrilera y los refuerzos, pues de estas depende en gran manera la mitigación de las vibraciones que afecten la seguridad de la estructura y el buen funcionamiento de la grúa.

Para una mayor comprensión de la instalación de la carrilera, se muestra a continuación el plano de la estructura de la carrilera y sus componentes:

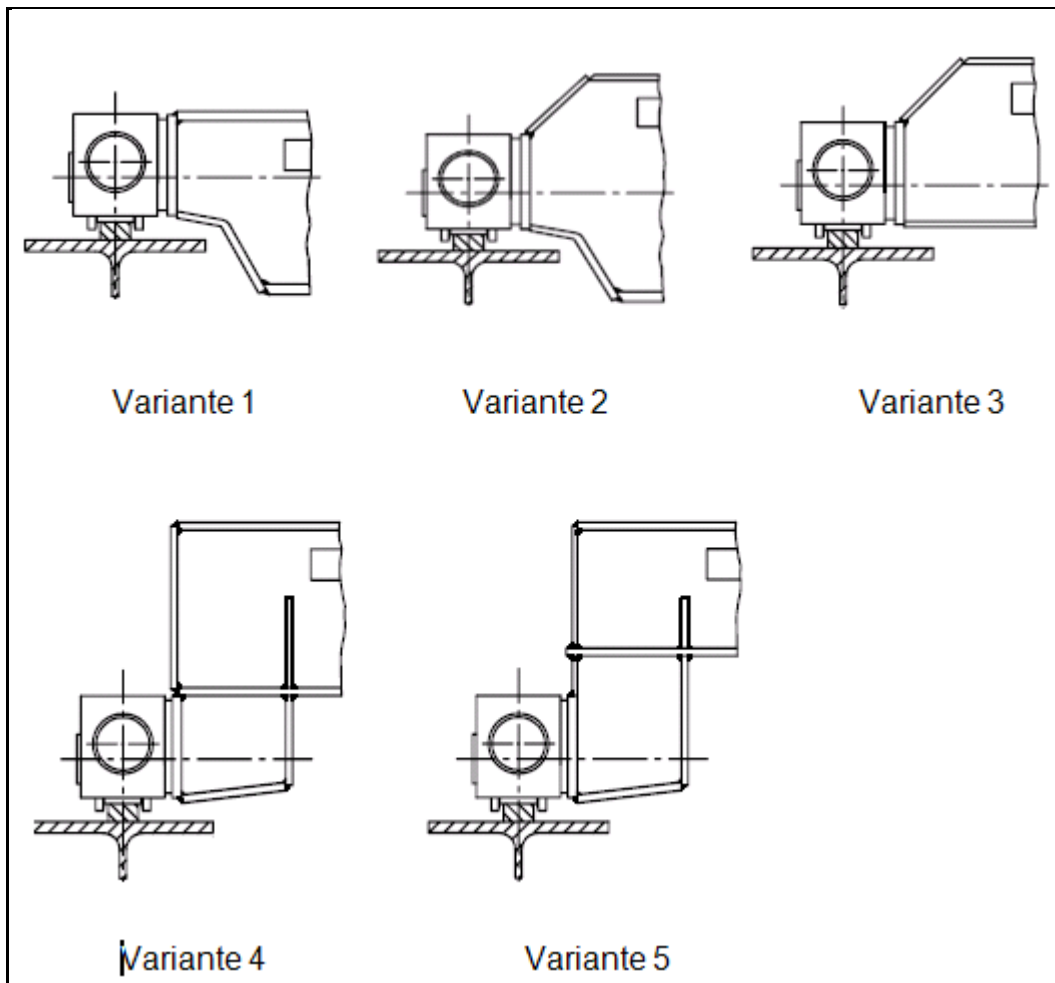
Figura 44. Planta de estructura de vigas carrileras



Fuente: INCCO (Ingeniería Consultoría y Construcción)

Existen cinco tipos de variantes de instalación de la carrilera y la viga principal del puente:

Figura 45. **Variantes de instalación**



Fuente: <http://www.abusgruas.es/var/abus/storage/original/application/587dc6267a99a302bf3c570329ddf2aa.pdf>

La variante elegida es la número 3, es la recomendada para edificios nuevos donde se quiera aprovechar al máximo la altura disponible del edificio. El tipo de viga principal del puente será de cajón soldada, ya que es de

fabricación relativamente sencilla y con alta resistencia ante esfuerzos de flexión y cortadura.

Es importante mencionar que la empresa fabricante incluirá documentos relativos a los materiales y al montaje, entre estos se pueden mencionar:

1. Memorias de cálculo y planos de fabricación.
2. Certificados de materiales.
3. Certificados de ensayos no destructivos.
4. Informe de pre montaje y alineación del puente grúa en planta bajo normas DIN.

3.2.7 Costos de puente grúa e instalación

En la siguiente tabla se describen los costos de adquisición e instalación del puente grúa:

Tabla XVI. **Costo de adquisición e instalación**

	Costo (Q)
Puente grúa	12,000
Instalación	40,000
Total	52,000

El monto total de adquisición e instalación es de Q52,000. El costo de adquisición incluye todos los elementos que han sido descritos (puente, carro, carrilera, controles etc.). En el costo de instalación se incluye la instalación eléctrica y mecánica del puente grúa.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Seguridad e higiene

La seguridad se entiende como las condiciones, acciones o prácticas que conducen a la calidad de seguro, aplicación de dispositivos para evitar accidentes. En la empresa implica la protección de instalaciones físicas, de herramientas, materias y equipo. La higiene son las condiciones o prácticas que conducen a un buen estado de salud, prevención de enfermedades.

La seguridad e higiene en la práctica tiene como fin conservar y mejorar la salud de los trabajadores en relación con la labor que realizan, y esta se ve profundamente influida por diversos factores entre estos: el equipo de protección personal, señalización, normas de seguridad existentes y capacitación del personal entre otros. A continuación, se detallan aspectos de vital importancia para la protección de la salud de los trabajadores y la conservación de las instalaciones y equipo.

4.1.1 Equipo de protección personal

Se entiende por equipo de protección individual cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador o trabajadora para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Entre el equipo de protección se puede mencionar: caretas, gafas de seguridad, cascos y zapatos de seguridad incluye, gafas protectoras, overoles, guantes, chalecos, tapones para oídos y equipo respiratorio. A continuación se describen los equipos propuestos.

4.1.1.1 Protección visual

Con la finalidad de proteger la vista de los trabajadores de cualquier partícula de polvo o madera y la incidencia de la luz durante el trabajo se proponen los siguientes lentes para uso dentro del almacén.

Lentes, Claros OX® 2000, A/F, Z87.1+. Estos lentes están diseñados para ser utilizados sobre lentes con graduación si este fuera el caso. Incrementan el confort y proveen ergonomía y ajuste a los usuarios.

Figura 46. **Lentes protectores**



Fuente: <http://www.elexgt.com/15402/26655/I12166.htm>

Características

- Grosor: 3 milímetros.
- Peso liviano.
- Diseño ergonómico para mejor ajuste en los usuarios.
- Recubrimiento anti empañante.
- Elaborados con policarbonato que filtra el 99.9 % de rayos UV.
- ANSI Z87.1+: Clasificados como alto impacto.
- Incremento del área de cobertura lateral.

4.1.1.2 Protección respiratoria

En el interior de la bodega existirán partículas de madera, polvo o las que se produzcan por el tratamiento contra plagas, las cuales pueden causar problemas respiratorios en los trabajadores. Se propone el uso de mascarillas desechables, para aplicaciones ligeras o periodos cortos de utilización.

Figura 47. Mascarilla respiratoria



Fuente:<http://www.elexgt.com/15402/16325/RESPIRADORES%20DESECHABLES/md8210.htm>

Características:

- Fabricado con un medio filtrante electrostático avanzado.
- Liviana construcción que provee al usuario un mejor confort.
- Clip de aluminio para un mejor ajuste a la nariz.
- Bandas elásticas blancas.
- Preformado para mayor comodidad y mejor resistencia a las deformaciones.
- Aprobado por NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) TC-84A-3981.

Aplicaciones:

- Barrido, lijado, aserrado, empacado.

4.1.1.3 Protección Lumbar

Debido a la actividad que se realiza es necesaria protección personal específica de la zona lumbar. El objetivo primordial del uso de la faja de protección lumbar es reducir y/o eliminar las lesiones en la zona lumbar.

Las fajas lumbares que se proponen corrigen la postura, brindan firmeza y seguridad en los movimientos, disminuyen fatigas laborales, evitan el dolor lumbar, ayudan a mantener la correcta postura de trabajo, reducen el estrés muscular e incrementan la productividad del trabajador.

Figura 48. Faja lumbar



Fuente: <http://www.elexgt.com/15402/26574/sl00.htm>

Características

- Cinturón lumbar liviano y duradero con cincho tejido de elástico
- Fácil y seguro de colocar con su sistema de doble cierre
- Sus varillas de metal se acoplan al cuerpo para un mejor soporte de la columna vertebral
- Ideal para proteger la columna, en actividades laborales como levantar, agacharse y llevar productos.

4.1.1.4 Protección al tacto

Reconociendo, que las manos son la herramienta principal en el trabajo, la medida básica de seguridad a tomar en cuenta para evitar lesiones y proteger las manos es el uso de guates.

Los guantes propuestos son de cuero, con banda ajustable en la muñeca para mejor ajuste y comodidad. Los guantes seleccionados presentan características de comodidad y resistencia, estos factores protegen a los colaboradores a la vez que les permiten desempeñar su trabajo con mayor facilidad.

Figura 49. **Guantes protectores**



Fuente: <http://www.elexgt.com/15402/26628/gpa.html>

4.1.1.5 Ropa y calzado de trabajo

Se propone el uso de overoles con elástico en la cintura y en los puños, estos overoles están fabricados con algodón y poliéster, y pueden ser utilizados sobre la ropa de los trabajadores.

El calzado de trabajo serán botas con punta de acero para mayor protección de los pies de los trabajadores.

Figura 50. **Ropa y calzado de trabajo**



Fuente: <http://www.lacasadeloverol.com/images/overolindustriales.jpg>

4.1.1.6 Protección para la cabeza

Figura 51. Casco de polietileno



Fuente: <http://www.elexgt.com/15402/26601/c06r.htm>

Características

- Posee ranuras universales para accesorios que permiten utilizar el casco con una gran variedad de productos de protección visual, auditiva y facial.
- Casco de polietileno de alta densidad, rugoso, que brinda máxima protección.
- Suspensión de 6 puntos, con malla de nylon.
- Posee almohadilla para la frente de espuma lavable.
- Cumple con el estándar ANSI Z89.1 Tipo I, Clase C, G, E y cumple con las normas OSHA (Agencias de Salud y Seguridad Ocupacional de los EE.UU.) referidas a los protectores de cabeza industriales.

4.2 Protección contra incendios

Se llama protección contra incendios al conjunto de medidas que se disponen en el edificio para protegerlo contra la acción del fuego. Con la protección antes mencionada se busca conseguir tres fines primordiales: salvar vidas humanas, minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego y conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

Entre las medidas pasivas a implementarse esta la facilitación y adecuada señalización de rutas de evacuación con suficiente amplitud, dirigidas hacia un punto de reunión seguro fuera de la edificación.

Entre las medidas activas, se instalarán extinguidores portátiles de polvo químico seco universal (fosfato mono amónico al 75% y otros como sales pulverizadas) ABC de 20 libras de peso.

Estos extintores están diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego clase A (combustibles sólidos), clase B (combustibles líquidos), clase C (corriente eléctrica). Tienen una gran potencial extintor, de todos los agentes extintores es el de mayor efectividad, brindando una protección superior.

Figura 52. **Extinguidor ABC**



Fuente: <http://www.quiminet.com/imagen/extintor.jpg>

Los extinguidores deben estar montados de manera segura en la pared o dentro de un gabinete. Deben estar a la mano en todo momento. Los muebles y los materiales de almacenamiento no deben bloquear el acceso.

Se colocarán extintores en lugares visibles de la entrada, parte media y final del edificio, además de una alarma para alertar a los trabajadores en caso de incendio.

4.3 Señalización

La señalización de la bodega se realizará para el logro de tres fines: evitar accidentes, aprovechar al máximo el espacio disponible y mantener el orden y limpieza de la bodega.

Pasillos

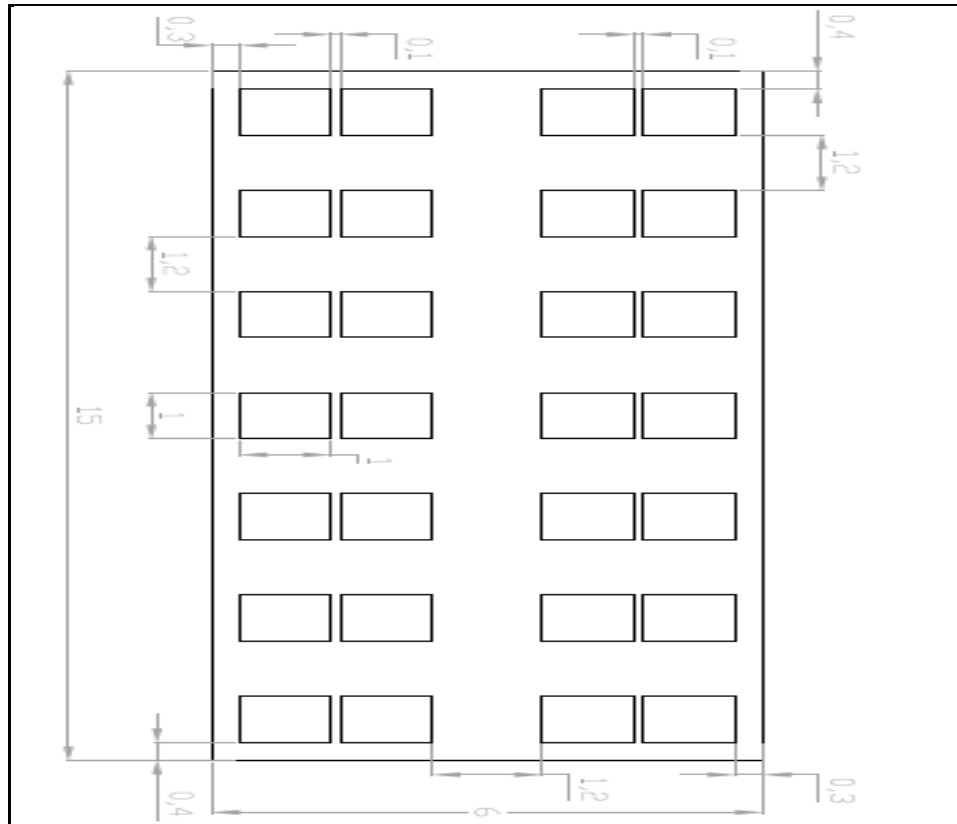
Se dejará un pasillo peatonal periférico de 35 centímetros, entre los materiales almacenados y los muros del almacén, lo que facilita realizar inspecciones, prevención de incendios y defensa del muro contra los derrumbes.

Los pasillos interiores longitudinales y transversales tendrán dimensiones apropiadas al tipo de manipulación y al equipo a utilizar en esta maniobra.

Demarcación de áreas

Se pintará una franja con color amarillo, de 5 centímetros de espesor para la señalización de pasillos interiores y exteriores. Las áreas de almacenaje se deberán delimitar con pintura amarilla con un borde interno blanco para diferenciarlo de los pasillos. El área de carga y descarga se marcará con diagonales amarillas y negras de 5 centímetros de espesor. Se marcará con una franja de 5 centímetros, de color rojo, los lugares de ubicación de equipo contra incendios y botiquín de primeros auxilios.

Figura 53. **Demarcación de áreas y pasillos**



Señalización

Colocar carteles y/o avisos en los sitios de ubicación de los equipos de control de incendios y de primeros auxilios, rutas de evacuación, sitios y elementos que presenten riesgo.

Los rótulos a utilizarse son de PVC con dimensiones 12×18 pulgadas, como los que se muestran a continuación:

Figura 54. Rótulos para señalización



Fuente: <http://www.elexgt.com/15402/26682/rotulos.htm>

4.4 Capacitación del personal

La capacitación se considera como un proceso a corto plazo, en que se utiliza un procedimiento planeado, sistemático y organizado, que comprende un conjunto de acciones educativas y administrativas orientadas al cambio y mejoramiento de conocimientos, habilidades y actitudes del personal, a fin de propiciar mejores niveles de desempeño compatibles con las exigencias del puesto que desempeña, y por lo tanto posibilita su desarrollo personal, así como la eficacia, eficiencia y efectividad empresarial a la cual sirve.

Como parte vital para la adecuada implementación de este proyecto se considera la capacitación del personal en diversos aspectos. Se dará capacitación para el manejo adecuado de extintores por parte de la empresa proveedora de los mismos.

Con la capacitación acerca del uso del puente grúa, se pretende cumplir con los siguientes objetivos: guardar la integridad física de los colaboradores, lograr el máximo rendimiento del equipo y la conservación del mismo, mediante un uso adecuado. La capacitación para maniobrar la grúa con seguridad deberá ser mediante una instrucción teórico-práctica adecuada que debe además reforzarse cada uno o dos años (reciclaje). Dicha capacitación será realizada por la empresa proveedora del equipo.

Se dará capacitación acerca de primeros auxilios, acciones en caso de emergencia y normas de seguridad.

4.5 Normas de seguridad

Verificaciones antes de comenzar a trabajar

- Comprobar que no existen sobre la grúa piezas sueltas u objetos que pudieran caerse.
- Asegurarse de que todos los interruptores de mando estén en posición cero, antes de conectar el interruptor general. De no ser así, podría ponerse en marcha alguno de los movimientos de la grúa, con graves consecuencias en muchos casos.
- Realizar un frenado de prueba de todos los movimientos de la grúa.
- Comprobar el buen funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad como topes, finales de carrera, realizando muy lentamente las maniobras de prueba.
- Comprobar el estado de los cables y ganchos.

Normas generales de seguridad para el puente grúa

A continuación se indican las normas fundamentales para llevar a cabo una manipulación segura de los puentes grúa para evitar los riesgos que se derivan de una incorrecta manipulación e imprudencias cometidas por los operarios:

- Antes de elevar la carga, realizar una pequeña elevación para comprobar su estabilidad.
- La carga debe quedar sujeta de forma que no pueda deslizarse.
- Las cuerdas, cadenas y cables nunca se apoyarán sobre aristas vivas, para lo cual se deberán colocar sobre escuadras de protección.

- El operario debe acompañar siempre a la carga a una distancia segura, para un mayor control de las distancias y observar en todo momento la trayectoria de la misma, evitando golpes contra obstáculos fijos.
- No colocarse nunca debajo de ninguna carga suspendida, ni transportarla por encima de trabajadores y se ha de llevar siempre la carga por delante.
- La colocación de los elementos de elevación, como cadenas y cables deben colocarse asegurándose un perfecto amarre de la carga. Esta tarea es de compromiso para el trabajador.
- Deberá figurar una indicación clara y visible de la capacidad nominal del puente, esto con la finalidad de evitar sobrecargas. Además el puente deberá contar con un dinamómetro para conocer la carga a manipular.
- Los cables de tensión deberán encontrarse aislados y protegidos a lo largo de toda la longitud.
- Se deberá tener conocimiento de las capacidades mecánicas de aparejos de elevación, así también de las cadenas y cables.
- Las cadenas y cables contarán con una placa unida a las mismas en la que se indique tanto su capacidad y numeración para su registro.
- Al final de las vigas carrileras es necesaria la existencia de un tope para evitar que el puente se salga de las vías de rodadura. La seguridad aumenta con la presencia de finales de carrera.
- Se deberá contar con un lugar específico y adecuado para dejar el mando de control cuando no se utilice
- La grúa estará equipada, obligatoriamente, con los correspondientes limitadores de carga y de recorrido de sus diferentes movimientos.

Reglas de seguridad para los operadores del puente grúa

Normas generales

- La grúa solo podrá ser manejada por operarios autorizados y suficientemente capacitados.
- Los trabajadores que efectúen trabajos de elevación y manejo de cargas, deberán estar provistos de todo su equipo de protección de protección personal.
- En ningún caso se superará la carga máxima útil del puente. Del mismo modo, nunca se superará la carga máxima señalada en las especificaciones de sus elementos auxiliares, ganchos, cables, cadenas, etc.
- Antes de mover las cargas se comprobará su completa estabilidad y buena sujeción. Si una vez iniciada la maniobra se observa que la carga no esta correctamente colocada, el maquinista deberá interrumpir la operación y bajarla lentamente para su arreglo.
- Todos los desplazamientos de las cargas se harán lentamente evitando siempre los movimientos bruscos.
- Las cargas se desplazaran a la menor altura posible. Los movimientos sin carga se harán con el gancho elevado.
- Queda totalmente prohibido el transportar cargas por encima de personas.
- Se prohíbe el paso o la permanencia de los trabajadores bajo cargas izadas.
- Cuando se utilicen las grúas el maquinista, despejará suficientemente la zona de peligro y tomará las medidas oportunas para que dicha zona no sea invadida por los trabajadores u otra persona durante el tiempo que dure la operación.

- Cuando no pueda evitarse que el producto transportado gire, se guiará en su desplazamiento utilizando cuerdas desde una distancia segura.
- Queda prohibido dejar el puente grúa con cargas suspendidas. El operador nunca dejará el puesto de mando con el aparato en carga.
- Antes de iniciar el uso del puente, se comprobará la inexistencia de obstáculos en su campo de acción. De existir, se tomarán las medidas precisas para limitar su movimiento e impedir posibles choques.
- Cuando no se esté utilizando la grúa, se tomarán medidas precisas para imposibilitar que el personal no autorizado pueda utilizarlo (bloqueo de interruptores).

Normas específicas

- El mando de control deberá contar con un dispositivo de parada de emergencia que corte la corriente del puente grúa, excepto de dispositivos de toma de carga.
- La parada de emergencia no podrá ser reanudada involuntariamente
- Los aparatos mandados desde el suelo deben detenerse automáticamente cuando se abandona el instrumento de control.
- El control de mando deberá contar con un bloqueo de seguridad para evitar la utilización por personal no especializado.
- El puente deberá contar con un dispositivo de seguridad a la salida del motor que detecte fallos, para evitar la caída de la carga durante el descenso o ascenso.
- Los ganchos deberán contar con un elemento de seguridad que evite la caída de la carga en caso de emergencia.
- Está prohibido modificar o anular cualquiera de los dispositivos de seguridad con que está dotada la grúa.

Normas para el equipo de izar

Ganchos

- Su factor de seguridad mínimo será cuatro para la carga nominal máxima.
- Se desecharán aquellos ganchos que presenten grietas, deformaciones, corrosión o apertura excesiva.

Cadenas

- Su factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Si la cadena lleva anillos, ganchos, eslabones, argollas o cualquier otro complemento, serán del mismo material de la cadena a la que vayan fijados. Se prohíben los empalmes atornillados.
- Los eslabones desgastados deben ser cortados y reemplazados de inmediato.

Cables

- Su factor de seguridad no será inferior a seis.
- El cable deberá contar con protección contra aristas vivas que puedan dañarlo.
- Se desecharán los cables que presenten nudos, hilos rotos y deformaciones permanentes.

Cuerdas

- Su factor mínimo de seguridad será diez. No se deslizarán sobre superficies con aristas cortantes, salvo vayan protegidas.
- Se desecharán las cuerdas que presenten deterioros apreciables.

Almacenamiento de accesorios

- Cuando no se utilizan, las cadenas, cables, cuerdas y accesorios se deberán almacenar correctamente enrolladas y en lugares libres de humedad, calor excesivo o presencia de sustancias caústicas o corrosivas.
- Queda prohibido dejar los accesorios tirados tras su empleo en lugares sucios o húmedos en la zona de circulación de los vehículos de carga, donde puedan recibir golpes, en general en cualquier sitio en el que puedan sufrir deterioros.

4.6 Mantenimiento

Todas las actividades de mantenimiento preventivo a mencionar, se realizan con el objetivo de conservar en buenas condiciones el equipo de manejo de productos y el edificio de almacenaje. La conservación en óptimas condiciones permitirá la obtención de las prestaciones para las que fueron diseñados. Cabe mencionar que se llevará un registro en el que se anoten fechas, revisiones y averías.

4.6.1 Puente grúa

Antes de iniciar el mantenimiento se deberán seguir las siguientes normas de seguridad:

- El puente grúa debe ser colocado en una zona donde no genere riesgo para los trabajadores.
- Deberá desconectarse el interruptor principal, se bloquearán los mandos del puente grúa para que nadie pueda actuar sobre ellos.
- Deberá colocarse señalización de advertencia siempre que el puente este en mantenimiento o reparación, se pondrá bien visible en el sitio "peligro puente en reparación".

Inspección diaria

- Revisión diaria visual de elementos sometidos a esfuerzo.
- Comprobación diaria de los frenos.
- Observación diaria de carencia de anomalías en el funcionamiento de la máquina.

Periodicidad semanal

- El maquinista dedicará un tiempo prudencial, una vez por semana, a la revisión del estado general de su máquina y a la limpieza de la misma.
- Se inspeccionará el estado de los cables, poniendo en conocimiento del inmediato superior, la existencia de hilos rotos, dobleces, oxidación, aplastamiento o cualquier otra anomalía que pudiera poner en peligro la seguridad.
- Se limpiarán los elementos para izar (cadenas, cables, cuerdas, ganchos y accesorios) y se engrasarán antes de ponerlos en servicio.

Periodicidad bimensual

A) Mantenimiento mecánico

De deberán realizar las siguientes acciones:

- Antes de la lubricación se verificarán las holguras de cojinetes (según fabricante), en caso de holguras excesivas se procederá a cambiarlos.
- Lubricación y limpieza de cojinetes de los extremos de giro de la polea.
- Lubricación y limpieza de los cojinetes de los extremos de giro del tambor.
- Limpieza y lubricación del cable de elevación.
- Limpieza y lubricación de dientes, rodamientos y puntos de fricción de los reductores de elevación y traslación.

- Verificación y apriete de tornillos y tuercas de los distintos elementos del puente que lo requieran (estructura, motores, testers, reductores topes, carro, etc.).
- Lubricación y limpieza de elementos de desplazamiento (ruedas, cojinetes, guías y topes)
- Limpieza y lubricación de frenos.
- Limpieza de vigas carrileras.
- Limpieza y lubricación de la superficie de rodadura de las vigas testers.
- Se realizará una revisión del estado de soldaduras de los distintos elementos del puente grúa.
- Se verificará el funcionamiento simultáneo de los elementos de frenos de las vigas testers.
- Verificación, limpieza y lubricación del sistema de frenos del carro.
- Se verificará la pérdida de aceites o grasas en todos aquellos elementos es necesaria la permanencia de lubricación.
- Verificación de holguras en los lugares que indique el fabricante.

B) Mantenimiento eléctrico

- Limpieza interna y verificación del adecuado funcionamiento de los controles principales (botonera principal) y sus respectivos pulsadores.
- Limpieza y apriete de tornillos de todos los componentes en tablero principal.
- Comprobar estado de la línea del cable general de alimentación y mando del puente grúa, así como su guía y soportes del cable.
- Revisión y medición de la resistencia de los motores.
- Limpieza y verificación el estado general del cuadro de maniobra, fuerza y protección. Se comprueban los contactos de los contactores. Si están gastados, se lijan o se reponen. Comprobación de funcionamiento de relés del sistema.

Limitadores de fin de carrera y carga

- Accionar todos los límites de carrera de a uno y verificar que produzcan el efecto deseado.
- Verificar, y de ser necesario ajustar, los tornillos de fijación y de las palancas accionadoras de los límites de carrera.
- Verificar y ajustar de ser necesario los topes fijos de accionamiento de los límites de carrera, tanto los que se encuentran fuera de la grúa como los que se encuentran a bordo de la misma.

Motores

Para el mantenimiento de los motores tanto de elevación y desplazamiento, se deberá realizar el siguiente procedimiento:

- Retirar tapas de colector
- Controlar estado de escobillas, su largo debe ser como mínimo el 50% del original. No se deben observar rayas en su superficie de contacto. Debe desplazarse libremente en su alojamiento.
- Controlar estado de resortes y su posición en los alojamientos
- Controlar estado de colector, formación de pátina y ausencia de rayas superficiales.
- Repasar ajuste de terminales o conectores
- Sopletear con aire filtrado
- Controlar ajuste de acople elástico mecánico con el eje del motor.

Frenos y tambor

- Verificación de simultaneidad de funcionamiento del sistema de frenos de las vigas testeras.
- Verificación de funcionamiento de relés de activación.
- Verificación del sistema de bloqueo del tambor de izaje.

4.6.2 Edificio

Para la conservación del edificio se realizarán las siguientes tareas:

Estructura (bimensual)

Se realizará una inspección de la estructura metálica, estado de soldaduras, búsqueda y reparación de aéreas con oxido o corrosión. Además se buscará e identificará cualquier deformación o anomalía de la estructura.

Iluminación (mensual)

- Limpieza exterior de las luminarias para la obtención de mayor rendimiento lumínico.
- Limpieza e inspección de los accesorios de arranque de las luminarias.
- Limpieza de la acometida principal y sus componentes.

Techo (mensual-bimensual)

- Limpieza de láminas para evitar la acumulación de desechos que puedan dañar las láminas.
- Apriete de tornillos de sujeción a costaneras.
- Verificación de uniones y los traslapes para mantener la impermeabilidad.
- Limpieza de extractores de aire.

Ventanas (bimensual)

Limpieza y lubricación de ventanas.

Eléctrico (mensual-bimensual)

Limpieza, ajuste, comprobación y cambio de ser necesario de los distintos elementos de la acometida principal (caja principal).

Equipo de protección contra incendio

Se requiere que los extinguidores se inspeccionen, se mantengan y se prueben. Deben estar completamente cargados y en condiciones funcionales en todo momento; cuando se saquen de servicio, debe proporcionarse equipo equivalente. Es obligatorio revisar anualmente el mantenimiento y que una persona capacitada los recargue. El mantenimiento anual y las pruebas periódicas deben documentarse en la etiqueta de mantenimiento del extinguidor.

Se deben realizar inspecciones mensuales a los extinguidores. Éstos deben estar funcionando y sin abolladuras, fugas ni otras señales de daño.

Las flechas de los calibradores de presión deben estar en la zona verde de “cargado”. El inspector debe anotar la fecha y sus iniciales mensualmente en la etiqueta de mantenimiento del extinguidor.

4.7 Control de plagas

El control de plagas es una actividad complementaria que garantiza la conservación de los productos y de la instalación. Implementar un control adecuado a las necesidades y características del producto e instalaciones, representa un gran beneficio al evitar inconvenientes que pueden afectar en gran manera los bienes de la empresa.

4.7.1 Insectos

Las tarimas, previo a ser almacenadas, reciben un tratamiento llamado cuperizado que protege las tarimas de los agentes abióticos (humedad, luz solar, cambios bruscos de temperatura y el fuego) y bióticos (insectos xilófagos, hongos xilófagos, xilófagos marinos y las bacterias).

Para evitar la acción de estos agentes se utilizan protectores químicos orgánicos, en este caso naftenato de cobre. Son los más empleados en la madera, pues no son solubles en agua y su poder de penetración es muy alto. Están formados por productos químicos con propiedades insecticidas, fungicidas y repelentes al agua, disueltos en productos derivados del petróleo.

Normalmente este tratamiento se aplica por pulverización a baja presión mediante un compresor.

4.7.2 Roedores

Es imposible eliminar por completo la amenaza de roedores, lo que es posible es el control de su población para evitar daños mayores al producto que represente un valor monetario considerable.

Una de las medidas más importantes es la limpieza y sanitización pues tiene como objetivo el control de los roedores (ratas y ratones) dentro y fuera de las instalaciones y se fundamenta en la prevención, impidiendo que los roedores penetren, vivan o proliferen en la instalación.

Se propone una metodología de control de roedores a base de productos químicos. Se propone el uso de venenos coagulantes como Racumin y/o Rodilón, por las siguientes razones:

- Producen la muerte retardada (3-5 días) tras la ingestión de una dosis de raticida.
- El rechazo al cebo no es un problema, porque los síntomas de envenenamiento se presentan tardíamente después de la ingestión del cebo.
- Son efectivos a dosis más bajas y no son tóxicos o sólo moderadamente para los hombres y otras especies animales.

- En caso de una intoxicación, se puede controlar con la aplicación del antídoto.
- Actúan inhibiendo los factores de la coagulación y promoviendo las hemorragias internas en el animal.
- Utilizándose en conjunto con medidas de limpieza y sanitización, impide que los roedores se establezcan madrigueras en el edificio.

La actividad de colocación de cebos con veneno y la eliminación de lugares de proliferación se realizará con la periodicidad definida por la necesidad observada.

4.8 Costos

La empresa no cuenta actualmente con señalización y equipo de protección personal adecuado. La empresa incurrirá en gastos para la implementación de señalización y provisión de equipo de protección personal.

A continuación se detallan los costos en los que se incurrirán para la implementación adecuada del proyecto.

4.8.1 Equipo de seguridad e higiene

Tabla XVII. Costo de equipo de seguridad e higiene

Equipo	Cantidad	Unidad (Q)	Total (Q)
Protección visual	6	39	216
Protección respiratoria (caja de 20 u)	1	123	123
Protección lumbar	6	77	462
Protección al tacto	6	52	312
Ropa y calzado de trabajo	6	450	2,700
Protección para la cabeza	6	91	546
Protección contra incendios	8	600	4,800
Señalización (rótulos de 12×18 pulgadas)	15	30	450
		TOTAL	9,609

El monto total de implementación de señalización, equipo contra incendios y equipo de protección personal asciende a Q 9,609.

4.8.2 Control de plagas

La fumigación con naftenato de cobre, de un lote de 220 tarimas tiene un costo de Q1600. La fumigación se realiza en función del ingreso de tarimas a la bodega.

Para el control de roedores se incurrirá en un costo de Q400 por sesión, y esta se realizará de manera bimensual o trimestral, según sea la necesidad observada en las instalaciones.

4.8.3 Mantenimiento

Los costos de mantenimiento, de ser correctamente asignados, constituyen una inversión que evitará gastos futuros mayores por averías continuas. Los costos por mantenimiento se describen a continuación.

4.8.3.1 Edificio

Tabla XVIII. Costos de mantenimiento de edificio

	Costo (Q)
Mantenimiento eléctrico	
Mano de obra	450
Repuestos	500
Iluminación	
Repuestos	300
Mano de obra	400
Estructura	
Pintura	250
Total	1,900

Los costos de repuestos y pintura son valores a utilizar, si durante el procedimiento de mantenimiento se identificarán como necesarios.

Hay tareas que pueden ser realizadas por el personal de bodega, en las cuales no se efectúa un gasto adicional, por ejemplo: limpieza del techo, limpieza y lubricación de ventanas, limpieza de extractores de aire e inspección de óxido y corrosión.

4.8.3.2 Puente grúa

El mantenimiento bimensual (que será prestado por la empresa fabricante), tiene un costo de mano de obra de Q 850.00 por sesión, sumándole a esto el costo de los elementos que se cambian.

5. SEGUIMIENTO

5.1 Puntos de control

El establecimiento de puntos de control es esencial para la conservación e identificación de mejoras a las instalaciones y equipo. La recopilación de información y la evaluación de condiciones esenciales, es importante para evitar el deterioro prematuro de las instalaciones y el equipo, así como para la eliminación o reducción de riesgos potenciales para los trabajadores y el producto.

5.1.1 Matriz de inspección de condiciones de edificio

Tabla XIX. **Matriz de inspección de edificio**

Fecha de realización: _____ Encargado de revisión: _____
Firma de encargado de revisión: _____

1	Láminas exteriores	Si	No
1.1	Adecuada sujeción de láminas (apriete de tornillos)		
1.2	Filtraciones		
1.3	Señales de oxidación		
1.4	Señales de corrosión		
1.5	Limpieza exterior		
2	Techo		
2.1	Adecuada sujeción de láminas (apriete de tornillos)		
2.2	Filtraciones		
2.3	Señales de oxidación		
2.4	Señales de corrosión		
2.5	Limpieza de láminas (normales)		
2.6	Limpieza de láminas (transparentes)		
2.7	Limpieza de extractores de aire		
2.8	Funcionamiento adecuado de extractores		

3	Estructura	Si	No
3.1	Vigas y columnas		
3.1.1	Soldaduras en buen estado		
3.1.2	Señales de oxidación		
3.1.3	Señales de corrosión		
3.1.4	Buen estado de la pintura protectora		
3.1.5	Adecuado apriete de tornillos		
3.1.6	Anomalías en estructura (pandeo, deformación)		
3.2	Costaneras		
3.2.1	Adecuada sujeción a estructura (apriete de tornillos)		
3.2.2	Señales de oxidación		
3.2.3	Señales de corrosión		
3.2.4	Buen estado de la pintura		
3.2.5	Señales de deformación		
4	Iluminación		
4.1	Igualdad de la intensidad lumínica de las lámparas		
4.2	Buen estado de las líneas de alimentación		
4.3	La sujeción al techo es segura		
4.4	Limpieza de las lámparas		
5	Piso		
5.1	Se observan grietas		
5.2	Existe hundimiento o desnivelado		
5.3	Es bueno el estado de la señalización de piso		
6	Varios		
6.1	Funcionan adecuadamente todas las ventanas		
6.2	La señalización está en el lugar instalado y es visible		
6.3	El equipo contra incendios está en un lugar visible		

<p>Condición general del edificio:</p> <p>Buena _____ Regular _____ Deterioro _____ Excelente _____</p> <p>Daños severos y crónicos: _____</p> <p>Observaciones: _____</p> <p>_____</p> <p>Recomendaciones: _____</p>

La matriz de inspección anteriormente mostrada, puede ser realizada con periodicidad bimensual o trimestral, con la finalidad de observar deficiencias y tomar medidas correctivas y preventivas para mantener el estado óptimo de las instalaciones.

5.1.2 Informe de inspección de puente grúa

La periodicidad con que se realice este chequeo del puente grúa puede ser bimensual o trimestral. Se notificará cualquier anomalía para la toma de medidas correctivas y preventivas por parte de la empresa. La matriz de inspección se muestra a continuación:

Tabla XX. **Matriz de inspección de grúa**

Fecha de realización: _____ Encargado de revisión: _____
Firma de encargado de revisión: _____

		Estado		
		Bueno	Regular	Deficiente
1	Estructura			
1.1	Comprobar uniones de viga (apriete de tornillos y soldaduras)			
1.2	Carriles de rodadura (alineación, desgaste, fijación a vigas)			
2	Testeros			
2.1	Frenada simultanea de los grupos motrices			
2.2	Funcionamiento de motores			
2.3	Desgaste de las pestañas de las ruedas			
2.4	Existencia de grietas capilares en las zonas de rodadura de las ruedas			
2.5	Fijación de los distintos elementos (motores, reductores, topes , elementos varios)			
3	Carro			
3.1	Engrase de cable de elevación			
3.2	Perdidas de aceite o grasa			
3.3	Estado de guías de cables			
3.4	Estado de las ruedas del carro			
3.5	Estado de cable de elevación y sus amarres			
3.6	Estado de dientes, rodamientos y puntos de fricción			

		Bueno	Regular	Deficiente
3.7	Niveles de aceite o estado de grasas de los reductores de elevación y traslación			
3.8	Estado y funcionamiento de limitador de carga máxima			
3.9	Estado de apriete de tornillos y tuercas de fijación de los distintos elementos.			
3.1	Estado de soldaduras			
4	Gancho			
4.1	Giro de poleas			
4.2	Estado del gancho de carga			
4.3	Existencia de grasa en rodamiento axial			
4.4	Existencia de grasa en la polea			
5	Instalación eléctrica			
5.1	Estado de los aparatos de protección y control automáticos			
5.2	Estado de mando y controles manuales			
5.3	Estado de cajas de alimentación principales			
5.4	Funcionamiento de cajas de alimentación principales			
5.5	Funcionamiento de desactivación de frenos al activar motores			
5.6	Estado y funcionamiento de limitadores de carrera de elevación, traslación de			
5.7	Carro y traslación de puente			
5.8	Estado de los elementos móviles de alimentación eléctrica			
5.9	Estado de tomacorrientes			
5.1	Estado de conexiones en general			
5.1 1	Estado de empalmes y elementos de sujeción de líneas principales			

<p>Resumen</p> <p>Condición general del puente grúa:</p> <p>Buena _____ Regular _____ Deterioro _____ Excelente _____</p> <p>Daños severos y crónicos:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Observaciones:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Recomendaciones: _____</p>

5.1.3 Informe de condiciones y actos inseguros

El informe de condiciones y actos inseguros será resultado de la inspección propia. La inspección propia es un beneficio para cualquier organización. Permite que las condiciones y actos inseguros se detecten a tiempo para prevenir algún accidente. El programa de inspección debe incluir a todos los miembros de la organización y a sus diferentes áreas.

El equipo de inspección debe ser de dos a tres miembros. Antes de realizar la inspección debe considerarse:

- Entrenar a los miembros del equipo que no tienen mucha experiencia en el reconocimiento de actos y condiciones inseguras; y el propósito de la inspección.
- Revisar las inspecciones anteriores para asegurar que se han llevado a cabo las recomendaciones.
- Los realizadores de la inspección deberán llevar todo su equipo de protección.
- Desarrollar una ruta planeada previamente. Esto asegura que todas las áreas serán examinadas.

Es aconsejable hacer las inspecciones cuando las observaciones máximas se pueden realizar con la cantidad mínima de interrupciones del trabajo.

Los archivos precisos sirven como evidencia de las inspecciones, proveen documentación de las correcciones necesarias, y proveen un método para asegurar que se cumpla con las medidas preventivas.

La periodicidad se dispone de la siguiente forma:

- Diariamente

Los empleados deben examinar su área de trabajo, herramientas, y maquinaria al principio de cada día de trabajo.

Todos los casos donde se necesita tomar acción, deben ser reportados y corregidos lo más pronto posible.

- Semanalmente

El encargado de bodega debe recorrer sus áreas con el propósito de hacer contactos de inspección y seguridad con los empleados.

- Cada mes

Esta frecuencia permite la inspección planeada y fijada. Puede involucrar a los trabajadores de bodega y a su encargado. La participación del encargado no solamente indica que están interesados en la seguridad, sino también, que están involucrados.

Una manera de facilitar la inspección es la utilización de una lista de control. Se propone el siguiente modelo, en el cual se debe poner un cheque en el área donde se identifiquen riesgos y acciones inseguras:

Tabla XXI. **Lista de inspección condiciones y actos inseguros**

Fecha :
Localización:
Encargado de inspección:
Registro:

Actos inseguros	
Asumir posiciones o posturas inseguras	
Dejar inoperantes los dispositivos de seguridad	
Desviarse de procedimientos de trabajo recomendados	
Distraerse en juegos u otros	
No advertir o señalar riesgos según se requiera	

No utilizar elementos de protección personal	
Operar el puente a velocidad insegura	
Operar maquinas/equipos sin autorización	
Reparar, conducir equipos sin considerar riesgos	
Usar en forma insegura materiales, equipos, herramientas	
Usar herramienta instrumenta y/o equipos inseguros	
Cualquier otra acción (especificar)	
Condiciones inseguras	
Almacenamiento deficiente	
Construcción o instalaciones inseguras	
Defectos de maquinaria, materiales o herramientas	
Equipos sin protección	
Falta de adecuados sistemas de advertencia	
Falta de adecuados sistemas de seguridad	
Falta de orden y aseo	
Objetos que sobresalen	
Propensión a arder o explotar	
Otra condición insegura (especifique)	

Observaciones: <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>

Con la realización de la lista de inspección, el informe de condiciones y actos inseguros será más objetivo y fácil, siendo propuesto el formato que se presenta a continuación. El informe se debe ser lo más específico posible para la corrección específica del peligro. Se deberá asignar a la persona que realizará las correcciones y la fecha de realización.

Tabla XXII. **Modelo para informe de condiciones inseguras**

Informe de condiciones inseguras

Fecha:
Localización:
Nombre de quien notifica la anomalía:
Jefe inmediato:

Condición o Práctica Insegura encontrada:	
	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA (si es posible)
Posibles Recomendaciones:	

5.1.4 Registro y representación de tiempo de carga

El registro del tiempo y su representación gráfica se hacen con el objetivo de observar que tanto se están utilizando los recursos, en este caso el puente grúa. Estos datos pueden ser utilizados para la toma de decisiones, observaciones del fabricante y para observar si la implementación del puente grúa fue objetiva y necesaria.

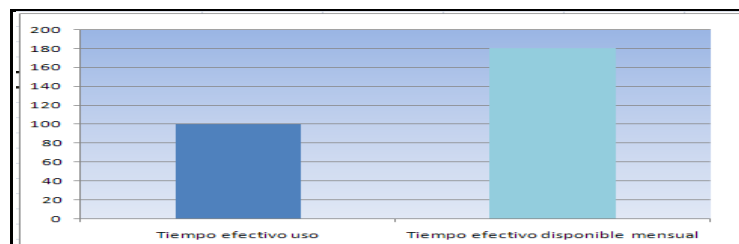
La medición del tiempo de uso para el registro es sencilla y puede ser realizada por los operarios. El registro será diario, y mensualmente se realizará un informe con la gráfica de tiempo de carga. En la plantilla de registro diario se indicará la hora de inicio, la hora en que finalizó su uso y el tiempo efectivo de uso. El puente se utilizará en repetidas ocasiones durante el día, deberá registrarse cada una de estas operaciones. Al final de la plantilla se colocará el tiempo efectivo del día, además de cualquier observación necesaria.

El informe mensual se hará por medio de una gráfica de barras, se indicará el tiempo efectivo mensual (sumatoria de los tiempos efectivos diarios) y se comparará con el tiempo efectivo mensual (hrs), este se obtiene restándole a las horas hábiles todas las concesiones de tiempo que se le otorguen a los operarios y trabajadores.

Figura 55. **Gráfica de tiempo de carga**

Tiempo de carga

Mes: _____ Año: _____



CONCLUSIONES

1. La eficiencia y eficacia para responder a los requerimientos de los clientes, calidad del producto y la seguridad del personal dependerán en gran manera de las instalaciones con que cuente la empresa. Con la construcción del edificio y la implementación del puente grúa se logrará que las tareas sean realizadas de una manera más fácil, lo cual se traduce en menor tiempo de entrega y mayor capacidad de respuesta, además de entregar un producto de mayor calidad.
2. Las características del edificio propuesto fueron determinadas con la finalidad de satisfacer las necesidades de la empresa, proveer instalaciones seguras y adecuadas para los trabajadores y aprovechar al máximo los recursos disponibles.
3. Con el establecimiento de normas y provisión de equipo de seguridad se obtendrán beneficios al reducir: la cantidad de incidentes que puedan dañar la integridad física de los trabajadores, daños a las instalaciones y equipo, costos inesperados e innecesarios que afecten el buen funcionamiento de la empresa.
4. Al tomar en cuenta la naturaleza orgánica de la mayoría de los productos, se definieron características del edificio que favorecen la obtención de condiciones adecuadas para la conservación de los productos. Las condiciones ambientales adecuadas influirán de forma positiva en el desempeño de los trabajadores del área de almacenaje y carga, lo cual beneficia al desempeño de la empresa.

5. La selección del puente grúa fue precedida por un adecuado análisis de la información provista por el fabricante del puente grúa y algunas publicaciones comerciales. Para seleccionar el equipo más adecuado se tomaron en cuenta las características técnicas, los costos, la relación con los proveedores y todo aquello que está ligado al funcionamiento de la grúa, por ejemplo: carga de trabajo, capacidad instalada y vida útil.
6. La adecuada instalación permite reducir daños al equipo y a la edificación derivados de un inapropiado montaje. Para que la instalación fuera segura, confiable y permitiera el desempeño óptimo del puente grúa, se tomaron en cuenta las características, recomendaciones y especificaciones dadas por el fabricante del puente grúa.
7. Los procedimientos de mantenimiento propuestos para el edificio y para el puente grúa permitirán la conservación, óptimo funcionamiento y la reducción de costo por fallas tempranas o derivadas de un mantenimiento deficiente de las instalaciones eléctricas, mecánicas y equipos móviles.
8. Los formatos de control facilitan la localización de las deficiencias y la identificación de áreas y aspectos a mejorar en el proyecto. Los puntos de control pueden ser una herramienta que aporte información relevante en la toma de decisiones y en la mejora continua.

RECOMENDACIONES

1. Verificar periódicamente el cumplimiento de las normas establecidas, así como el uso del equipo de protección personal.
2. Respetar la periodicidad del mantenimiento del puente grúa, ya que esto es un requisito necesario para la cobertura de garantía del fabricante.
3. Establecer un archivo en donde se guarde el registro de los mantenimientos y los puntos de control establecidos.
4. Agregar artículos y/o modificaciones que se consideren importantes a las matrices, formularios o informes del apartado de seguimiento.
5. Analizar periódicamente los procesos de carga y almacenaje en búsqueda e identificación de deficiencias y posibles mejoras.
6. No realizar adaptaciones o modificaciones a los elementos del puente grúa que no sea avalada por el fabricante del equipo.
7. Respetar la señalización de piso para el almacenaje seguro y ordenado de los productos.
8. Implementar elementos de seguridad o accesorios originales que beneficien la seguridad o funcionamiento del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Mejía, Julio Roberto. Edificios industriales. Trabajo de Graduación Ingeniería Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1987.
2. Asfahl, C. Ray. **Seguridad industrial y salud**. México, Pel Son, 2001. 249 pp
3. Hodson, W. K. **Manual del ingeniero industrial**. México: McGraw Hill, 1996. 2128 pp.
4. Kamawatu, George. **Introducción al estudio del trabajo**, México: Limusa, 2000. 507 pp.
5. Maynard, Harold B. **Manual del ingeniero industrial**. México: McGraw Hill, 1996. 1200 pp.
6. Niebel, B. W. Ingeniería industrial, México: CECSA, 1996.
7. Sosa Castillo, Mario Enrique. Cálculo de vigas carrileras para puentes grúa. Trabajo de Graduación Ingeniería Civil. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1982.
8. Sanchinelli Alburez, Mynor Giovanni. Análisis y optimización de los recursos para la mejora de métodos dentro de una planta manufacturera de jabón de tocador, INCODISA, San Miguel Petapa, Guatemala. Trabajo de Graduación Ingeniería Industrial. Guatemala. USAC, Facultad de Ingeniería, 1998.

9. Torres, Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas**. Folleto de docencia. Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 1998. 135 pp.

10. Urbina Sierra, Oscar Aroldo. Diseño y propuesta para la reubicación de la planta de producción de la empresa maquiladora de cartón, tarimas y empaques, S.A (TAEMSA). Trabajo de Graduación Ingeniería Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.

ANEXOS

Lámpara fluorescente

T5 - LUXLINE PLUS

Nueva generación de lámparas fluorescentes lineales de 16mm de diámetro que ofrecen superior índice cromático y rendimiento fotométrico así como una óptima emisión luminosa.

2. FHO - La lámpara fluorescente de alto rendimiento (FHO)



CARACTERÍSTICAS

- Alta emisión luminosa de 1850 lm hasta 4900 lm
- Mantenimiento luminoso casi constante a lo largo de toda la vida de la lámpara debido a la tecnología Trifosforo Luxline-Plus
- Alto índice de rendimiento de color Ra95 (Clase 1B)
- Funciona con reactancia electrónica exclusivamente lo que mejora el arranque y funcionamiento de la lámpara
- Óptima temperatura ambiente de funcionamiento a 35°C (max emisión luminosa)
- Vida media: 20.000 hrs
- Reducción del volumen de almacenamiento y del costo de transporte

APLICACIONES

- Iluminación Industrial y comercial
- Tiendas
- Grandes almacenes
- Restaurantes y áreas de recepción

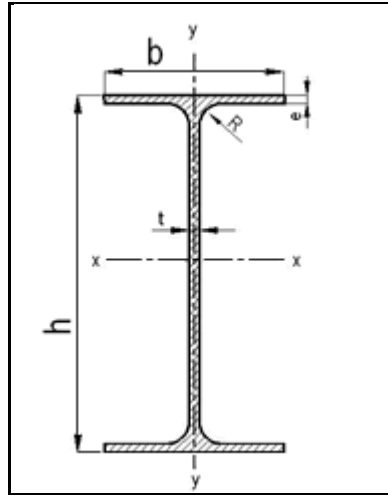
Tabla XXIV. Características de lámpara (FHO)

Tipo Denominación	Potencia W	Color	Casquillo	Dimensiones (mm)		I.R. Color (Clase)	Emisión Luminosa lm	Unid. por Caja	Código
				L	D				
FHO 39W/830	39	Blanca Calda de Lujo	G5	849	16	1B	3500	25	0002775
FHO 39W/840	39	Blanca Fria de Lujo	G5	849	16	1B	3500	25	0002776
FHO 39W/860	39	Luz Día de Lujo	G5	849	16	1B	3250	25	0002779

Fuente: Catalogo de luminarias sylvania.

Datos de vigas laminadas WF

Figura 56. Viga tipo I



Fuente: http://www.ferrolibertad.cl/pag/cont_pro3f.html

Tabla XXV. Dimensiones de Vigas

WF		Dimensiones				Sección	Masa ¹ mt	Momento de Inercia		Módulo Resistente		Radio de Giro	
mm x Kg/Mts.	Pulg. x Lbs/Pié	h	b	t	e	cm ²	kg	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
		mm						I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y
W150x13.0	W6x8.5	148	100	4.3	4.9	16.6	13.0	635	82	85.8	16.4	6.18	2.22
W150x18.0	W6x12	153	102	5.8	7.1	23.4	18.0	939	126	122.8	24.7	6.34	2.32
W150x22.5	W6x15	152	152	5.8	6.6	29.0	22.0	1229	387	161.7	50.9	6.51	3.65
W150x29.8	W6x20	157	153	6.6	9.3	38.5	29.8	1739	556	121.5	72.6	6.72	3.80
W150x37.1	W6x25	162	154	8.1	11.6	47.8	37.1	2244	707	277.0	91.8	6.85	3.84
W200x19.3	W8x13	203	102	5.8	6.5	25.5	19.3	1686	166	166.1	22.7	8.19	2.14
W200x22.5	W8x15	206	102	6.2	8.0	29.0	22.5	2029	142	197.0	27.9	8.37	2.22
W200x26.6	W8x18	207	133	5.8	8.4	34.2	26.6	2611	330	252.3	49.6	8.73	3.10
W200x31.3	W8x21	210	134	6.4	10.2	40.3	31.3	3168	410	301.7	61.2	8.86	3.19
W200x35.9	W8x24	201	165	6.2	10.2	45.7	35.9	3450	762	342.0	92.3	8.69	4.09
W200x41.7	W8x28	205	166	7.2	11.8	53.2	31.7	4080	903	398.0	109.0	8.76	4.11
W200x46.1	W8x31	203	203	7.2	11.0	58.6	46.1	4580	1940	450.0	152.0	8.81	5.13
W200x52.0	W8x35	206	204	7.9	12.7	66.5	52.0	5290	1770	511.0	174.0	8.92	5.16
W200x59.0	W8x40	210	205	9.1	14.2	75.5	59.0	6080	2040	582.0	200.0	8.96	5.18
W200x71.0	W8x48	216	206	10.2	17.4	91.0	71.0	7660	2537	709.2	246.3	9.17	5.28
W200x86.0	W8x58	222	209	12.9	20.6	110.3	86.0	9490	3130	852.0	300.0	9.27	5.33
W250x22.3	W10x15	254	102	5.9	6.9	28.9	22.3	2939	123	231.0	24.1	10.09	2.06
W250x25.3	W10x17	257	102	6.1	8.4	32.6	25.3	3473	149	270.2	29.3	10.31	2.14
W250x28.4	W10x19	260	102	6.4	10.0	36.6	28.4	4046	178	311.2	34.8	10.51	2.20
W250x32.7	W10x22	258	146	6.1	9.1	42.1	32.7	4937	473	382.7	64.8	10.83	3.35
W250x38.5	W10x26	262	147	6.6	11.2	49.6	38.5	6057	594	462.4	80.8	11.05	3.46
W250x44.8	W10x30	266	148	7.6	13.0	57.6	44.8	7158	704	538.2	95.1	11.15	3.50
W250x73.0	W10x49	253	254	8.6	14.2	92.7	73.0	11257	3880	889.9	305.5	11.02	6.47

W250x80.0	W10x54	256	255	9.4	15.6	101.9	80.0	12550	4313	980.5	338.3	11.10	6.51
W250x89.0	W10x60	260	256	10.7	17.3	113.9	89.0	14237	4841	1095.1	378.2	11.18	6.52
W250x101.0	W10x68	264	257	11.9	19.6	129.0	101.0	16400	5580	1240.0	433.0	11.30	6.58
W310x23.8	W12x16	305	101	5.6	6.7	30.7	23.8	4346	113	285.0	222.9	11.89	1.94
W310x28.3	W12x19	309	102	6.0	8.9	36.5	28.3	5500	158	356.0	31.0	12.28	2.08
W310x32.7	W12x22	313	102	6.6	10.8	42.1	32.7	6570	192	419.8	37.6	12.49	2.13
W310x38.7	W12x26	310	165	5.8	9.7	49.7	38.7	8581	727	553.6	88.1	13.14	3.82
W310x44.5	W12x30	313	166	6.6	11.2	57.2	44.5	9997	855	638.8	103.0	13.22	3.87
W310x52.0	W12x35	317	167	7.6	13.2	67.0	52.0	11909	1026	751.4	122.9	13.33	3.91
W310x59.5	W12x40	303	203	7.1	13.1	75.1	59.5	12900	1840	850.0	180.0	13.00	4.90
W310x97.0	W12x65	308	305	9.9	15.4	123.6	97.0	22284	7286	1447.0	477.8	13.43	7.68
W310x107.0	W12x72	311	306	10.9	17.0	132.4	107.0	24839	8123	1592.3	530.9	13.49	7.72
W310x117.0	W12x79	314	307	11.9	18.7	149.9	117.0	27560	9024	1755.6	587.9	13.46	7.76
W310x129.0	W12x87	318	308	13.1	20.5	165.2	129.0	30800	10000	1283.2	651.0	13.70	7.80
W360x32.9	W14x22	349	127	5.8	8.5	42.1	32.9	8358	291	479.0	45.9	14.09	2.63
W360x39.0	W14x26	353	128	6.5	10.7	50.2	39.9	10331	375	585.3	58.6	14.35	2.73
W360x44.0	14x30	352	171	6.9	9.8	57.7	44.0	12258	818	696.5	95.7	14.58	3.77
W360x51.0	W14x34	355	171	7.2	11.6	68.8	51.0	14222	968	801.2	113.3	14.85	3.87
W360x57.8	W14x38	358	172	7.9	13.1	72.5	57.8	16143	1113	901.8	124.4	14.92	3.92
W360x64.0	W14x43	347	203	7.7	13.5	81.5	64.0	17890	1885	1031.1	185.7	14.80	4.80
W360x72.0	W14x48	350	204	8.6	15.1	91.3	72.0	20169	2114	1152.5	209.8	14.85	4.84
W360x79.0	W14x53	354	205	9.4	16.8	101.2	79.0	22713	2416	1283.2	235.7	14.98	4.89
W360x91.0	W14x61	353	254	9.5	16.4	115.5	91.0	26600	4450	1510.0	352.0	15.20	6.22
W360x101.0	W14x68	357	255	10.5	18.3	129.0	101.0	30100	5040	1690.0	397.0	15.30	6.25
W360x110.0	W14x74	360	256	11.4	19.9	140.6	110.0	35100	5580	1840.0	436.0	15.30	6.30
W360x122.0	W14x82	363	257	13.0	21.7	155.3	122.0	36700	6160	202.0	480.0	15.40	6.30
W410x38.8	W16x26	399	140	6.4	8.8	50.3	38.8	12777	404	640.5	55.7	15.94	2.83
W410x46.1	W16x31	403	140	7.0	11.2	59.2	46.1	15690	514	778.7	73.4	16.27	2.95
W410x53.0	W16x36	403	177	7.5	10.9	68.4	53.0	18734	1009	929.7	114.0	16.55	3.85

W410x60.0	W16x40	407	178	7.7	12.8	76.2	60.0	21707	1205	1066.7	135.4	16.88	3.98
W410x67.0	W16x45	410	179	8.8	14.4	86.3	67.0	24678	1379	1203.8	154.1	16.91	4.00
W410x75.0	W16x50	413	180	9.7	16.0	95.8	75.0	27616	1559	1337.3	173.2	16.98	4.03
W410x85.0	W16x57	417	181	10.9	18.2	108.4	85.0	31600	1790	1510.0	198.0	17.10	4.06
W460x52.0	W18x35	450	152	7.6	10.8	66.6	52.0	21370	634	949.8	83.5	17.91	3.09
W460x60.0	W18x40	455	153	8.0	13.3	76.2	60.0	25652	796	1127.6	104.1	18.35	3.23
W460x68.0	W18x46	459	154	9.1	15.4	87.6	68.0	25851	941	1300.7	122.2	18.46	3.28
W460x74.0	W18x50	457	190	9.0	14.5	94.9	74.0	33415	1661	1462.4	174.8	18.77	4.18
W460x82.0	W18x55	460	191	9.9	16.0	104.7	82.0	37157	1862	1615.5	195.0	18.84	4.22
W460x89.0	W18x60	463	192	10.5	17.7	114.1	89.0	41105	2093	1775.6	218.0	18.98	4.28
W460x97.0	W18x65	466	193	11.4	19.1	123.2	97.0	44500	3280	1920.0	236.0	19.00	4.29
W460x106.0	W18x71	469	194	12.6	20.6	134.2	107.0	48700	2510	2080.0	259.0	19.00	4.32
W530x66.0	W21x44	525	165	8.9	11.4	83.6	66.0	34971	857	1332.2	103.9	20.46	3.20
W530x72.0	W21x48	524	207	9.0	10.9	91.6	72.0	39969	1615	1525.5	156.0	20.89	4.20
W530x74.0	W21x50	529	166	9.7	13.6	95.1	74.0	40969	1041	1548.9	125.5	20.76	3.31
W530x82.0	W21x55	528	209	9.5	13.3	104.5	82.0	47569	2028	1801.8	194.1	21.34	4.41
W530x85.0	W21x57*	535	166	10.3	16.5	107.7	85.0	48453	1263	1811.3	152.2	21.21	3.42
W530x92.0	W21x62	533	209	10.2	15.6	117.6	92.0	55157	2379	2069.7	227.6	21.65	4.50
W610x101.0	W24x68	603	228	10.5	14.9	130.3	101.0	77003	2951	2554.0	258.8	24.31	4.76
W610x113.0	W24x76	608	228	11.2	17.3	145.3	113.0	88196	3426	2901.2	300.5	24.64	4.86
W610x125.0	W24x84	612	229	11.9	19.6	160.1	125.0	99184	3933	3241.3	343.5	24.89	4.96
W610x140.0	W24x94	617	230	13.1	22.2	178.7	140.0	114151	4607	3638.8	393.8	25.06	5.03
W610x153.0	W24x103	623	229	14.0	24.2	195.5	153.0	125787	5048	3973.7	434.8	25.17	5.03
W610x155.0	W24x104	611	324	12.7	19.0	198.1	155.0	129583	10783	4241.7	665.6	25.58	7.38
W610x174.0	W24x117	616	325	14.0	21.6	222.8	174.0	147754	12374	4797.2	761.5	25.75	7.45

Fuente: http://www.ferrolibertad.cl/pag/cont_pro3f.html