



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

**DISEÑO DE UN MECANISMO DE VOLTEO PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESCARGA DE
DESPERDICIOS METÁLICOS, EN LA PLANTA DE FABRICACIÓN
DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN, REFRIGERADORES DE
GUATEMALA, S. A.**

Moisés Israel Pivaral Estrada

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, abril de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN MECANISMO DE VOLTEO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL
SISTEMA DE DESCARGA DE DESPERDICIOS METÁLICOS, EN LA
PLANTA DE FABRICACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN,
REFRIGERADORES DE GUATEMALA, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MOISÉS ISRAEL PIVARAL ESTRADA

ASESORADO POR EL INGENIERO JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David García Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA:	Inga. Norma Iliana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
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:

DISEÑO DE UN MECANISMO DE VOLTEO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESCARGA DE DESPERDICIOS METÁLICOS, EN LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN, REFRIGERADORES DE GUATEMALA, S. A.

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 27 de mayo de 2004.

Moisés Israel Pivaral Estrada

DEDICATORIA A:

DIOS

Creador de todas las cosas, por darme la oportunidad y sabiduría para lograr mis objetivos, y mantenerme en el camino correcto.

MIS PADRES

Rony de Jesús Pivaral Muñoz y Blanca América Estrada Castañeda, por darme su apoyo incondicional siempre, para salir adelante en cualquier circunstancia.

MI ABUELO

José Estrada, por su ejemplo y amor.

MIS HERMANOS

Rony, Lisandro, Becner, Ingrid y Karina, por apoyarme siempre.

MIS TÍOS

Raul, Enma, Elizabet y Celeste, por su apoyo y cariño.

MIS PRIMOS

Con mucho cariño

A MIS AMIGOS

De la "U", de la vida y de la Frater, por su apoyo en el transcurso de la carrera y su culminación.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi patria

Guatemala

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por darme los conocimientos necesarios para realizarme en el campo profesional.

Mi asesor

Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel, por ayudarme durante todo el proceso de EPS y en la finalización de este trabajo de graduación.

La empresa Refrigeradores de Guatemala, S.A.

Por haberme dado la oportunidad de realizar mi EPS, en especial a los compañeros de Transcold por su apoyo incondicional.

Todas las personas

Que de alguna forma u otra, contribuyeron a la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	X
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes históricos de la empresa.....	1
1.2. Ubicación.....	2
1.3. Descripción de las actividades de Refrigua, S.A.....	3
1.4. Reconocimiento.....	4
1.5. Estructura organizacional.....	6
1.6. Misión y visión.....	8
1.7. Tecnología.....	9
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Diseño de máquinas.....	11
2.1.1. Materiales empleados en la construcción de ejes....	11
2.1.2. Chumaceras.....	12
2.2. Resistencia de materiales.....	13
2.2.1. Torsión.....	13
2.2.1.1. Momento torsor.....	13
2.2.1.2. Tensión cortante de torsión y módulo de rotura.....	14

2.2.1.3.	Deformaciones por corte.....	14
2.2.1.4.	Ángulo de torsión.....	15
2.2.2.	Fuerzas y momentos internos en vigas.....	15
2.2.2.1.	Momento resistente.....	16
2.2.2.2.	Cortante resistente.....	17
2.2.2.3.	Momento flector.....	17
2.2.2.4.	Esfuerzo cortante.....	17
2.2.2.5.	Diagramas de esfuerzo cortante y momento flector.....	19
2.2.2.6.	Relación entre esfuerzo cortante y momento flector.....	19
2.2.3.	Tensión en vigas.....	20
2.2.3.1.	Eje neutro.....	20
2.2.3.2.	Módulo resistente.....	20
2.2.4.	Método de doble integración.....	21
2.2.4.1	Definición de flecha en una viga.....	21
2.3.	Mantenimiento.....	23
2.3.1.	Mantenimiento preventivo.....	23
2.3.2.	Método de aplicación de aceites y lubricantes.....	23
2.3.3.	Método de aplicación de grasas lubricantes.....	24
2.3.4.	Costo total de servicio.....	24
2.4.	Instalaciones mecánicas.....	25
2.4.1.	Aire comprimido.....	25
2.4.1.1	Presión.....	26
2.4.1.2	Caudal.....	26
2.4.2.	Compresor de tornillo rotativo.....	26
2.4.3.	Tubería.....	27
2.4.4.	Equipo neumático.....	27
2.4.5.	Actuadores.....	28

2.4.5.1. Cilindro de doble efecto.....	29
2.4.6. Válvulas.....	29
2.4.6.1. Válvula 2/2.....	29
2.4.6.2. Válvula 3/2.....	30
2.4.6.3. Válvula 5/2.....	30
2.4.6.4. Válvula antirretorno.....	30
2.4.6.5. Válvula reguladora de caudal.....	30
2.5. Condiciones y medio ambiente de trabajo.....	31
2.5.1. Temperatura.....	32
2.5.2. Ruido.....	33
2.5.3. Iluminación.....	34
2.5.4. Ventilación.....	36
2.5.4.1. Ventilación natural.....	36
2.5.4.2. Ventilación forzada.....	36
2.6. Seguridad e higiene industrial.....	37
2.7. Administración de personal.....	37
2.7.1. Análisis FODA.....	38
2.7.2. Inducción.....	38
2.7.3. Capacitación.....	39
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.	41
3.1. Análisis del sistema de descarga.....	41
3.1.1. Descripción del proceso.....	41
3.1.2. Diagrama de flujo del proceso actual.....	45
3.1.3. Diagrama de recorrido actual.....	46
3.1.4. Análisis FODA.....	47
3.2. Análisis de las condiciones de trabajo del área de soldadura.....	49
3.2.1. Ventilación.....	49

3.2.2. Iluminación.....	50
3.2.3. Ruido.....	53
3.2.4. Temperatura.....	55
4. DISEÑO DEL MECANISMO DE VOLTEO.....	57
4.1. Descripción de proceso propuesto.....	57
4.1.1. Análisis del tiempo de descarga.....	58
4.1.2. Diagrama de flujo del proceso de descarga de chatarra propuesto	59
4.1.3. Diagrama de recorrido propuesto.....	60
4.2. Análisis de la viga y columna.....	61
4.2.1. Método de doble integración.....	65
4.2.2. Tensión normal máxima en la viga.....	68
4.2.3. Esfuerzo en los postes.....	69
4.2.4. Ángulo de torsión θ	70
4.2.4.1. Módulo de rotura.....	72
4.3. Diseño del mecanismo de potencia.....	72
4.3.1. Equipo neumático a utilizar.....	72
4.3.1.1. Cilindro doble efecto.....	73
4.3.1.2. Unidad FRL.....	73
4.3.1.3. Accesorios.....	73
4.3.1.4. Válvulas.....	74
4.3.2. Diagrama neumático.....	77
4.4. Planos.....	78
4.5. Manual de inducción y capacitación.....	83
4.5.1. Inducción.....	83
4.5.2. Capacitación.....	84
4.5.3. Manual de funcionamiento.....	85
4.5.4. Manejo del mecanismo.....	87

4.5.5. Manual de mantenimiento.....	90
4.5.6. Medidas de seguridad.....	97
4.5.6.1. Medidas organizativas.....	97
4.5.6.2. Seguridad de las personas.....	97
4.5.6.3. Prevención de daños materiales.....	98
4.5.6.4. Indicaciones de seguridad.....	98
5. ANÁLISIS DE COSTOS.....	101
5.1. Costos de fabricación del mecanismo.....	101
5.1.1. Equipo neumático.....	102
5.1.2. Estructura metálica.....	102
5.2. Costos de instalación.....	102
5.3. Costos de mantenimiento.....	102
5.4. Beneficio/costo del proyecto.....	103
6. PROPUESTA PARA MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SOLDADURA.....	105
6.1. Ventilación.....	105
6.1.1. Cálculo del volumen del área.....	105
6.1.2. Cantidad de aire a sustituir.....	109
6.1.3. Caudal de aspiración.....	109
6.2. Iluminación.....	113
6.2.1. Cálculo de iluminación.....	113
6.3. Ruido.....	118
6.4. Temperatura.....	119
6.5. Costos de las mejoras de área de soldadura.....	120
6.5.1. Equipo de extracción para gases.....	120
6.5.2. Equipo para iluminación.....	121

6.5.3. Infraestructura.....	121
CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de localización de Refrigua, S. A.	2
2	Productos fabricados en Refrigeradores de Guatemala, S. A.	3
3	Actividades en Norte y Centro América	4
4	Reconocimiento y certificación	5
5	Organigramas	7
6	Productos de fabricación	9
7	Chumacera	12
8	Deformación por corte	14
9	Ángulo de torsión	15
10	Fuerza y momentos internos en vigas	16
11	Criterio de signos	18
12	Viga simplemente apoyada con cargas aplicadas	19
13	Flecha de una viga	21
14	Símbolos de elementos neumáticos	28
15	Símbolos de cilindros y válvulas neumáticas	30
16	Área de carga de chatarra	42
17	Traslado y pesado de chatarra	42
18	Traslado y área de chatarra	43
19	Descarga de chatarra de forma manual	44
20	Diagrama de flujo del proceso de descarga de chatarra actual	45
21	Diagrama de recorrido actual	46
22	Sistema de extracción de gases actual	49

23	Área de soldadura	52
24	Tapones para oídos	55
25	Simulación de desplazamiento del cilindro	58
26	Diagrama de flujo del proceso propuesto	59
27	Diagrama de flujo de proceso de descarga de chatarra actual	60
28	Diagrama de corte y momento de la viga	61
29	Área de compresión del poste	69
30	Diagrama de cuerpo libre por torsión	71
31	Cilindro de doble efecto	73
32	Unidad FRL	74
33	Accesorios Neumáticos	75
34	Válvulas	76
35	Diagrama neumático	77
36	Mecanismo posición 1	78
37	Mecanismo posición 2	79
38	Área de descarga posición 1	80
39	Área de descarga posición 2	81
40	Carro transportador	82
41	Manual de funcionamiento	85
42	Manual de manejo del mecanismo	87
43	Manual de mantenimiento	90
44	Medidas del área de soldadura	106
45	Sistema de extracción por campana	111
46	Vista externa del área de soldadura	112
47	Área de soldadura propuesta.	117
48	Tapones para oído	118

TABLAS

I	Niveles máximos de exposición diaria al ruido	34
II	Toma de tiempos del sistema de descarga actual	44
III	Medidas de intensidad de luz en el área de soldadura	52
IV	Niveles de ruido en el área de soldadura	53
V	Niveles de temperatura en el área de soldadura	56
VI	Costos de equipo neumático	101
VII	Costos de estructura metálica	102
VIII	Costos de instalación	102
IX	Costos de mantenimiento	103
X	Costo y beneficio anual	103
XI	Renovación de aire en un ambiente	107
XII	Factores de reflexión de pared y techo	115
XIII	Factores de utilización para lámpara fluorescente	115
XIV	Costos de equipo para extracción de gases	120
XV	Costos para iluminación	121
XVI	Costo de infraestructura	121

LISTA DE SÍMBOLOS

bar	Unidad de medida de presión
cm	Centímetro
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
m	Metros
I	Momento polar de inercia
G	Módulo de elasticidad en corte
θ	Ángulo de torsión
L	Longitud
M	Momento resistente
σ	Tensión normal en viga
$\Delta_{\text{máx}}$	Flecha máxima
D	Diámetro
Eacero	Tensión de trabajo del acero
A	Área

GLOSARIO

Accidente	Ocurre en una secuencia de eventos que usualmente traen como consecuencia un herido, una muerte o daños de propiedad.
Actuadores	Transforman la energía acumulada en el aire comprimido, en energía mecánica.
Caudal	Es el volumen que fluye a través de una sección de un conductor en la unidad de tiempo.
Cilindro	Es un tubo que está cerrado por los extremos, en cuyo interior se desliza un émbolo que está unido con un vástago que atraviesa uno de los fondos.
Cojinete	Elemento de máquina en la cual una superficie se desplaza apoyada en otra superficie, realizando un movimiento circular o deslizante.
Fricción	Fuerza que se opone al movimiento de cualquier cuerpo, y ésta puede aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones a las cuales sea sometido dicho cuerpo (superficie rugosa, aire, agua etc.).

Lubricante	Material sólido, líquido o gaseoso, que permite conservar las máquinas trabajando sin ningún sobre esfuerzo y silenciosamente, eliminando cualquier posible deterioro y desgaste por la fuerza de fricción.
Presión	Es la cantidad de fuerza que se ejerce en una superficie.
Torsión	Barra sujeta rígidamente en un extremo y sometida en el otro a un par aplicado en un plano perpendicular al eje
Válvulas	Son las encargadas de distribuir, interrumpir y permitir pasar o desviar el aire comprimido
Viga	Una barra sometida a fuerzas o pares situados en un plano que contiene a su eje longitudinal.
Viscosidad	Es el grado de fluidez que tiene un aceite o líquido, comúnmente llamado espesor.

RESUMEN

En la búsqueda de nuevos mercados, Refrigua, S.A. se ha dado a la tarea de incrementar la producción de equipos de refrigeración comercial, por lo que la empresa se encuentra remodelando y actualizando todas las áreas de la planta conforme a la exigencia de la creciente producción. Una de estas remodelaciones es necesaria en el sistema de descarga de chatarra, donde se invierte mucho tiempo, recurso humano, y un incremento del deterioro de equipo, por mal manejo de operación. Por lo que se diseña un mecanismo de volteo neumático para la descarga de chatarra, con la finalidad de tener un sistema de descarga más eficiente, donde se reduzca el tiempo y recursos.

El mecanismo se compone por una estructura base metálica, un sistema de contrapeso y uno de potencia neumático. Para el diseño se realiza un análisis de esfuerzos, diagramas, elementos neumáticos y la elaboración de planos. Se toma en cuenta la capacitación del personal, en lo referente al manejo, funcionamiento, mantenimiento y seguridad que conlleva la implementación de este sistema, con la finalidad de que el personal a cargo conozca y se integre de la mejor forma a su puesto de trabajo, como también se prolongue la vida útil del equipo y evitar accidentes por falta de conocimiento del sistema de descarga.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un mecanismo de volteo para la descarga de chatarra con el fin de optimizar recurso humano, reducir tiempo y hacer más eficiente el sistema de descarga, utilizando métodos científicos y mecanismos de potencia más apropiados.

ESPECÍFICOS

1. Estandarizar los procedimientos del sistema de descarga.
2. Simplificar el trabajo para el sistema de descarga de chatarra y agilizar el proceso.
3. Reducir la exposición de accidentes al personal de descarga.
4. Reducir el tiempo de descarga de chatarra, respecto al actual.
5. Mejorar el área de trabajo en el departamento de soldadura.
6. Crear manuales para capacitar al personal involucrado, y que tengan un conocimiento amplio del manejo del equipo a utilizar.
7. Capacitar sobre el mantenimiento y del sistema de lubricación, para prolongar la vida útil del equipo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de E.P.S. se llevó a cabo en una empresa dedicada a la fabricación de equipos de refrigeración comercial, localizada en la ciudad de Guatemala. Dicho trabajo se enfoca al sistema de descarga de chatarra, generada por el departamento de producción.

Se realiza el diseño de un mecanismo de volteo neumático para la descarga de desperdicios metálicos en el área de chatarra, este mecanismo está compuesto por una estructura base metálica, un sistema neumático el cual desarrolla la fuerza para generar el movimiento de descarga y de contrapesos que equilibran el peso generado por los transportadores a descargar.

En el marco teórico se detalla los principios y fundamentos para el diseño de un mecanismo de potencia neumático, mantenimiento y medidas de seguridad. Además, se realiza un análisis de la situación actual de la empresa en los aspectos de sistema de descarga de chatarra y de las condiciones de trabajo en el área de soldadura.

En el desarrollo del diseño se describe el proceso propuesto de descarga, el análisis de esfuerzo de la estructura del mecanismo, diseño del sistema de potencia neumático, la elaboración de planos de la estructura y de una serie de manuales para la capacitación, funcionamiento, manejo y mantenimiento, todos enfocados al mecanismo de descarga.

Se desarrolla un análisis de costos y beneficio, que conlleva la realización del mecanismo de volteo y su implementación en el sistema de descarga.

Por ultimo, se presentan una serie de mejoras para el área de soldadura, donde se contempla el diseño de un sistema de extracción de gases para mejorar la ventilación, un nuevo diseño de iluminación y mejoras para disminuir el ruido y la temperatura.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes históricos de la empresa

En el año de 1899 Fogel es fundada en Filadelfia, U. S. A., por la familia del Sr. William Fogel. Nace en ese entonces con la fabricación de cajones de madera aislados para preservar alimentos, posteriormente con el desarrollo tecnológico de los compresores, los gases refrigerantes y los modernos sistemas de aislamiento, se convirtió rápidamente en uno de los líderes de refrigeración comercial de U.S.A.

Con la gran visión de Sr. William Fogel y su capacidad para establecer alianzas con empresarios de otros países, algunos tan distantes como Israel, Francia e Italia, pero con mayor energía y énfasis en Centro América y el Caribe.

En 1967 bajo el liderazgo de don Jacobo Tefel Pasos se fundo Fogel de Nicaragua en sociedad con Sr. William Fogel. En 1981 los problemas políticos forzaron a la familia Tefel a emigrar a Guatemala en donde fundaron Refrigeradores de Guatemala, S. A.

Atiende en la actualidad a los países de Norte América, Centro América, el Caribe, Ecuador Venezuela y Perú siendo sus principales clientes las industrias cerveceras, embotelladoras de bebidas carbonatadas, embotelladora de agua purificada, industrias lácteas y fabricantes de helados.

1.2. Ubicación

La empresa tiene sus instalaciones en el municipio de Mixto, en el departamento de Guatemala, entre las calzadas San Juan y Roosevelt, ver figura 1. La dirección donde se localiza es:

Dirección: 48av. y 3ra. calle, zona 7 colonia El Rosario

Tel: 2437-51-45

Fax: 2431-01-33, 2431-01-06

Figura 1. Mapa de localización de Refrigua S. A.



 **Refrigua S. A.**

Fuente: www.mapasred.com

1.3. Descripción de las actividades de Refrigua S. A.

Refrigua se encarga de la fabricación, aseguramiento de la calidad y venta de de los productos, **ver figura 2**. Cada ves que se necesite fabricar un nuevo modelo o un cambio de los ya existentes, la empresa Transcold, S.A. realiza el nuevo diseño y proporciona planos, programas para troqueladoras y especificaciones de cada uno de los modelos, de acuerdo a los requisitos solicitados por el cliente. Ya definidas las especificaciones, son trasladadas a Refrigua para la fabricación de los equipos.

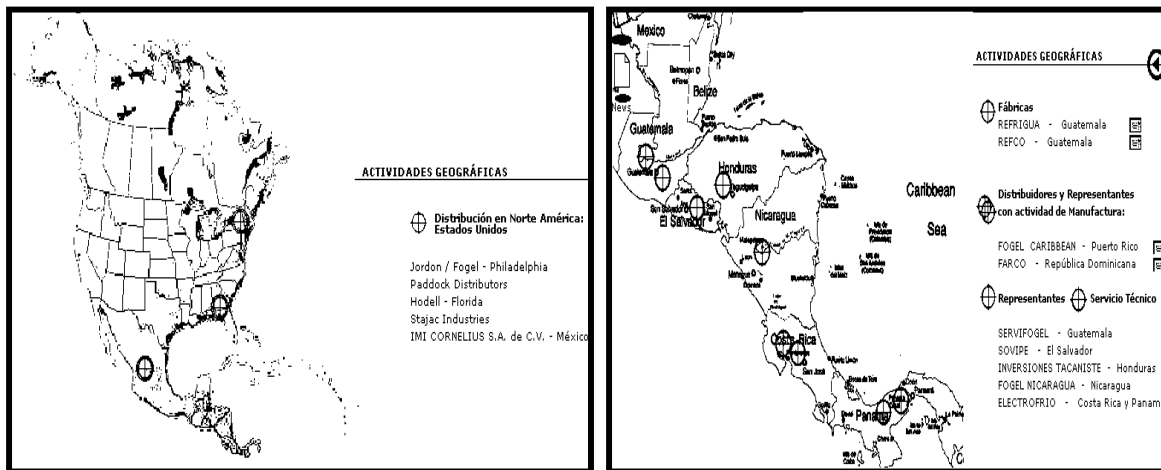
Figura 2. Productos fabricados en Refrigeradores de Guatemala, S. A.



Fuente: www.fogel-group.com

Su capacidad instalada es de 96,000 unidades anuales. Cuenta con más de 115 modelos y el área manufacturera abarca los 32,000 mts. Sus mercados son Norte América, Centro América, Sur América y el Caribe, **ver figura 3.**

Figura 3. Actividades en Norte y Centro América



Fuente: www.fogel-group.com

1.4 Reconocimiento

Entre las aprobaciones y recomendaciones recibidas, se cuenta con los de Underwriters Laboratorios de los Estados Unidos de Norteamérica (U.L.) quien certifica la calidad eléctrica y estructural de los artefactos eléctricos, de acuerdo a los estándares norteamericanos y canadienses. A través de UL, también se cuenta con la aprobación del estándar de salud, seguridad y protección ambiental N.S.F. (National Sanitation Foundation), **ver figura 4.**

Figura 4. Reconocimiento y certificación



Mejor exportador



Certificación






La asociación de Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (AGEXPRONT), el 4 de octubre de 2005 otorgo, por segunda vez, el Premio Carlos José Castillo, como el mejor exportador del año 2005 a REFRIGERADORES DE GUATEMALA, S.A. (REFRIGUA). Este premio ya había sido ganado por la empresa en el año 1995. Este es el mas alto reconocimiento al buen desempeño de las Empresas Guatemaltecas que buscan nuevos mercados y que mejoran la calidad y tecnología de sus productos.

En febrero del año 2004, REFRIGUA, obtuvo el CERTIFICADO DE GESTION DE LA CALIDAD, otorgado por ICONTEC, miembro de la Organización internacional ISO y por IQNET. La Cadena Internacional de Certificación, quienes certifican que REFRIGERADORES DE GUATEMALA, S.A. - REFRIGUA, S.A. está certificada para la fabricación y comercialización de refrigeradores y congeladores para uso comercial, después de cumplir con los requisitos e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000.

Fuente: www.fogel-group.com

1.4. Estructura organizacional

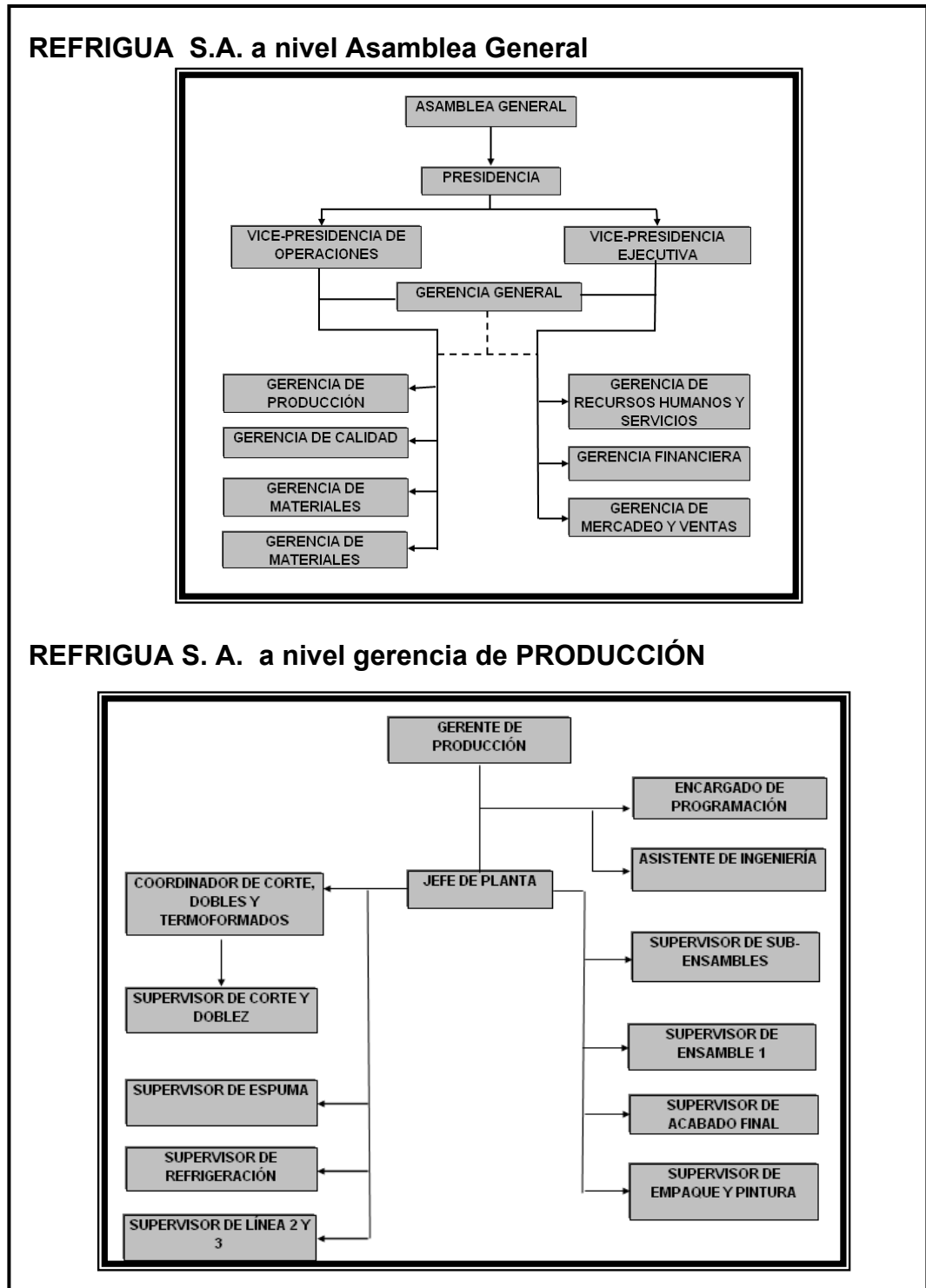
La empresa se encuentra dividida en departamentos administrativos, producción, mantenimiento y calidad, los cuales se encargan de administrar los recursos de la empresa.

La asamblea general es la autoridad más grande de la organización, tiene la responsabilidad de velar por que se cumplan los objetivos de la empresa, para ello delega autoridad en presidencia y vicepresidencia, y estos a los demás gerentes del nivel inferior de la cadena jerárquica para que cada uno de ellos se haga cargo de cada departamento asignado, ellos son profesionales de diferentes carreras administrativas, de ingeniería y técnicas, también tienen a cargo personal que necesitan supervisión para lograr las metas de cada departamento y en conjunto los de toda la organización.

Cada puesto de trabajo está bien definido para que cada operario tenga una responsabilidad absoluta ante sus superiores por el desempeño de cada tarea asignada.

A continuación se presenta la estructura organizacional de la empresa mediante un organigrama que identifica la cadena jerárquica a nivel asamblea general y gerencia de producción, **ver figura 5**.

Figura 5. Organigramas



Fuente: www.fogel-group.com

1.6. Misión y visión de la empresa

a) Misión

“Ser una empresa que provee equipos de refrigeración comercial, confiables, duraderos y adaptados a los requerimientos del cliente, para la exhibición, almacenamiento y venta de productos fríos en el continente americano.

Utilizar tecnología de punta y materiales de calidad mundial y capacitar al recurso humano para desempeñarse profesional y éticamente con permanente sentido de urgencia.

Brindar a los clientes entregas a tiempo, asistencia y capacitación técnica mediante un servicio personalizado.

Buscar la satisfacción de los clientes, la rentabilidad de los accionistas y el bienestar de los colaboradores y de la comunidad.”

b) Visión

“Ser el mejor proveedor de equipos de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente para puntos de venta al detalle de productos fríos en América Latina.

Lograr los objetivos propuestos por medio de innovación permanente, calidad, bajo consumo energético de los productos, servicio personalizado, soporte técnico y precios competitivos.”

Fuente: www.fogel-group.com

1.7. Tecnología

Refrigua S.A. se ha preocupado de mantener altos índices de calidad en sus productos **ver figura 6**, por lo que mantiene un proceso de mejora continua, y automatizando los procesos.

En el área de corte y dobles se cuenta con equipo CNC para el corte y troquelado de la lámina. En los ensambles utilizan equipo neumático como barrenos, grapadoras, aspiradoras, mecanismos de fijación y de traslado. Para el espumado de los equipos se utilizan módulos especiales que inyectan la espuma en el equipo llamados Wimas. Y para el control y carga de refrigerante en los equipos se tiene equipo digital programable, manteniendo con ello la estandarización de los equipos.

Figura 6. Productos de Fabricación



Fuente: www.fogel-group.com

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Diseño de máquinas

Para todo diseño es necesario contemplar los materiales y los componentes mas adecuados a las necesidades que se tengan con la finalidad de tener una mejor eficiencia.

2.1.1. Materiales empleados en la construcción de ejes

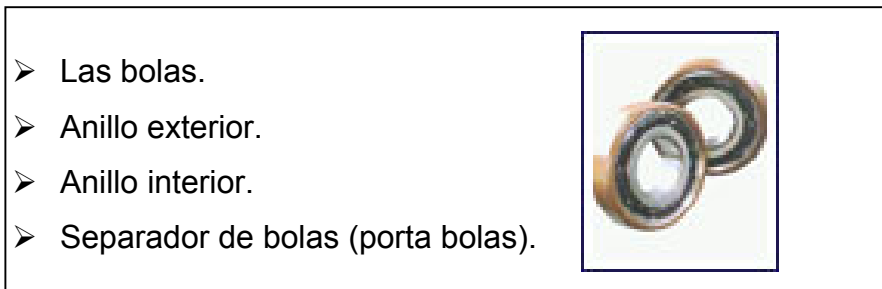
Cuando las exigencias de servicio no son demasiado severas, el material mas económico para construcción de ejes es el acero al carbono laminado en caliente, ya que su limite de proporcionalidad es de $E = 2,100 \text{ Kg/cm}^2$. Para mejorar el mecanizado puede ser necesario un tratamiento de normalización o recocido, a fin de mejorar la estructura del grano y asegurar su uniformidad.

En los ejes forjados como los empleados en los motores de combustión interna y en los vagones de ferrocarril, el contenido de carbono es usualmente del 0.45 o el 0.50%. Un acero ampliamente empleado para tales usos es el acero al carbono 1045.

2.1.2 Chumaceras

Una chumacera es un soporte de muñón al que se le aplica carga en la dirección radial. Una chumacera consiste de dos partes principales que son flecha o muñón. El cilindro hueco que soporta a la flecha se llamada chumacera. En casi todas las aplicaciones, el muñón gira mientras que la chumacera está fija. Sin embargo, hay casos en que el muñón está fijo y gira la chumacera y en algunos otros casos gira tanto la chumacera como los muñones. La chumacera básicamente consiste de cuatro partes, **ver figura 7:**

Figura 7. Chumacera



Fuente: **Diseño de instalaciones industriales**, Konz, Stephan.

Algunas chumaceras especiales de bolas y también de agujas no tienen anillo interior, en su lugar, las bolas están montadas directamente en una pista cortada sobre la flecha endurecida. Las chumaceras se pueden adquirir con anillos y bridas que proporcionan enfriamiento, protectores y sellos para contener el lubricante para la auto-lubricación, protectores para evitar el paso o la entrada de suciedad y para retener la grasa.

La chumacera de bolas radiales más usado es el conrad o chumacera de ranura profunda. Está diseñada para soportar cargas radiales, tiene pista de rodadura profunda y continua sobre toda la circunferencia del anillo.

Debido al tipo de construcción puede soportar cargas axiales alrededor de 79% de la capacidad de la carga radial, en cualquier dirección.

La razón por la que una chumacera de bolas está diseñada para que soporte carga radial y puede además soportar una carga axial grande es que solo pocas bolas (a veces solo una) soportan la carga radial, mientras que la totalidad de las bolas soportan la carga axial.

2.2. Resistencia de materiales

Para todo diseño de vigas o postes de una estructura se debe contemplar los distintos esfuerzos a los que estarán sometidos.

2.2.1. Torsión

Cuando a una barra esta sujeta rígidamente en un extremo y es sometida en el otro a un par ($T = F \cdot d$) aplicado en un plano perpendicular al eje, se dice que esa barra está sometida a torsión. Los efectos de la aplicación de una carga de torsión a una barra son: (1) producir un desplazamiento angular de la sección de un extremo respecto al otro y (2) originar tensiones cortantes en cualquier sección de la barra perpendicular a su eje.

2.2.1.1. Momento torsor

Se define para cada sección de la barra, como la suma algebraica de los momentos de los pares aplicados, situado a un lado de la sección considerada.

2.2.1.2. Tensión cortante de torsión y módulo de rotura

Para un árbol circular, hueco o macizo, sometido a un momento de torsión T , la tensión cortante de torsión t a una distancia p del centro del eje está dada por:

$$t = \frac{T p}{I_p}$$

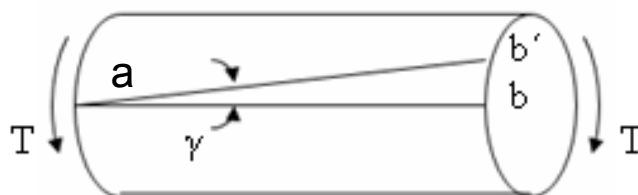
Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash. Pág. 51

Para el módulo de rotura t_{\max} es la tensión cortante máxima que se da en el eje sometido a un momento torsor T , por lo que “ p ” es el radio de el eje que se este analizando y “ I_p ” es el momento polar de inercia de eje.

2.2.1.3. Deformación por cortante

Si se marca una generatriz $a-b$ en la superficie de la barra sin carga, y luego se aplica el momento torsor T , esta recta se traslada a $a-b'$, como se ve en la **figura 8**. El ángulo γ , medido en radianes, entre las posiciones inicial y final de la generatriz, se define como la deformación por cortante en la superficie de la barra. La misma definición sirve para cualquier punto interior de la misma.

Figura 8. Deformación por corte



Fuente: **Resistencia de Materiales**. A. William Nash. Pág. 52

2.2.1.4. Ángulo de torsión

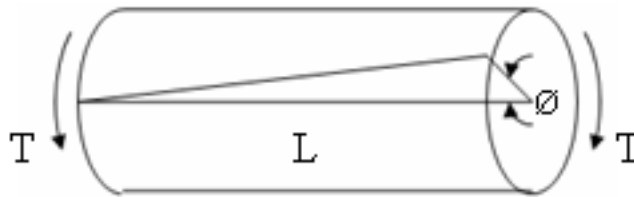
Si un árbol de longitud L está sometido a un momento de torsión constante T en toda su longitud, donde I_p representa el momento polar de inercia de la sección, se puede determinar el ángulo θ que un extremo de la barra que gira respecto del otro, **ver figura 9**.

$$\theta = \frac{TL}{GI_p}$$

G = Módulo de elasticidad de corte, para el acero es de $8.4 \cdot 10^5 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash.. Pág. 52

Figura 9. Ángulo de torsión

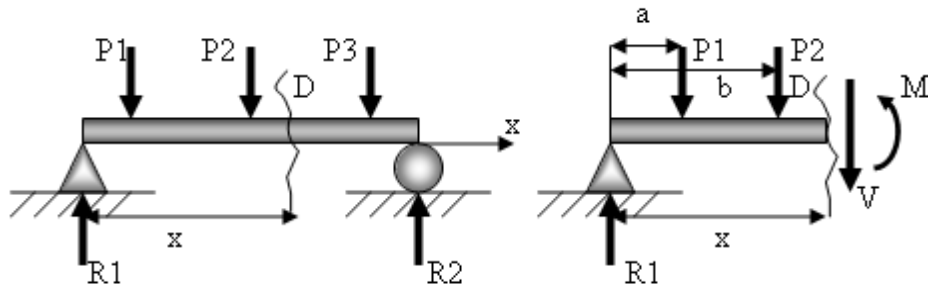


Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash.. Pág. 52

2.2.2. Fuerzas y momentos internos en vigas

Cuando una viga está cargada con fuerzas y pares, en la barra se producen tensiones internas. En general, existen tensiones normales y cortantes. Para determinar su magnitud en cada sección es necesario conocer la fuerza y el momento resultante que actúan en dicha sección, que pueden hallarse aplicando las ecuaciones del equilibrio estático.

Figura 10. fuerza y momentos internos en vigas



Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash.. Pág. 68

Analizando la viga de la **figura 10**, las tensiones en la sección D, situada a la distancia x del extremo izquierdo de la viga. Para ello consideramos que se corta la viga en D y que se suprime la parte de la derecha de esta sección. Deberá sustituirse la parte suprimida por el efecto que ejercía sobre el trozo de la izquierda, efecto que consiste en una fuerza cortante vertical juntamente con un par, representados por los vectores T y M, respectivamente, en el esquema de cuerpo en libertad de la parte izquierda de la viga. La fuerza T y el par M mantienen la parte izquierda de la barra en equilibrio bajo la acción de las fuerzas R₁, P₁, P₂. se toman T y M positivas si tienen el sentido indicado.

2.2.2.1. Momento resistente

El momento (M) representado en la **figura 10** se llama resistencia de la sección D. La magnitud de M puede hallarse utilizando una ecuación de la estática que expresa que la suma de los momentos de todas las fuerzas respecto a un eje que pasa por D y es perpendicular al plano de papel, es cero.

$$\sum M_o = M - R_1x + P_1(x - a) + P_2(a - b) = 0$$

$$M = R_1x - P_1(x - a) - P_2(x - b)$$

2.2.2.2. Cortante resistente

La fuerza vertical T representada en la **figura 10** de más arriba se llama cortante en la sección D. Para que exista equilibrio de fuerzas en la dirección vertical.

$$\begin{aligned}\sum F_0 &= R_1 - P_1 - P_2 - T = 0 \\ T &= R_1 - P_1 - P_2\end{aligned}$$

Esta fuerza T es en realidad la resultante de las tensiones cortantes repartidas en la sección vertical D.

2.2.2.3. Momento flector

La suma algebraica de los momentos de las fuerzas exteriores situadas a un lado de la sección D, respecto a un eje que pasa por D, se llama momento flector en D. Esto se representa por:

$$R_1x - P_1(x - a) - P_2(x - b)$$

El momento flector es de sentido opuesto al momento resistente y de la misma magnitud. Se suele representar también por M.

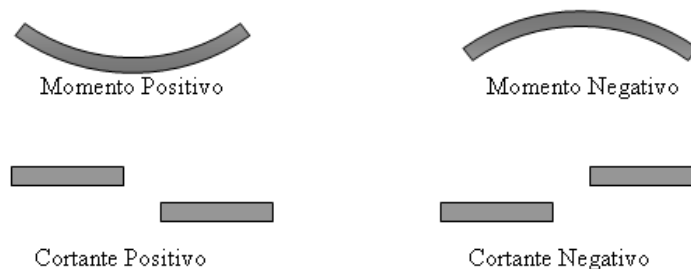
2.2.2.4. Esfuerzos cortantes

La suma algebraica de todas las fuerzas verticales situadas a un lado, por ejemplo, de la sección D, se llama esfuerzo cortante en esa sección. Se representa por:

$$R_1 - P_1 - P_2$$

Para las cargas anteriores. El esfuerzo cortante es de sentido opuesto y la misma longitud que el cortante resistente. Generalmente se le representa por T. El criterio habitual de signos para el esfuerzo cortante y el momento flector aparece en la **figura 11**.

Figura 11. Criterio de signos



Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash.. Pág. 70

Una fuerza que tiende a flexar la viga de modo que la concavidad esté hacia arriba, como se representa en **figura 11** en lado izquierdo, se dice que produce un momento flector positivo. Una fuerza que tiende a cortar la parte izquierda de la viga hacia arriba respecto a la parte derecha, como se indica en la **figura 11** en lado inferior izquierdo, se dice que produce un esfuerzo cortante positivo.

Un método más sencillo para determinar el signo algebraico del momento flector en una sección cualquiera es considerar que las fuerzas exteriores dirigidas hacia arriba producen momentos flectores positivos y las dirigidas hacia abajo, momentos negativos.

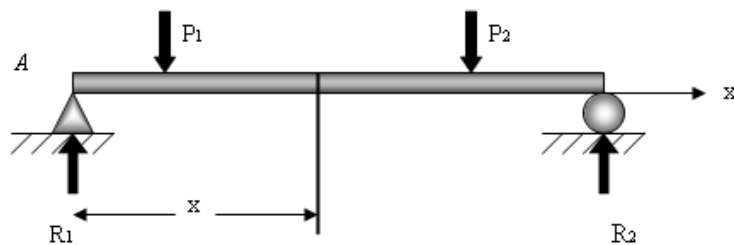
2.2.2.5. Diagramas del esfuerzo cortante y el momento flector

La representación gráfica de estas ecuaciones en T y M se conoce como diagrama del esfuerzo cortante y el momento flector, respectivamente. En estos gráficos, las abscisas (horizontales) indican la posición de la sección a lo largo de la viga y las ordenadas (verticales) representan los valores del esfuerzo cortante y el momento flector, respectivamente. Por lo tanto, indican gráficamente la variación de esas dos magnitudes en una sección a lo largo de la barra. Es muy fácil determinar, con esos gráficos, el valor máximo de cada una de ellas.

2.2.2.6. Relaciones entre esfuerzo cortante y momento flector

En la **figura 12** se representa una viga simplemente apoyada con varias cargas aplicadas. Se establece el sistema de coordenadas con origen en el extremo izquierdo A y las distancias a las diversas secciones de la viga se expresan por la variable x. Para un valor cualquiera de x, el esfuerzo cortante T y el momento de flector M ésta relacionados por la ecuación $T = dM/dx$

Figura 12. Viga simplemente apoyada con cargas aplicadas



Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash.. Pág. 71

2.2.3. Tensión en vigas

Es útil suponer que una viga está compuesta por infinitos cables o fibras longitudinales delgadas y que cada fibra longitudinal actúa independiente de todas las demás, esto es, que no hay presiones laterales o tensiones cortantes entre ellas. Por ejemplo, la viga representada en la **figura 13**, se deformará hacia abajo y las fibras de su parte inferior sufrirán un alargamiento, mientras que las de la parte superior se acortarán. Estas variaciones de longitud de las fibras producen en ellas tensiones. Las que se alargan están sometidas a tensiones de tracción en la dirección del eje longitudinal de la viga, mientras que las que se acortan tienen tensiones de compresión.

2.2.3.1. Eje neutro

La intersección de la superficie neutra con cualquier sección de la viga perpendicular al eje longitudinal se llama eje neutro. Todas las fibras situadas a un lado del eje neutro están en estado de tracción, mientras que las del lado opuesto están en compresión. El eje neutro pasa siempre por el centro de gravedad de la sección.

2.2.3.2. Módulo resistente

En las fibras exteriores de la viga frecuentemente se expresa el valor de la coordenada “y” por el símbolo v . En este caso, las tensiones normales máxima están dadas por

$$\sigma = \frac{Mv}{I} \quad \text{ó} \quad \sigma = \frac{M}{I/v}$$

Donde I representa el momento de inercia del área de la sección respecto al eje neutro. Estas tensiones varían desde cero en el eje neutro y compresiones al otro.

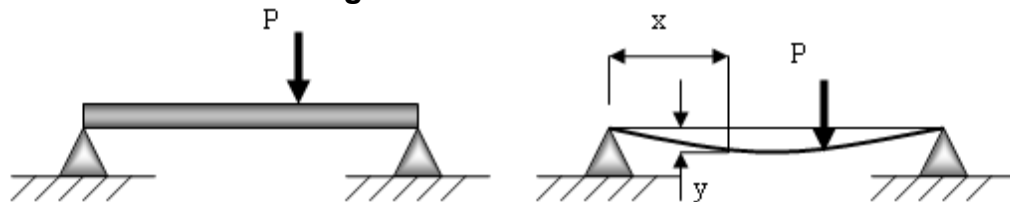
2.2.4. Método de doble integración

Este método al igual que otros, es utilizado para determinar las deformaciones o flechas en las vigas.

2.2.4.1. Definición de flecha de una viga

La deformación de una viga se puede expresar en función de la flecha desde la posición no deformada. Se mide desde la superficie neutra de la viga deformada hasta la posición original de dicha superficie. La figura adopta por la superficie neutra deformada se conoce como curva elástica de la viga. La figura 13, lado izquierdo, muestra la viga en su estado original sin deformar y al lado derecho en su posición deformada que adopta bajo la acción de una carga.

Figura 13. Flecha de una viga



Fuente: **Resistencia de Materiales**, A. William Nash.. Pág. 139

Métodos para determinar las flechas en las vigas. Existen numerosos métodos para determinar las flechas en las vigas. Los más utilizados son:

- El método de la doble integración.
- El método del área de momentos.
- Métodos de la energía elástica

La ecuación diferencial utilizando el método de doble integración de la curva deformada es:

$$(a) \quad EId^2y/dx^2 = M$$

Donde "x" y "y" son las coordenadas, representadas en la **figura 13**, de la viga deformada. Donde "y" es la flecha de la viga, E representa al módulo de elasticidad de la viga, I el momento de inercia de la sección respecto al eje neutro que pasa por un centro de gravedad y M el momento flector a la distancia x de uno de los extremos de la viga.

Proceso de integración. Este consiste en integrar la ecuación (a). La primera integración nos da la pendiente dy/dx en un punto cualquiera de la viga y la segunda, la flecha y para cada valor de x. Como la ecuación diferencial del momento (M) es de segundo orden, su solución contendrá dos constantes de integración, que deberán calcularse a partir de las condiciones de pendiente o flechas conocidas en determinados puntos de la viga.

2.3. Mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

2.3.1. Mantenimiento preventivo

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de este son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan de forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

2.3.2. Métodos de aplicación de aceites lubricantes

Se tienen varios métodos para la aplicación de lubricantes:

- A pérdida.
- Por depósito.

- Por circulación.
- Por mezcla aire lubricante.

2.3.3. Métodos de aplicación de grasas lubricantes

Para la aplicación de grasa se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Manual.
- Por depósito.
- Por equipo mecánico manual y/o neumático que dispensa lubricante a un solo punto a la vez.

Se debe tomar en consideración que grandes cantidades de lubricante pueden ser tan dañinas como cantidades muy pequeñas no controladas; sin embargo una falta total de lubricante es por supuesto, el peor enemigo de cualquier máquina.

2.3.4. Costo total de servicio

Para mantener un equipo en funcionamiento se cuenta con los siguientes costos:

$$CT = CI + CM + CS$$

- Costo inicial: acarrea un costo elevado, sobre todo que inicialmente su depreciación es acelerada, aunque esto se compense por ser los costos de mantenimientos bajos, pues la expectativa de falla es menor.

- Costo de mantenimiento: conforme se avejenta el equipo, sus componentes se desgastan aumentando la frecuencia de falla y como consecuencia los gastos de mantenimiento es mayor.
- Costo de falta de servicio: costo por falla, causa pérdidas en el ingreso que origina la presentación del mismo, de tal manera que el costo total aumenta tanto que sea prohibitivo el uso del equipo.

2.4. Instalaciones mecánicas

En este punto se contemplan los elementos básicos a utilizar en el sistema neumático.

2.4.1. Aire comprimido

Una importante aplicación del aire comprimido es el accionamiento de cilindros, taladros, martillos, chorros de arena, controles, pulverizadores y bombas. Debido a que el aire comprimido se utiliza en diversas maneras la presión de trabajo es:

- Motores de aire de 3 a 7kg/cm².
- Herramientas neumáticas de 5 a 6.5kg/cm².
- Controles neumáticos es de 0.07 a 1.05kg/cm².

2.4.1.1. Presión

Es la cantidad de fuerza que se ejerce en una superficie. Se mide en pascales (SI), bar ($=10^5$ Pa), en atmósferas (101.300 Pa), mm de Hg ($=760$ Pa).

2.4.1.2. Caudal

Es volumen que fluye a través de una sección de un conductor en la unidad de tiempo. Se mide en: m^3/s , L/min, L/s, m^3/min , m^3/h .

2.4.2. Compresores de tornillo rotativo

Esta máquina es una unidad rotativa de desplazamiento positivo con dos rotores helicoidales (o tornillos rotativos) que comprimen el gas en las cámaras que se forman. Alrededor del 85% al 90% de la potencia es utilizada por el rotor principal, el guiado requiere entre el 10% y 15% a lo sumo. Hay dos tipos de mecanismos de tornillo rotativo; uno utiliza piñones acoplados para mantener los dos rotores en fase todo el tiempo, esta clase no requiere lubricación y el sello se consigue mediante tolerancias ajustadas. El segundo tipo usa un baño de aceite a lo largo de la máquina para lubricar, sellar y refrigerar el gas comprimido.

Estas unidades tienen compresión interna, la relación de compresión está determinada por la localización de los bordes de las entrantes, la abertura de descarga y el ángulo de enrollamiento de los lóbulos. No hay válvulas.

2.4.3. Tubería

Las tuberías en contraste con los conductos, se emplean para transportar fluidos (líquidos y gases) a presiones significativas que causan esfuerzos de trabajo sobre las paredes. La red de conductos y tuberías es la última etapa de la ejecución de un proyecto, pero de antemano debe proveerse el espacio necesario para los mismos.

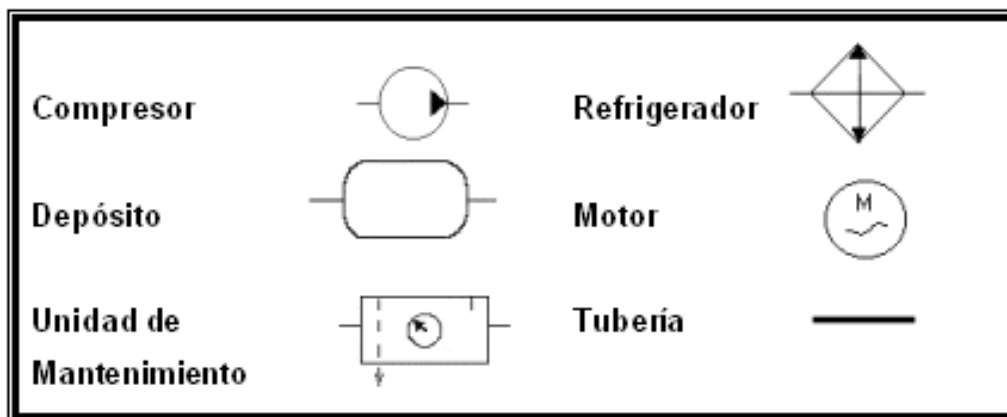
2.4.4. Equipo neumático

A continuación se describen una serie de elementos neumáticos básicos para un sistema y su respectivo símbolo se muestra en la **figura 14**.

- Compresor: es el principal. Aumenta la presión del aire de la atmósfera. Presión de salida entre 6 y 7 bar.
- Motor auxiliar comunica el movimiento de rotación de eje del compresor. Puede ser eléctrico o de combustión.
- Refrigerador: disminuye la temperatura a la salida del compresor eliminando hasta el 80% de agua que contiene.
- Depósito: no se utiliza siempre, solo cuando se necesita almacenar para su uso posterior.
- Unidad de mantenimiento: serie de dispositivos que regulan la buena calidad del aire comprimido.

- Filtro: somete al aire a un proceso de centrifugado, proyectando sobre las paredes del filtro las impurezas.
- Regulador: asegura una presión estable de aire en el circuito neumático.
- Lubricador: añade aceite nebulizado al aire, evitando la oxidación de los componentes y asegurando el buen deslizamiento.

Figura 14. Símbolos de elementos neumáticos



Fuente: Festo, **Manual de neumática**

2.4.5. Actuadores

Transforman la energía acumulada en el aire comprimido en energía mecánica. Se denominan genéricamente cilindros. Un cilindro es un tubo que está cerrado por los extremos en cuyo interior se desliza un émbolo que está solidario con un vástago que atraviesa uno de los fondos. Dispone de aberturas por donde entra y sale el aire. La capacidad de trabajo de un cilindro viene determinada por dos magnitudes:

- Carrera (e): desplazamiento que efectúa el émbolo en el interior del cilindro, depende de la longitud de desplazamiento del vástago.
- Diámetro (D): determina la superficie del émbolo.

2.4.5.1. Cilindro de doble efecto

Aquí el émbolo se lleva a cabo en los dos sentidos (carrera de avance y retroceso), por lo que necesitan orificios o aberturas de alimentación en cada una de las dos cámaras, [ver figura 15](#).

2.4.6. Válvulas

Las válvulas son las encargadas de distribuir, interrumpir y permitir pasar o desviar el aire comprimido, [ver figura 15](#).

2.4.6.1. Válvula 2/2

Es la más elemental. Puede disponer de dos orificios o vías para el aire y de dos posiciones de control o de trabajo. En reposo la entrada por un orificio está cerrada, al presionar el vástago ambos orificios se comunican, pero al ceder la presión el aire obliga a ascender al vástago y la válvula queda cerrada.

2.4.6.2. Válvula 3/2

Dispone de tres orificios y a posiciones de control. En reposo los orificios 2 y 3 se conectan, mientras que el 1 queda bloqueado. Al presionar el vástago los orificios 1 y 2 se comunican y el 3 se bloquea. Al cesar la presión vuelven a comunicarse los 2 y 3 y a bloquearse el 1.

2.4.6.3. Válvula 5/2

Dispone de cinco orificios y dos posiciones de control. En reposo los orificios 1 y 2 están conectados, a la vez que los 4 y 5, el 3 queda bloqueado. Al presionar el vástago se conectan el 1 con el 4 y el 2 con el 3, quedando el 5 bloqueado. Si se deja de presionar, todo vuelve a la posición de reposo.

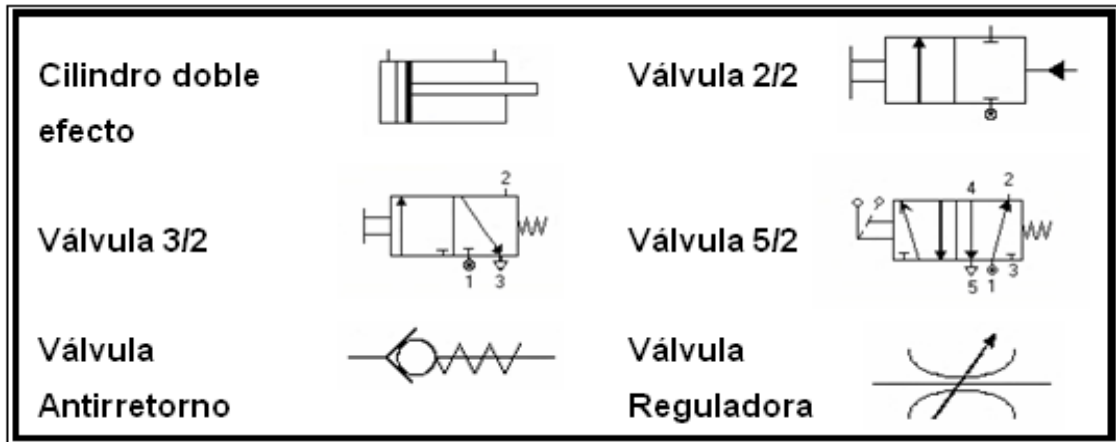
2.4.6.4. Válvula antirretorno

Permiten la circulación sólo en un sentido, para ello dispone de un resorte unido a una pieza de cierre. En reposo, el paso de aire a través de la conducción está bloqueado. Cuando el aire pretende pasar, la presión vence la resistencia del resorte y se abre la conducción. Se clasifican según diámetro y caudal máximo.

2.4.6.5. Válvulas reguladoras de caudal

Son unas válvulas que tienen un tornillo que disminuye o aumenta la sección del conducto, permitiendo la regulación del caudal de aire que circula.

Figura 15. Símbolos de cilindro y válvulas neumáticas



Fuente: Festo, **Manual de neumática**

2.5 Condiciones y medio ambiente de trabajo

Las condiciones de trabajo juegan un papel primordial en el desempeño de las actividades que realiza el trabajador, debido a que estas influyen tanto psicológica como físicamente, y pueden poner en peligro su integridad.

Cuando las condiciones de trabajo, no son adecuadas o no se cuenta con la protección correspondiente que se requiere en la actividad, se puede generar las siguientes consecuencias:

- Aumento de la fatiga
- Aumento de los accidentes de trabajo
- Aumento de las enfermedades profesionales
- Disminución del rendimiento
- Aumento de la tensión nerviosa
- Disminución de la producción
- Insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.

La disminución de la productividad, el aumento de las piezas defectuosas y desperdicios de fabricación, entre otras causas son imputables a la fatiga. Esta se puede definir como aquel efecto de trabajo sobre la mente y el cuerpo del individuo que tiende a disminuir la cantidad o la calidad de su fatiga es sólo una de las numerosas fuerzas que pueden reducir la capacidad productora.

El individuo se enfrenta a problemas como: temperatura, humedad, ruido y vibraciones, iluminación y fuerzas de aceleración y desequilibrio, etc. A continuación se explica cada uno de los factores más comunes que afectan el desempeño del individuo.

2.5.1. Temperatura

Influye en el bienestar, confort, rendimiento y seguridad de los trabajadores, el excesivo calor produce fatiga, necesitándose más tiempo de recuperación o descanso que si se tratase de una temperatura normal. Sus efectos varían de acuerdo a la humedad del ambiente.

Si además se tiene en cuenta el tipo de actividad, las temperaturas más recomendables para el trabajo son:

- Profesionales sedentarias: 17 a 20°C
- Trabajos manuales ligeros: 15 a 18°C
- Trabajos de más fuerza: 12 a 15°C

2.5.2. Ruido

El decibel, cuya abreviación es db, se define como la variación más pequeña que el oído puede descubrir en el nivel del sonido. Cero decibeles es el umbral de la audición y 120 decibeles del dolor.

En sí no existe una definición rígida del ruido, pero tal fenómeno causa en el organismo humano:

- Efectos patológicos
- Fatiga
- Estados de confusión, efectos psicológicos
- Que el trabajador no perciba un peligro inminente
- No todos los individuos tienen la misma resistencia al ruido, algunos son hipersensibles al mismo. La experiencia indica que cualquier ruido superior a 90 decibeles perjudica
- Es más difícil controlar ruidos diferenciados, intermitente o de diferentes intensidades que aquellos constantes, idénticos y demasiado cercanos

Tapones: son protectores auditivos que se introducen en el canal auditivo o en la cavidad de la oreja, destinados a bloquear su entrada. A veces vienen provistos de un cordón que los enlaza o de un arnés.

En la tabla I se muestran los niveles máximos de exposición diaria al ruido permitidos por la Occupational Health and Safety Administration (OSHA, Administración para la Salud y la Seguridad en el Trabajo), no es permitido el ruido superior a los 115 decibeles.

Tabla I. Niveles máximos de exposición diaria al ruido

Tiempo (horas)	Ruido (dB)
16	85
8	90
4	93
2	96
1	99
1/2	102
1/4	105

Fuente: Steffan Konz, **Diseño de Instalaciones Industriales**, pp 360.

2.5.3. Iluminación

La deficiencia en el alumbrado es responsable del 10% al 15% de la energía nerviosa total gastada en el trabajo, además se calcula que el 80% de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista. Los músculos del ojo se cansan fácilmente si se les obliga a dilatarse y contraerse con demasiada frecuencia, como sucede cuando hay que realizar la labor con el alumbrado producido por las luces locales muy potentes. El alumbrado general es conveniente porque disminuye la fatiga visual, la irritación mental y la inseguridad en los movimientos, por otra parte, contribuye a hacer más agradable el medio en que se trabaja.

Una iluminación suficiente aumenta la producción y reduce la ineficiencia y el número de accidentes.

Para una buena iluminación se debe contemplar que se no tenga:

- El deslumbramiento
- El reflejo de un brillo intenso
- Las sombras

Una de las fuentes de luz artificial empleadas en la industria es la lámpara fluorescente, siendo tres veces más eficiente que las de filamento, consistente en un tubo con vapor de mercurio a baja presión a través del que fluye la corriente, originando radiaciones no visibles que activan el recubrimiento fosforescente del interior del tubo convirtiendo la energía en luz visible. Las radiaciones perjudiciales para la vista son filtradas por la composición de la pared del tubo. También se construyen lámparas de encendido rápido mediante la elevación súbita de la temperatura del interior.

Principalmente existen dos unidades de iluminación las cuales son las siguientes:

- Lumen: unidad de flujo luminoso: corresponde a la cantidad de flujo luminoso emitido por un punto luminoso cuya intensidad es de una bujía decimal en todas direcciones, sobre un metro cuadrado de una esfera de un metro de diámetro.
- Lux: unidad de iluminación o efecto de la luz. Es la iluminación de una superficie que recibe un flujo uniforme de un lumen por metro cuadrado.

2.5.4. Ventilación

En todo tipo de industria se requiere una buena ventilación. El aire que se respira ha de poseer la calidad necesaria para no afectar la salud humana.

La calidad del aire está determinada simplemente por la concentración de agentes contaminantes, tales como polvo, humos, detergentes, gases, vapores, disipadores de calor de motores, hornos, secadores, calderas, etc.

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

- Renovación natural
- Renovación forzada

2.5.4.1. Ventilación natural

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

2.5.4.2. Ventilación forzada

Se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración que capta los vapores y gases en su origen con dos precauciones:

- 1) Instale las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de trabajo
- 2) Evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.

2.6. Seguridad e higiene industrial

Generalmente la eliminación de peligros que se presenta en el medio laboral en que se desenvuelve el trabajador (maquinas, herramientas, instalaciones, etc), es la forma más efectiva para prevenir un accidente. Otro factor es el acto inseguro, que comienza a ser el contribuidor principal de accidente cuando se viola un procedimiento aceptado como seguro.

En adición a sus responsabilidades de seguridad, la empresa debe velar que no haya condiciones que puedan dañar la salud de los trabajadores ya que el éxito de la industria depende en parte de la salud de los trabajadores.

Muchas de las lesiones personales, algunas mortales, se dan por la falta de conocimiento del funcionamiento y mantenimiento de las máquinas que se tienen a cargo. Por lo que es fundamental el capacitar al personal en lo referente al funcionamiento, método de operación y el correcto mantenimiento de la misma.

2.7. Administración de personal

La utilización de herramientas adecuadas para el análisis, es de beneficio para posibles soluciones a un problema.

2.7.1. Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta muy útil para ver los pasos y acciones futuras de una empresa. El análisis deriva su nombre de las iniciales de los conceptos estudiados que representan a su vez una forma de modelar la situación de una empresa y su ambiente. FODA significa fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Esto sirve para definir la estrategia de la empresa en cuestión.

Se aprecia la existencia de dos factores interiores a la empresa, ellos son las fortalezas y las debilidades. Por fortalezas se entiende lo que la empresa hace bien y por lo tanto puede utilizar con éxito, por debilidad se entiende lo opuesto, son aspectos en los que la empresa debe mejorar. Otros dos son externos a la empresa y pertenecen al entorno, allí están las oportunidades y las amenazas. Por oportunidades se entiende acontecimientos o realidades del ambiente que son propicios para que la empresa aumente su participación y sus ventas. Por amenazas se entiende lo contrario, vale decir elementos del ambiente que pueden entorpecer el crecimiento de la empresa.

2.7.2. Inducción

Es el proceso mediante el cual se logra que el individuo se encuentre en condiciones psicológicas y técnicas, óptimas para el inicio de una situación.

Uno de los mayores bienes de las organizaciones es el nuevo trabajador debidamente inducido, por lo que es muy importante la forma en que se le inicia; un buen principio significa un mínimo de tiempo invertido y un incalculable porcentaje de interés a futuro.

Un buen principio no solo aumenta la productividad sino que aumenta la eficiencia y reduce las sustituciones de personal.

El hombre manifiesta una conducta positiva cuando le produce satisfacción ejecutar una labor determinada y relacionada con otros beneficios que obtiene en el medio ambiente de trabajo. Como repercusión negativa se presenta la frustración, que afecta su estado psicológico y se origina cuando el trabajo se realiza como algo obligatorio, sin tener satisfacción alguna, o por situaciones de rechazo en el medio ambiente de trabajo.

Se deben tomar en cuenta la bienvenida, cuando inicia las labores el nuevo trabajador, en cualquier organización es cuando más necesita el apoyo, seguridad y aceptación de los demás, por lo que las actividades que se realizan deben estar matizadas por una actitud cordial.

Se le debe proporcionar información, resolver dudas, hacer presentaciones formales y sobre todo, integrar a la persona al grupo para un mejor desempeño en su trabajo.

En cada nivel de la organización los requerimientos del puesto y las características del personal van a ser diferentes en cada caso.

2.7.3. Capacitación

La identificación de necesidades de capacitación es el primer paso que debe realizarse para fundamentar científica y objetivamente la programación que se vaya a realizar del proceso de desarrollo.

Es el estudio sistemático, objetivo, real y completo de un sistema tecnológico, determinando en él las tareas que comprenden la ocupación, los conocimientos tecnológicos y académicos. Las aptitudes, responsabilidades, medidas de seguridad e higiene, su evolución y sus transformaciones previsibles. Esto es el análisis del perfil óptimo de desempeño.

Las deficiencias en el desempeño tienen diferentes causas y es de acuerdo con los factores que las originan que deben tratarse para su adecuada solución. Se han venido clasificando las causas en dos ámbitos que son:

- Deficiencias de ejecución.
- Deficiencias de conocimientos.

Un trabajador no solo es lo que hace en su puesto de trabajo. Su realización depende del desarrollo de sus potenciales y del desarrollo de su integridad personal, social y cultural. La capacitación es una vía importante en el proceso de esta realización y rebasa los límites de su puesto de trabajo para hacerlo mas útil a sí mismo, a la entidad y la sociedad.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El siguiente análisis se limita exclusivamente al proceso actual de descarga en el área de chatarra, tomando en cuenta el entorno en cual se lleva a cabo todo el proceso. Como también, de las condiciones de trabajo del área de soldadura. No se toma en cuenta la selección de personal para dichas áreas, dado que el proyecto va enfocado a la implementación de sistemas que faciliten y hagan eficientes los actuales. Y no a la obtención óptima de nuevo recurso humano para dichas áreas.

3.1. Análisis del sistema de descarga

Para este análisis se toma en cuenta todo el proceso de descarga.

3.1.1. Descripción del proceso

Actualmente el sistema de descarga se encuentra en el departamento de corte y dobles en el cual se procesa la lámina que viene en bovinas o en resma, se tiene desperdicio de chatarra por diverso factores, entre ellos mala manipulación de equipo, planos y programas desactualizados, mal proceso de doblado y troquel, siendo éste departamento el que genera la mayor cantidad de desperdicio. El desperdicio es colocado en unos vagones móviles (carros), en el área de descarga que se encuentran a un costado de dicho departamento, ver la **figura 16**.

Figura 16. Área de carga de chatarra



Fuente: Planta de producción, **Refrigua S. A.**

Cada mañana al inicio de labores el personal encargado de la descarga, procede a la movilización y descarga de los carros que se encuentran llenos de chatarra generada el día anterior por la planta de producción, especialmente por el área de corte y dobles, al área donde se encuentra una pesa industrial, como se muestra en la **figura 17**.

Figura 17. Traslado y pesado de chatarra



Fuente: Planta de producción, **Refrigua S. A.**

Como segundo paso, se pesa cada carro por medio de un polipasto y una pesa industrial, con el fin de llevar el control de la chatarra generada, este peso varía desde 400 a 800 libras por carro. Luego se procede a la descarga de los carros a unos vagones fijos que se encuentran en el área de chatarra, ver [figura 18](#).

Figura 18. Traslado y área de chatarra



Fuente: Planta de producción, **Refrigua S. A.**

Toda la descarga se hace de forma manual, en este punto se utiliza un número de 5 personas para descargar y voltear los carros sobre los vagones, [ver figura 19](#).

Uno de los mayores problemas es la exposición de accidentes por lo delicado de este proceso, ya que si no se utiliza el equipo y el cuidado adecuado se puede sufrir de una cortadura a causa de la manipulación de la lámina.

Los tiempos de cada una de las fases del proceso de descarga se muestran en la **tabla II**, con estos datos se elaboró el diagrama de proceso que se muestra en la **figura 20**.

Figura 19. Descarga de chatarra de forma manual



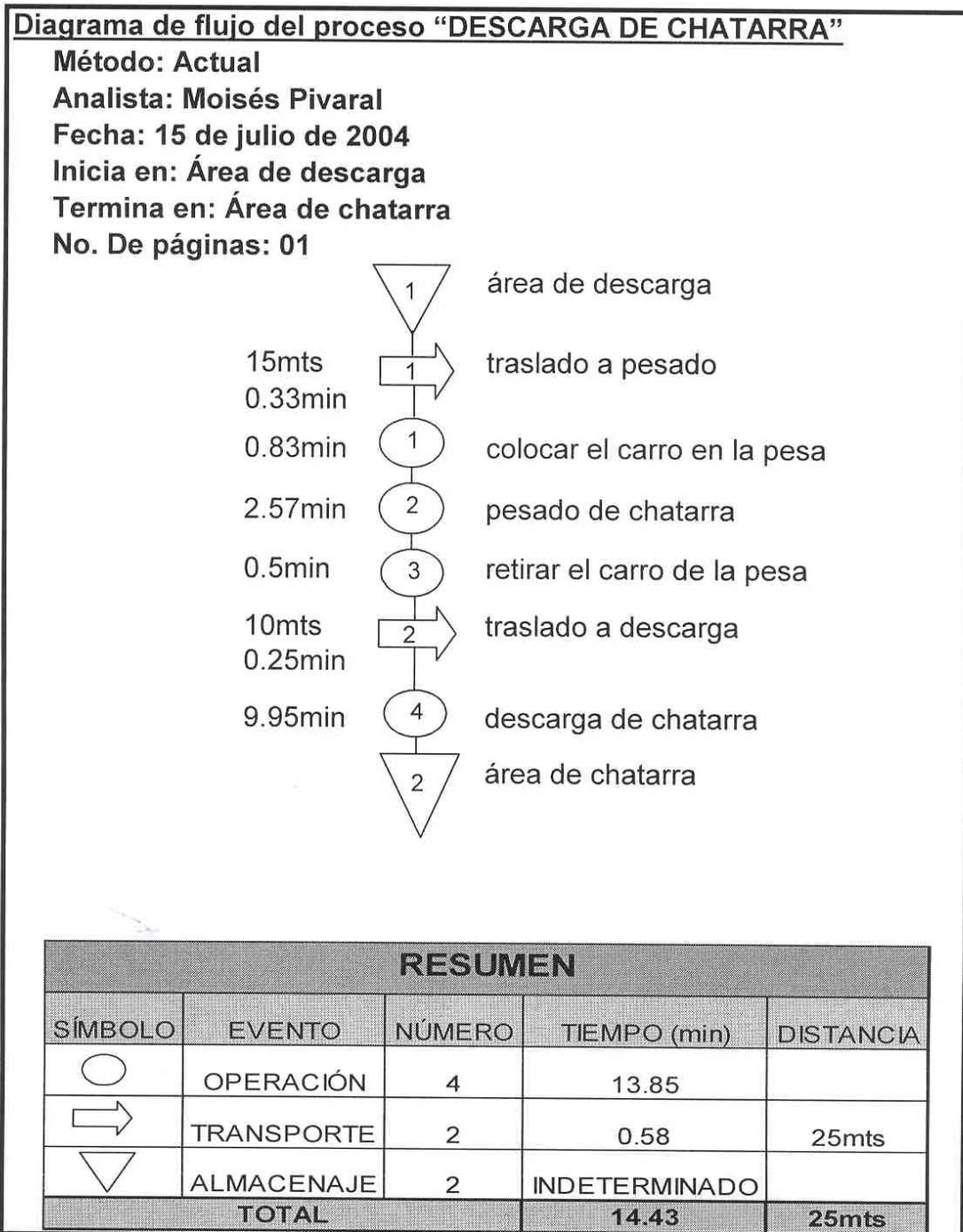
Fuente: Planta de producción, **Refrigua S. A.**

Tabla II. Toma de tiempos del sistema de descarga actual

No	Descripción	t1	t2	t3	t4	t5	Prom	T (min)
1	Traslado a pesado	00:22	00:21	00:18	00:19	00:20	0:20	0.33
2	Pesado de chatarra	04:02	03:55	03:50	03:58	03:46	3:54	3.90
3	Traslado a descarga	00:14	00:13	00:15	00:17	00:16	0:15	0.25
4	Descarga de chatarra	09:45	09:56	10:30	11:12	08:23	9:57	9.95

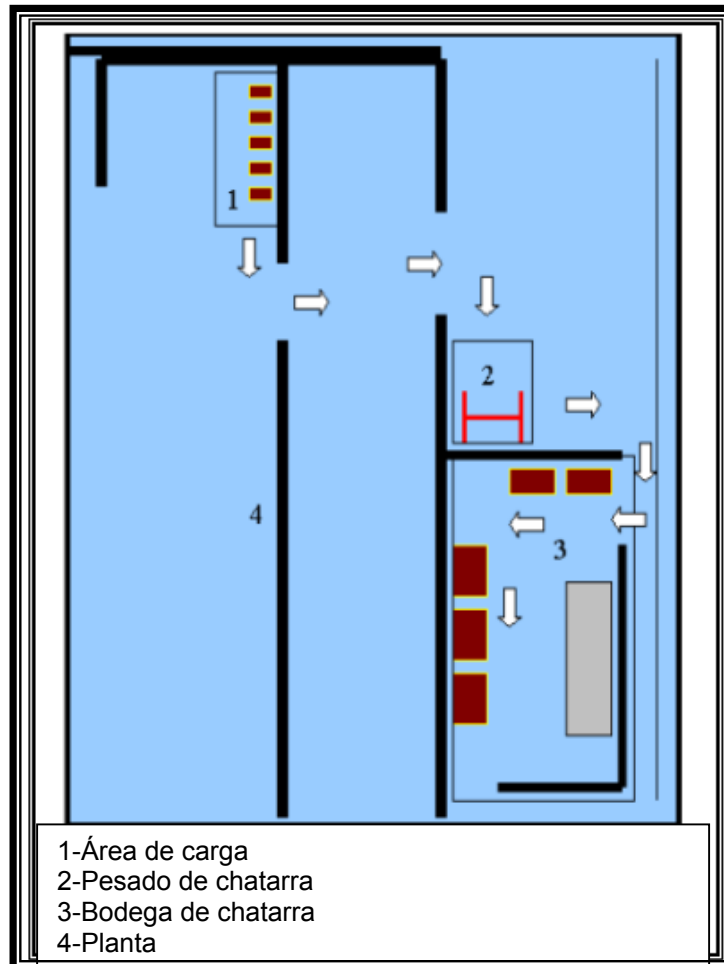
3.1.2. Diagrama de flujo del proceso de descarga de chatarra actual

Figura 20. Diagrama de flujo del proceso de descarga de chatarra actual



3.1.3. Diagrama de recorrido actual

Figura 21. Diagrama de recorrido actual



En este recorrido actual destaca los siguientes puntos:

- Se cuenta con áreas específicas para almacenar y clasificar la chatarra.
- En distintas situaciones se encuentran obstruidos los pasillos por los movimientos que realizan los montacargas.
- El suelo se encuentra en buenas condiciones.
- Se tiene desorden en la bodega de chatarra (3).
- Los vagones y carros transportadores se encuentran deteriorados.

3.1.4 Análisis foda

A continuación se presenta el análisis del área de descarga.

a. Fortalezas

- Se moviliza la chatarra por medio de carros.
- Se cuenta con un área específica de descarga.
- Se tiene equipo de seguridad para el personal.
- Se imparten capacitación de seguridad e higiene industrial.
- Toda la ruta y el área de descarga están con planchas de sementó.
- Se tiene una clasificación de la chatarra.
- Se tiene control de la cantidad de chatarra que se vende.
- Apoyo económico para realizar el nuevo sistema por parte de gerencia.

b. Oportunidades

- Expansión de mercados, con lo que se tendría un aumento de la producción de equipos de refrigeración.
- Para muchas empresas externas es importante que Refrigua cuente con programas de seguridad e higiene en sus distintas áreas.

c. Debilidades

- Acumulación de productos en distintos en las líneas de producción.
- El personal opone resistencia a la utilización de equipo de seguridad.
- Los montacargas no están a disposición para la movilización de la chatarra, por las necesidades de transportar materiales dentro de la planta.

- Pérdida de tiempo por traslado de material de un punto a otro.
- Se utiliza casi todo el departamento de mantenimiento para este proceso, dejando de atender otras actividades en la empresa.
- Los corredores son muy angostos para la circulación de montacargas y personal.
- El equipo sufre daños por el mal manejo en la descarga de chatarra.
- La mayoría de los carros para el transporte son de madera y están deteriorados, por falta de programas de mantenimiento.
- Se corren riesgo de un posible accidente por el tipo de descarga manual.
- El área de descarga no se da abasto.
- No se tiene un seguimiento a los a los resultados de capacitación.
- Pérdida de clientes por no contar con días específicos de venta de chatarra por falta de coordinación y procesos administrativos lentos.
- La movilización de chatarra se dificulta cuando se encuentra saturada la planta de materia prima.
- Se tiene un elevado riesgo de accidente, por la forma en que se lleva a cabo el proceso de descarga.

d. Amenazas

- El clima afecta de forma directa ya que el área de descarga se encuentra a la intemperie.
- Los clientes no utilizan equipo de seguridad para carga de chatarra.
- Los clientes actuales exigen la reducción de condiciones inseguras en cada uno de los procesos.
- Se pueden levantar acciones preventivas por falta de seguridad por parte del ente certificador de ISO en auditorias de seguimiento.

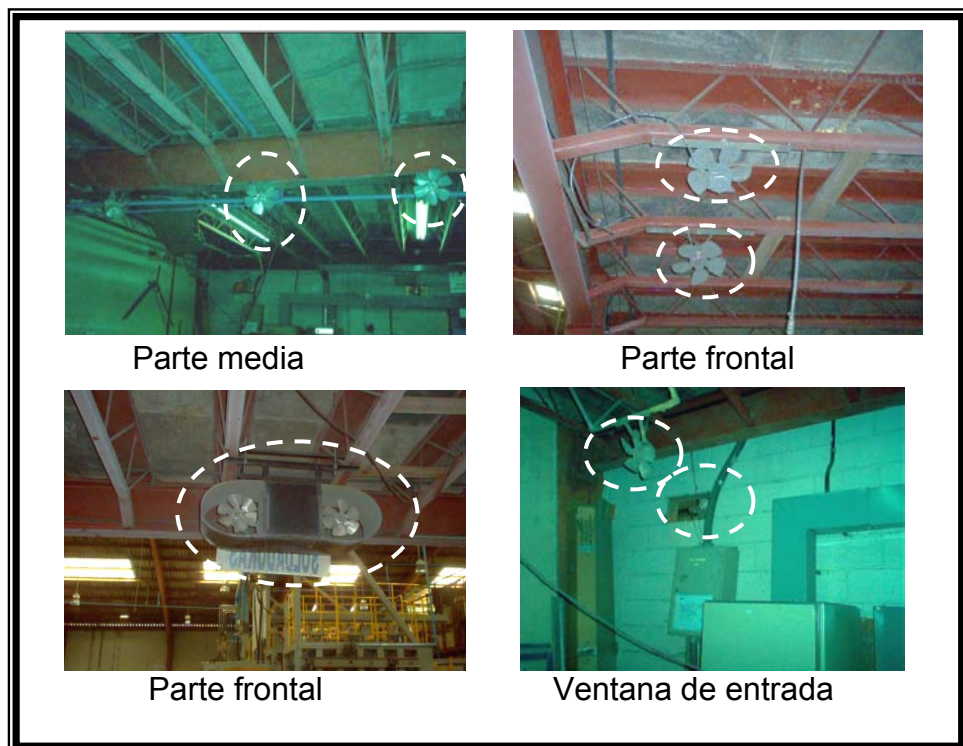
3.2. Análisis actual de las condiciones de trabajo del área de soldadura

Para este análisis se toma en cuenta los factores ambientales del área.

3.2.1. Ventilación

Actualmente esta área se encuentra deficiente en varios aspectos siendo uno el que más destaca la ventilación. El área consta con 9 ventiladores que se encuentra colocados de la siguiente manera. Dos se encuentran en la parte del fondo, tres se encuentran en la parte media y cuatro se encuentran en la parte del frente, [ver figura 22](#).

Figura 22. Sistema de extracción de gases actual



Fuente: Planta de producción, **Refrigua S. A.**

Se utilizó un termo anemómetro para medir la velocidad del aire en el área de soldadura, siendo este de 80 ft/min

Este sistema es muy deficiente para las necesidades del área ya que tiene los siguientes errores de diseño:

- La descarga de los gases se hace hacia el área de producción. Cuando el área de soldadura se encuentra al máximo de trabajo se genera una nube de gases por la soldadura elevando tanto la contaminación y la temperatura interna de la planta, [ver tabla V](#).
- El área de las ventanas por donde entra el aire limpio es demasiado pequeña, teniendo un mínimo de aire renovado, por lo que se acumulan gases en la misma área siendo este perjudicial al personal.
- Los ventiladores instalados dentro del área son muy pequeños y la distribución de los mismos no es específica al puesto de trabajo.

3.2.2. Iluminación

Debido a lo cerrado del área de soldadura no se cuenta con iluminación natural y se opta por la iluminación artificial. El armado de las bases es por medio de planos en formato oficio, además se deben de pulir y pintar las soldaduras, por lo que es necesario contar con una buena iluminación para evitar una mala lectura del plano o un mal acabado de la base, [ver figura 23](#).

A continuación se presentan algunas causas de la deficiente iluminación:

- No se tiene la misma intensidad de luz en distintos bancos de trabajo, debido a que no se cuenta con una distribución uniforme de las lámparas.
- No se tiene un mantenimiento continuo a las lámparas y acumulan suciedad.
- Mala distribución de las lámparas

En la **tabla III**, están tabuladas las mediciones de intensidad de luz en lux que se encuentra en cada mesa de trabajo de área de soldadura. Esta lectura se tomó con un instrumento de medición llamado fotómetro, aparato con que se puede determinar la cantidad de lux que se percibe sobre un punto específico. Según el Centro Internacional de Información sobre Seguridad e Higiene del Trabajo (CIS) (Ginebra, 1965), este tipo de trabajo entra en la distinción moderada de los detalles, ya que se trabaja con piezas medianas y fotocopias de buena calidad, y corresponde tener un mínimo de 300 lux en el área.

Se utilizó un fotómetro.

- Marca: Extech Instrument
- Modelo: 2522231
- Rango: 0 a 50000 lux.

Tabla III. Medidas de intensidad de luz en el área de soldadura

PUNTO DE MEDICIÓN	LUX
Mesa 1	25
Mesa 2	227
Mesa 3	71
Mesa 4	220
Mesa 5	51

Fuente: **Medición realizada con el fotómetro**

Como se observa en la **tabla III**, los valores están por debajo del mínimo de lux, por lo que es necesario que aparte del mantenimiento de las lámparas una nueva predistribución de las lámparas.

Figura 23. Área de soldadura



Fuente: Planta de producción, **Refrigua S. A.**

3.2.3. Ruido

Aparte del equipo de soldadura se utilizan otras herramientas, el martillo, pulidora, para la colocación de ciertos elementos y acabados finales que componen la base de los equipos. La utilización de estas herramientas genera una alta intensidad de ruido, que al poco tiempo de estar expuestos ya es molesto. Se realizó una serie de mediciones distintas horas de trabajo y se tabuló, ver **tabla IV**. El promedio de estas mediciones es de 88.4 db y el tiempo de exposición es de 9 horas.

Se utilizó un decibelímetro

- Marca: UEI
- Modelo: DSM100
- Rango: 0 – 130 db.

Tabla IV. Niveles de ruido en el área de soldadura

HORA	DECIBELES
9:00	82.4
11:30	85.3
14:00	96.6
15:00	90.7
16:30	87.2

Fuente: **Medición realizada con el decibelímetro**

Se observa que dos valores de la tabla sobrepasan los 90 db y los otros arriba de los 80 db, por lo que la exposición está al límite de lo permitido por la Administración para la Salud y Seguridad en el Trabajo (OSHA).

Actualmente los operadores utilizan protectores para los oídos como los que se muestran en la **figura 24**. Los tapones protectores auditivos desechables y de orejeras son fabricados con materiales hipoalergénicos, brindan una efectiva e higiénica protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido superan los 85 db por día.

Tapones desechables tipo A:

Ventajas:

- Tasa de reducción de ruido (NRR) es 29.0 db.
- Se adaptan cómodamente al canal auditivo.

Desventajas:

- Se ensucian fácilmente.
- No se pueden lavar.

Tapones desechables tipo "B"

Ventajas:

- Tasa de reducción de ruido (NRR) es 25.0 db.
- Se adaptan cómodamente al canal auditivo.
- Se pueden lavar y ser utilizados varias veces.

Desventajas:

- Se ensucian fácilmente.

Protector con orejeras

Ventajas:

- Tasa de reducción de ruido (NRR) es 23.0 db.
- Son de larga vida útil.

Desventajas:

- Peso.
- Obstruyen la utilización de otro equipo de protección en la cabeza.

Figura 24. Tapones para oído



Fuente: www.e-a-r.com

3.2.4. Temperatura

Debido a la poca circulación de aire se incrementa la temperatura por la radiación provocada por la soldadura y la mínima circulación de gases cuando se tiene una producción alta de equipos. En la **tabla V** se muestra una serie de tomas de temperatura realizadas en el departamento de soldadura indicando la hora y el día, además se coloca la temperatura ambiental para cada toma.

Se utilizó un termo anemómetro

- Marca: Velocicalc.
- Modelo: 8386.

Tabla V. Niveles de temperatura en el área de soldadura

Hora	Tem. día 1	Tem. amb. día 1	Tem. día 2	Tem. amb. día 2	Tem. día 3	Tem. amb. día 3
9:00	25,2	23,1	25	22,3	25,1	22,8
12:00	27,4	24,5	26,3	22,7	26,4	24,9
15:30	28,1	25,9	27,8	23,6	27,3	24,2
Promedio	26,90	24,50	26,37	22,87	26,27	23,97

Temperatura °C

Fuente: **Medición realizada con el termo anemómetro**

$$\text{Promedio 1} = 26.90 - 24.50 = 2.4 \text{ °C}$$

$$\text{Promedio 2} = 26.37 - 22.87 = 3.5 \text{ °C}$$

$$\text{Promedio 3} = 26.27 - 23.97 = 1.3 \text{ °C}$$

$$\text{Promedio total} = 2.4 + 3.5 + 1.3 = 7.2/3 = 2.4 \text{ °C}$$

Se tiene un incremento de 2.4 °C dentro del área de soldadura

Tomando en cuenta que el rango de temperatura de confort del ser humano es de 18.8 °C (66 °F) a 22.9 °C (79 °F), es necesario mejorar la renovación de aire en el área para evitar fatiga y desesperación, ya que en todos los caso la temperatura interna es mayor que la externa (ambiente).

4. DISEÑO DEL MECANISMO DE VOLTEO

4.1. Descripción del proceso propuesto

Se utilizará en su gran mayoría el proceso actual a excepción en la descarga, ya que es aquí donde entra en función el mecanismo de volteo.

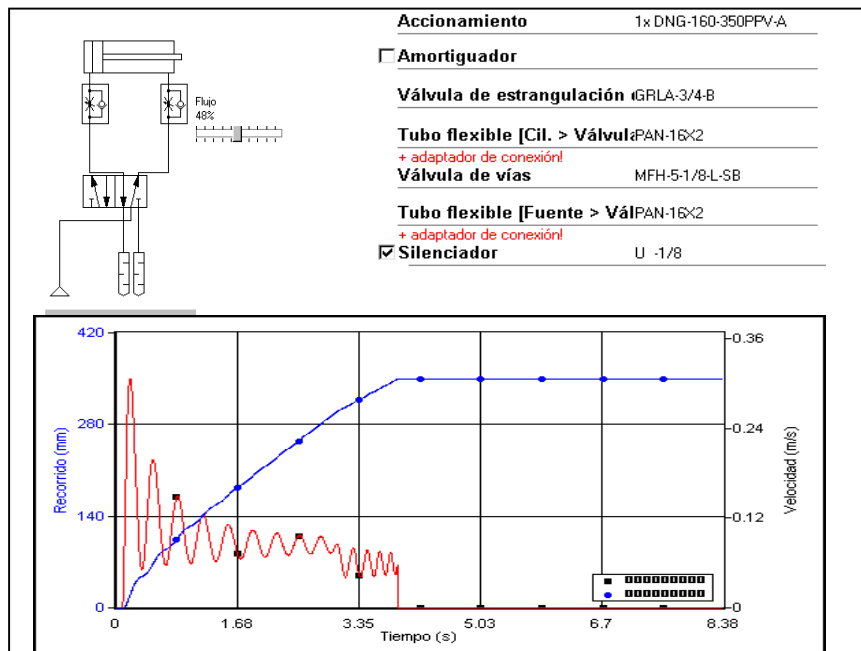
Como primer paso al inicio de cada sesión de descarga se debe de revisar que las conexiones neumáticas se encuentren conectadas de forma correcta. Luego se procede a desplazar el mecanismo al vagón que está asignado conforme a la chatarra a descarga y se introduce el carro hasta que las uñas del mecanismo estén correctamente acoplados al mismo.

Se activa la válvula de accionamiento del mecanismo, para que gire los cargadores del carro respecto al eje principal y se pueda descargar la chatarra, se revisa que esté descargado completamente el carro y luego se acciona la válvula de retorno para que el mecanismo regrese a su posición original. Se saca el carro descargado y se retira del área de descarga, repitiendo el proceso cuantas veces sea necesario.

4.1.1. Análisis del tiempo de descarga

El tiempo que se lleva al mecanismo descargar la chatarra depende de las válvulas reguladoras de caudal que se encuentran colocados tanto en la entrada como en la salida de cada cilindro, el rango de tiempo en los cuales puede variar el desplazamiento es de 3 a 7seg. En la **figura 25**, se muestra una simulación con un cilindro con sus respectivos reguladores abiertos a un 48% de su capacidad, desplegando la gráfica de recorrido-tiempo-velocidad a 7 bar. de presión.

Figura 25. Simulación de desplazamiento del cilindro

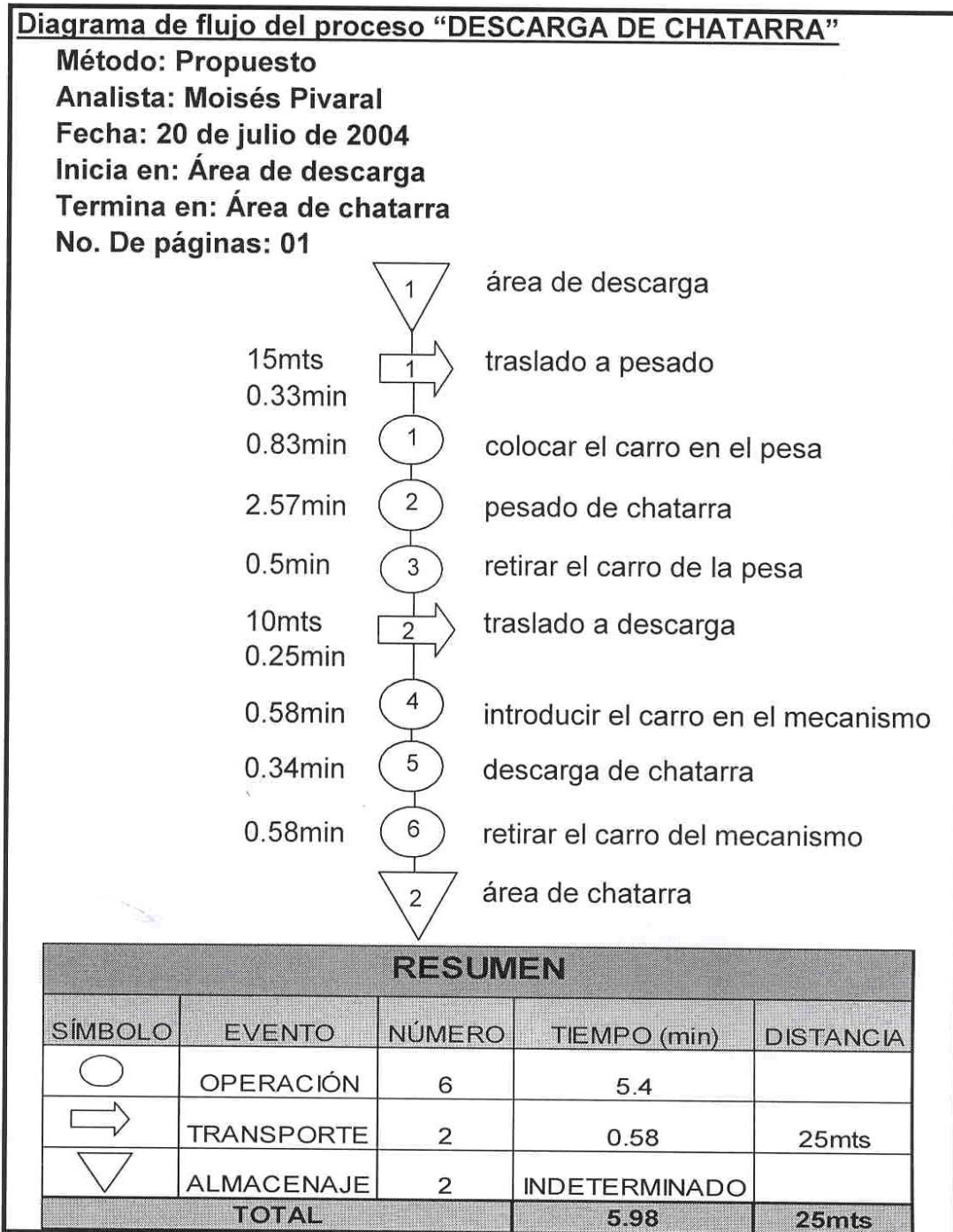


Fuente: Festo, **Manual de neumática**

Además para toda la operación de descarga se toma en cuenta la colocación del carro a las uñas del mecanismo (35seg), mas la activación, desplazamiento y retorno de los cilindros (20seg) y el retirar el carro del mecanismo (35seg), por lo que se tiene un tiempo total de 1.5min.

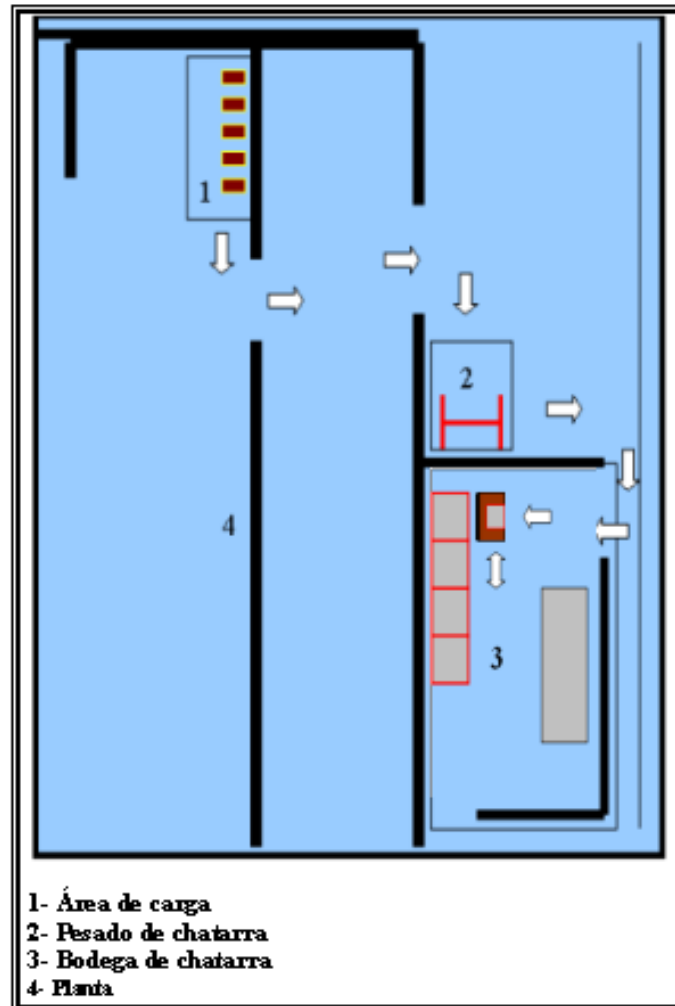
4.1.2. Diagrama de flujo del proceso de descarga de chatarra
propuesto

Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de descarga de chatarra
propuesto



4.1.3. Diagrama de recorrido propuesto

Figura 27. Diagrama de recorrido propuesto

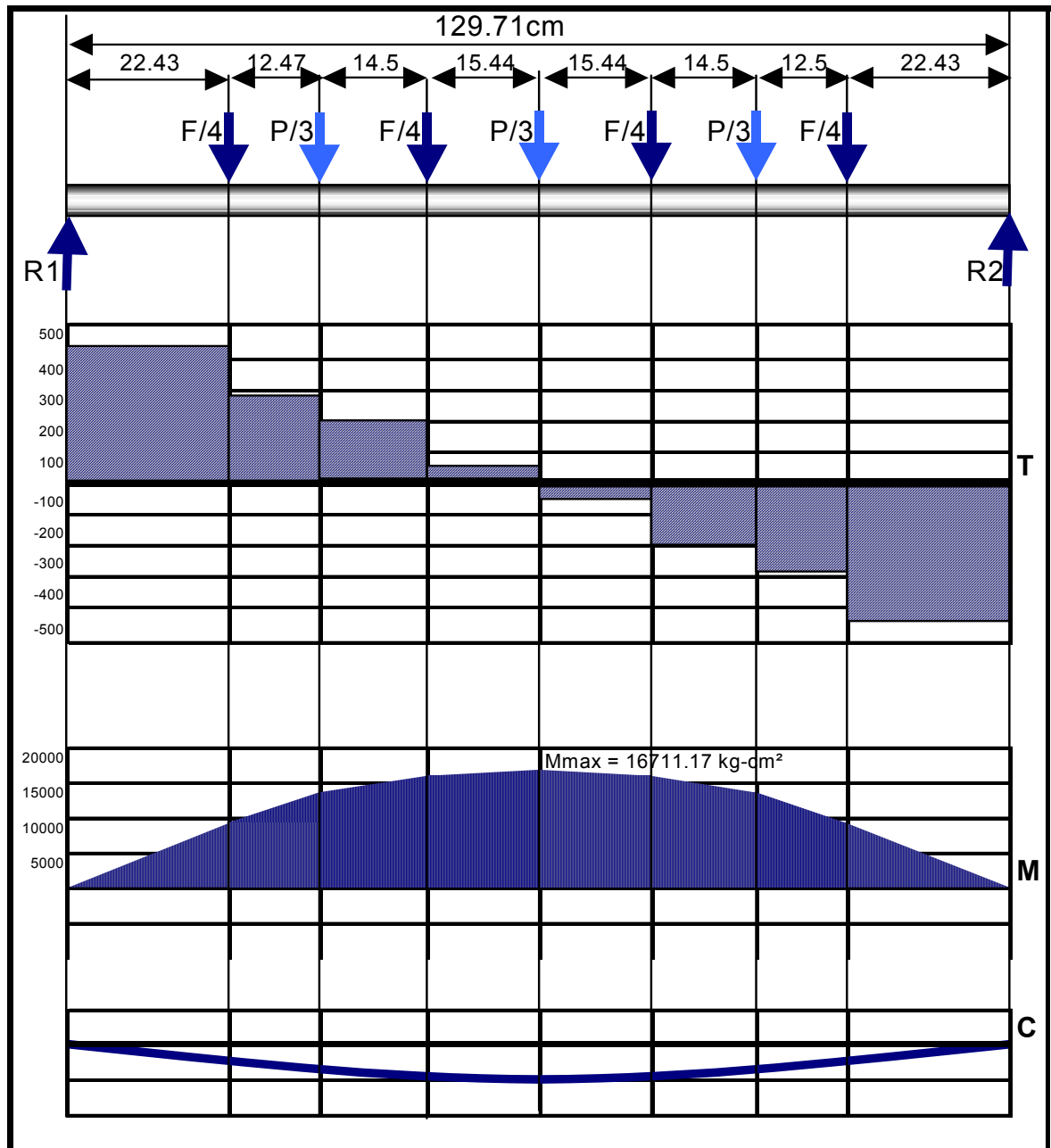


Para este recorrido propuesto se mantiene en su mayoría el recorrido actual, haciendo la diferencia en el área de bodega de chatarra (3), en donde se considera la distribución de los vagones a un costado del área para mantener una mejor distribución y orden de la chatarra, como también la implementación del mecanismo de volteo, siendo los movimientos de forma longitudinal al área.

4.2. Análisis de la viga y columna

Se analizaron los distintos esfuerzos que actúan en la viga y su máxima deflexión.

Figura 28. Diagrama de corte y momento de la viga



Como primer paso de debe de hallar las reacciones en la viga. Tomando en cuenta que la distribución de fuerzas de la viga es simétrica, tenemos que:

$$R1 = R2 = R$$

F = fuerza que ejerce el carro con carga sobre el eje del mecanismo.

P = fuerza que ejerce los contrapesos sobre el eje del mecanismo.

Realizando sumatorias de fuerzas en el eje "y" igual a 0 tenemos:

$$\Sigma Fy = 0 \uparrow +$$

$$2R - 4F/4 - 3P/3 = 0 \rightarrow R = (F + P)/2 \quad (1)$$

F = 590.2Kg \rightarrow F/4 = 147.55Kg = fuerza que ejerce la estructura móvil en cuatro puntos de apoyo al eje.

P = 272.4Kg \rightarrow P/3 = 90.8Kg = fuerza que ejercen los contrapesos en tres puntos de apoyo al eje.

Sustituyendo en la ecuación (1) tenemos:

$$R = (590.2+272.4)/2 = 431.3 \text{ Kg.}$$

Se tiene una reacción de 431.3 Kg. en las dos esquinas de la viga.

Como segundo paso se examinara el esfuerzo cortante en la viga.

Recorriendo la viga de izquierda a derecha y recordando que el esfuerzo en una sección a la distancia X del extremo izquierdo esta dado por la suma algebraica de las fuerzas situadas a su izquierda. Donde X es el rango de los puntos de inicio y final donde se hace el análisis de la viga.

Ejemplo analizando la viga del punto 0 al punto 22.43cm donde se aplica la fuerza F/4, **ver figura 28**, se tiene que $T = 431\text{kg}$, ver la ecuación (a), Para el análisis del siguiente punto se toma como punto inicial el final del análisis anterior, que en este caso es de 22.43cm hasta el punto 34.9cm, donde la viga es expuesta a otra fuerza P/3, tenemos que $T = 283.75\text{Kg}$, como se muestra en la ecuación (b). De la misma forma se analiza el resto de la viga.

$$T = 431.3\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 0 < x < 22.43\text{cm.} \quad (\text{a})$$

$$T = 431.3 - P/3 \quad , \text{donde } P/3 = 147.55\text{Kg}$$

$$T = 431.3 - 147.55 = 283.75\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 22.43 < x < 34.9\text{cm.} \quad (\text{b})$$

$$T = 283.75 - 90.8 = 192.95\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 34.9 < x < 49.4\text{cm.}$$

$$T = 192.95 - 147.55 = 45.4\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 49.4 < x < 64.84\text{cm.}$$

$$T = 45.4 - 90.8 = -45.4\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 64.84 < x < 80.28\text{cm.}$$

$$T = -45.4 - 147.55 = -192.95\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 80.28 < x < 94.78\text{cm.}$$

$$T = -192.95 - 90.8 = -283.75\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 94.78 < x < 107.28\text{cm.}$$

$$T = -283.75 - 147.55 = -431.3\text{Kg.} \quad \text{para} \quad 107.28 < x < 129.71\text{m.}$$

La gráfica que forman estas ecuaciones para el esfuerzo cortante se pueden visualizar en la [figura 28](#).

Ahora examinaremos el momento flector, recorriendo la viga de izquierda a derecha, donde X es el intervalo de análisis de la viga.

La definición del momento flector es la suma algebraica de los momentos de las fuerzas a su izquierda respecto a un eje que pasa por ella y es perpendicular al papel. Tomando en cuenta que fuerzas dirigidas hacia arriba (↑) producen momento flector positivo y hacia abajo (↓) negativos.

Ejemplo para la primera ecuación (c), tenemos que el momento flector (M) cambia su magnitud conforme “X” varié de 0 a 22.43cm. Para la segunda ecuación (d) “M” cambia su magnitud conforme “X” varié tomando como punto inicial el punto final de la ecuación anterior (c) que es de 22.43cm hasta el punto 34.9cm que lo determina la siguiente fuerza P/3 a la que es sometida la viga, ver ecuación (d), de la misma forma se plantean las siguientes ecuaciones.

$$M = 431.3X \quad (c) \quad \text{para} \quad 0 < x < 22.43\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) \quad (d) \quad \text{para} \quad 22.43 < x < 34.9\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) \quad \text{para} \quad 34.9 < x < 49.4\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4) \quad \text{para} \quad 49.4 < x < 64.84\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4) - 90.8(X - 64.84) \quad \text{para} \quad 64.84 < x < 80.28\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4) - 90.8(X - 64.84) - 147.55(X - 80.24) \quad \text{para } 80.28 < x < 94.78\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4) - 90.8(X - 64.84) - 147.55(X - 80.24) - 90.8(X - 94.78) \quad \text{para } 94.78 < x < 107.28\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4) - 90.8(X - 64.84) - 147.55(X - 80.24) - 90.8(X - 94.78) - 147.55(X - 107.28) \quad \text{para } 107.28 < x < 129.71\text{cm}$$

Estas ecuaciones definen el momento flector a lo largo de la viga y no se puede sustituir por una ecuación única equivalente debido a que los límites de la variable "X" es diferente para cada ecuación a lo largo de la viga. La gráfica que conforman las ecuaciones de momento la encontramos en la [figura 28](#).

4.2.1. Método de doble integración

La ecuación diferencial de la curva deformada de la viga es $EI d^2y/dx^2 = M$, donde x e y son las coordenadas presentadas en la figura 27 de la viga deformada, E representa el módulo de elasticidad de la viga, I el momento de inercia de la sección respecto al eje neutro y M el momento flector a la distancia x del extremo analizado.

El método de la doble integración para calcular la flecha de la viga consiste simplemente en integrar la ecuación $EI d^2y/dx^2 = M$. La primera integración nos da la pendiente dy/dx en un punto cualquiera de la viga y la segunda, la flecha o distancia de separación respecto de su posición original para cada valor de x.

Debido que las fuerzas que actúan sobre la viga están colocadas de forma simétrica respecto a su centro, el momento flector a lo largo de la viga se representa por una parábola. Como la barra esta simplemente apoyada, el momento es nulo en los extremos, y por la simetría de cargas debe ser máximo en el centro de la viga, donde x es $L/2$.

$$L = \text{Largo total de la viga} = 129.68\text{cm}$$

$$x = L/2 = 129.68/2 = 64.84\text{cm}$$

$$M = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4) \quad (2)$$

para $x = 64.84\text{cm}$

La ecuación diferencial de la viga deformada es $EI d^2y/dx^2 = M$, sustituyendo en la ecuación (2) tenemos:

$$EI d^2y/dx^2 = 431.3X - 147.55(X - 22.43) - 90.8(X - 34.9) - 147.55(X - 49.4)$$

para $49.4 < x < 64.84\text{cm}$ (3)

$$EI dy/dx = 431.3X^2/2 - 147.55(X^2/2 - 22.43X) - 90.8(X^2/2 - 34.9X) - 147.55(X^2/2 - 49.4X) + C1 \quad (4)$$

Dado que la pendiente para $(dy/dx)_{x=L/2} = 0$, podemos encontrar el valor de la constante $C1$.

$$0 = 431.3L^2/4 - 147.55(L^2/4 - 22.43L) - 90.8(L^2/4 - 34.9L) - 147.55(L^2/4 - 49.4L) + C1 \quad (5)$$

Sustituyendo $L = 129.68\text{cm}$ en la ecuación (5) tenemos:

$$0 = 1050133.66 + C1 \rightarrow C1 = -1050133.66$$

El valor de $C1 = -1050133.66$ ayuda a determinar la pendiente dy/dx para cualquier punto en la viga, que está representada en la ecuación (6).

$$E \frac{dy}{dx} = 431.3 \frac{X^2}{4} - 147.55 \left(\frac{X^2}{4} - 22.43X \right) - 90.8 \left(\frac{X^2}{4} - 34.9X \right) - 147.55 \left(\frac{X^2}{4} - 49.4X \right) - 1050133.66 \quad (6)$$

Integrando nuevamente se tiene la ecuación (6) tenemos:

$$E y = 431.3 \frac{X^3}{6} - 147.55 \left(\frac{X^3}{6} - 22.43 \frac{X^2}{2} \right) - 90.8 \left(\frac{X^3}{6} - 34.9 \frac{X^2}{2} \right) - 147.55 \left(\frac{X^3}{6} - 49.4 \frac{X^2}{2} \right) - 1050133.66X + C2 \quad (7)$$

La segunda constante de integración, $C2$ se determina por la flecha y de la viga nula en el apoyo izquierdo $(y)_{x=0} = 0$, por lo que sustituyendo $x = 0$ en la ecuación (7) tenemos:

$$0 = 0 - 0 - 0 - 0 + C2 \rightarrow C2 = 0$$

Por tanto, la curva de deformación de la viga en la parte izquierda está dada por:

$$E y = 431.3 \frac{X^3}{6} - 147.55 \left(\frac{X^3}{6} - 22.43 \frac{X^2}{2} \right) - 90.8 \left(\frac{X^3}{6} - 34.9 \frac{X^2}{2} \right) - 147.55 \left(\frac{X^3}{6} - 49.4 \frac{X^2}{2} \right) - 1050133.66X \quad (8)$$

Evidentemente, la flecha o máxima distancia de deformación respecto a su posición de origen se produce en el centro de la viga, en virtud de su simetría, para $x = L/2$, tenemos que $X = 64.84$, sustituyendo este valor en la ecuación (8) tenemos:

$$EI(y)_{\text{máx}} = -21899.49 \quad (9)$$

$$\Delta_{\text{máx}} = 21899.49/EI \quad (10)$$

Tomando en cuenta que:

$$E_{\text{acero}} = 2.1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 5 \text{ cm}$$

$$I = \pi D^4 / 64 = 30.68 \text{ cm}^4$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación (10) se tiene que la deformación máxima es de:

$$\Delta_{\text{máx}} = 21899.49 / ((2.1 \cdot 10^6)(30.68)) = 0.00034 \text{ cm}$$

La viga tiende a deformarse como máximo 0.00034 cm en la parte media cuando esta cargado a su máxima capacidad el mecanismo.

4.2.2. Tensión normal máxima en la viga

Para encontrar el esfuerzo máximo que se presenta en las fibras exteriores de la viga se da utilizando $v = 2.5 \text{ cm}$, donde I representa el momento de inercia del área de la sección respecto al eje neutro.

$$M = M_{\text{máx}} = 16711.17 \text{ kg-cm}^2$$

v = distancia desde el eje neutro hasta el punto de análisis de las fibras de la viga. Para las fibras externas se toma como dato el radio de la viga.

D = diámetro de la viga

$$v = D/2 = 5/2 = 2.5\text{cm} \rightarrow$$

$$\sigma = Mv/I = (16711.17)(2.5)/30.68 = 1361.73 \text{ kg/cm}^2$$

La viga está expuesta a un esfuerzo normal máximo de 1361.73 kg/cm², como este valor esta por debajo del limite de proporcionalidad del material, que es de al menos E = 2,100 Kg/cm², la viga soporta el este esfuerzo normal máximo.

4.2.3. Esfuerzo en los postes

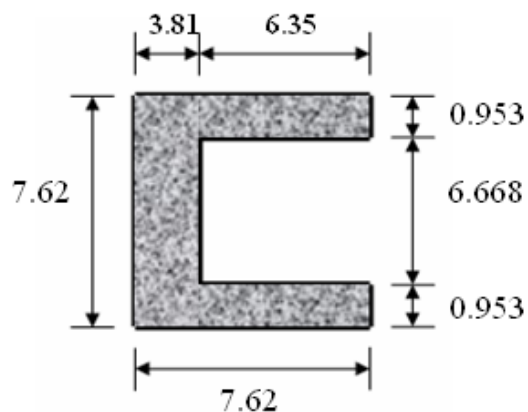
$$\sigma = (P/2)/A \tag{11}$$

P = carga total

A = área del poste

El área de compresión es toda el área de la cara del poste, esta área la podemos ver en la [figura 29](#).

Figura 29. Área de compresión del poste



$$A = 7.62 \cdot 3.81 + 2 \cdot 6.35 \cdot 0.953 = 41.14 \text{ cm}^2$$

$$P = 862.6 \text{ kg}$$

Sustituyendo los valores de A y P en la ecuación (11) del esfuerzo tenemos que:

$$\sigma = (862.6/2)/41.14 = 10.48 \text{ Kg/cm}^2$$

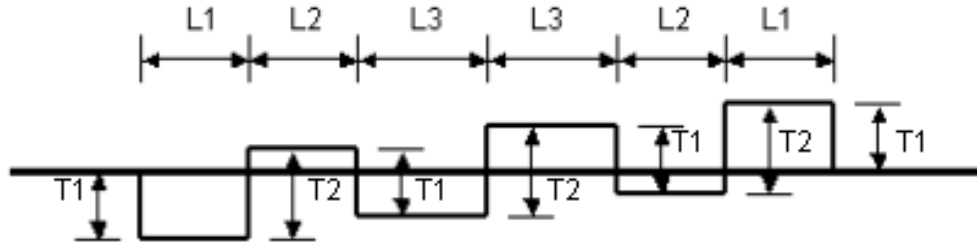
Al igual que el momento normal máximo, el esfuerzo máximo a compresión sobre los postes que es de 10.48 Kg/cm², esta por debajo del límite de proporcionalidad, por lo que los poste soportan este esfuerzo máximo por compresión.

4.2.4. Ángulo de torsión θ

Analizando la barra que esta sujeta a fuerzas par que ejerce los brazos que sostienen al carro de carga con los contrapesos del mecanismo aplicado en plano perpendicular al eje. Se tiene que la barra está sometida a torsión, con lo que se produce un desplazamiento angular de la sección de un extremo respecto al otro y origina tensiones cortantes en las secciones de la barra perpendicular a su eje.

En la **figura 30** se muestra el diagrama de cuerpo libre por torsión de la viga sometida a fuerzas par a su eje perpendicular, para encontrar el máximo ángulo de torsión tomando en cuenta que las fuerzas son simétricas respecto a la parte media de la viga, se analizó para las tres longitudes de separaciones que se tienen de las fuerzas par.

Figura 30. Diagrama de cuerpo libre por torsión



Donde:

$$T1 = 60.1 \text{ Kg.}$$

$$L3 = 15.44 \text{ cm.}$$

$$T2 = 90.8 \text{ Kg.}$$

$$G = 8.4 \cdot 10^5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L1 = 12.47 \text{ cm.}$$

$$I = \pi D^4 / 64 = 30.68 \text{ cm}^4$$

$$L2 = 14.50 \text{ cm.}$$

El ángulo θ nos proporciona la deformación angular que se tiene en cada segmento de la viga, dado a la simetría de los esfuerzos a la que esta expuesta la viga, se determinan tres ángulos ya que tenemos tres longitudes distintas.

$$\theta_1 = T1 \cdot L1 / (GI) = (60.1)(12.47) / ((8.4 \cdot 10^5)(30.68)) = 0.000029 \text{ rad.}$$

$$\theta_2 = (T2 - T1) \cdot L2 / (GI) = (90.8 - 60.1)(14.5) / ((8.4 \cdot 10^5)(30.68)) = 0.0000173 \text{ rad.}$$

$$\theta_3 = (2T1 - T2) \cdot L3 / (GI) = (2 \cdot 60.1 - 90.8)(15.44) / ((8.4 \cdot 10^5)(30.68)) = 0.0000176 \text{ rad.}$$

El máximo ángulo de torsión de los tres ángulos es $\theta_1 = 0.00029 \text{ rad}$ en el tramo L1 de la viga donde la longitud entre momentos de torsión es de 12.47 cm.

Este ángulo es despreciable por lo que podemos utilizar esta viga con las dimensiones iniciales de diseño.

4.2.4.1. Módulo de rotura

Para determinar el módulo de rotura t_{max} , ya que la tensión máxima se produce en las fibras exteriores p es igual al radio de la viga.

$$P = D/2 = 5/2 = 2.5 \text{ cm}$$

$$T = T1 = 60.1 \times 2.5 = 150.25 \text{ Kg-cm}$$

$$I_p = \pi(D)^4/32 = \pi(5)^4/32 = 61.36 \text{ cm}^4$$

$$t_{max} = T(p)/I_p = (150.25)(2.5)/61.36 = 6.12 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de rotura encontrado $t_{max} = 6.12 \text{ kg/cm}^2$ es muy inferior al límite de proporcionalidad $E = 2,100 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que no afecta al diseño original.

4.3. Diseño del mecanismo de potencia

Por medio de la energía neumática se le proporciona el movimiento al mecanismo.

4.3.1. Equipo neumático a utilizar

A continuación se describe cada uno de los elementos a utilizar, para el sistema neumático.

4.3.1.1. Cilindro doble efecto

Se utilizará cuatro cilindros de doble efecto como se muestra en la **figura 31**, ya que es necesario que la fuerza ejercida por el aire comprimido mueva el cilindro en las dos direcciones de forma segura y estable. Siendo el desplazamiento de avance del cilindro el que coloque el mecanismo en la posición de descarga y el desplazamiento de retorno del cilindro el que coloque el mecanismo en la posición normal ó de reposo.

Figura 31. Cilindro de doble efecto

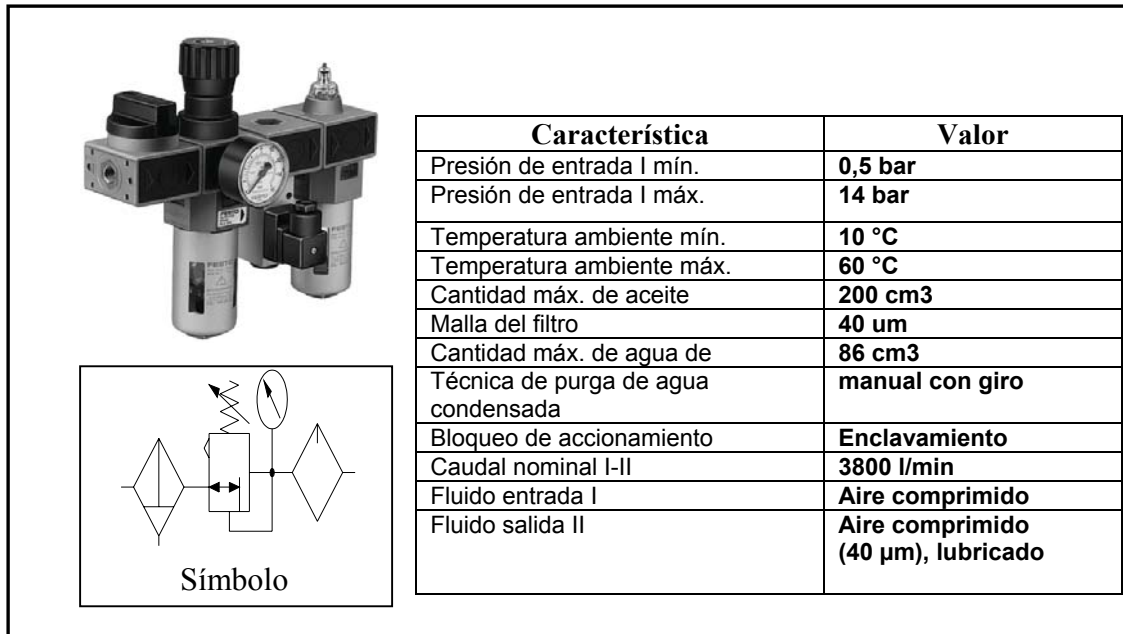


Fuente: Festo, **Manual de neumática**

4.3.1.2. Unidad FRL

Esta unidad que se compone de tres elementos siendo el primero un filtro ya que el aire proveniente del compresor no es completamente limpio debido a una serie de contaminantes que se encuentran en la atmósfera, es necesaria filtrar el aire, el segundo componente es un regulador de presión nos mantiene una presión estable. Y el tercer componente es un lubricador, teniendo como función proporcionar una película de aceite al resto de componentes, **ver figura 32**.

Figura 32. Unidad FRL



Fuente: Festo, **Manual de neumática**


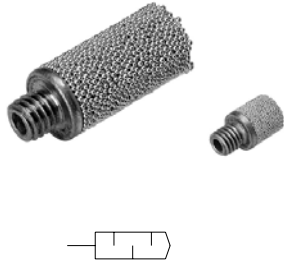

4.3.1.3. Accesorios

En esta parte se contemplan los accesorios que integran todo sistema neumático, racores, silenciador y tubería, ver **figura 33**.

- Los racores: su función es unir las mangueras de una forma práctica y sencilla, se conecta una manguera en la parte media de la pieza y se tienen dos salidas donde se conectan otras, para alimentar otra red u otra pieza neumática
- Tubería: por medio de ella se alimentan todas las piezas del sistema neumático, son flexibles y de fácil instalación y soportan una presión máxima de hasta 12.5bar.

- Silenciador: esta pieza se coloca en la salida de aire de cada elemento neumático, tiene como función reducir el ruido que genera por la descarga de aire comprimido al ambiente.

Figura 33. Accesorios Neumáticos



<p>Racores Cantidad : 8</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diámetro nominal conector</td> <td>3 mm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro nominal de la conexión del</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Presión de funcionamiento mín.</td> <td>0 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx.</td> <td>10 bar</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente mín.</td> <td>0 °C</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente máx.</td> <td>60 °C</td> </tr> </tbody> </table>	Característica	Valor	Diámetro nominal conector	3 mm	Diámetro nominal de la conexión del	4	Presión de funcionamiento mín.	0 bar	Presión de trabajo máx.	10 bar	Temperatura ambiente mín.	0 °C	Temperatura ambiente máx.	60 °C		
Característica	Valor																
Diámetro nominal conector	3 mm																
Diámetro nominal de la conexión del	4																
Presión de funcionamiento mín.	0 bar																
Presión de trabajo máx.	10 bar																
Temperatura ambiente mín.	0 °C																
Temperatura ambiente máx.	60 °C																
<p>Silenciador Cantidad: 5</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de conexión</td> <td>Rosca exterior</td> </tr> <tr> <td>Presión de funcionamiento mín.</td> <td>0 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx.</td> <td>10 bar</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente mín.</td> <td>10 °C</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente máx.</td> <td>70 °C</td> </tr> <tr> <td>Nivel de ruido</td> <td>70 dB(A)</td> </tr> <tr> <td>Caudal nominal</td> <td>90 l/min</td> </tr> </tbody> </table>	Característica	Valor	Tipo de conexión	Rosca exterior	Presión de funcionamiento mín.	0 bar	Presión de trabajo máx.	10 bar	Temperatura ambiente mín.	10 °C	Temperatura ambiente máx.	70 °C	Nivel de ruido	70 dB(A)	Caudal nominal	90 l/min
Característica	Valor																
Tipo de conexión	Rosca exterior																
Presión de funcionamiento mín.	0 bar																
Presión de trabajo máx.	10 bar																
Temperatura ambiente mín.	10 °C																
Temperatura ambiente máx.	70 °C																
Nivel de ruido	70 dB(A)																
Caudal nominal	90 l/min																
<p>Manguera Cantidad: 15mts.</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diámetro interior</td> <td>5,9 mm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro exterior</td> <td>8,2 mm</td> </tr> <tr> <td>Radio de flexión mín.</td> <td>50 mm</td> </tr> <tr> <td>Presión de funcionamiento mín.</td> <td>-0,95 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx. a 30°C</td> <td>12,5 bar</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente mín.y máx</td> <td>-30 °C, 80 °C</td> </tr> <tr> <td>Material tubo flexible</td> <td>TPE-A</td> </tr> </tbody> </table>	Característica	Valor	Diámetro interior	5,9 mm	Diámetro exterior	8,2 mm	Radio de flexión mín.	50 mm	Presión de funcionamiento mín.	-0,95 bar	Presión de trabajo máx. a 30°C	12,5 bar	Temperatura ambiente mín.y máx	-30 °C, 80 °C	Material tubo flexible	TPE-A
Característica	Valor																
Diámetro interior	5,9 mm																
Diámetro exterior	8,2 mm																
Radio de flexión mín.	50 mm																
Presión de funcionamiento mín.	-0,95 bar																
Presión de trabajo máx. a 30°C	12,5 bar																
Temperatura ambiente mín.y máx	-30 °C, 80 °C																
Material tubo flexible	TPE-A																

Fuente: Festo, **Manual de neumática**

4.3.1.4. Válvulas

Las válvulas se usan para suspender la energía neumática, controlar la dirección del flujo y el nivel de presión del aire comprimido, ver [figura 34](#). En el mecanismo se utiliza dos válvulas distribuidoras 5/2 con activación manual para manipular el movimiento y velocidad de avance y retorno del vástago del cilindro.

Figura 34. Válvulas

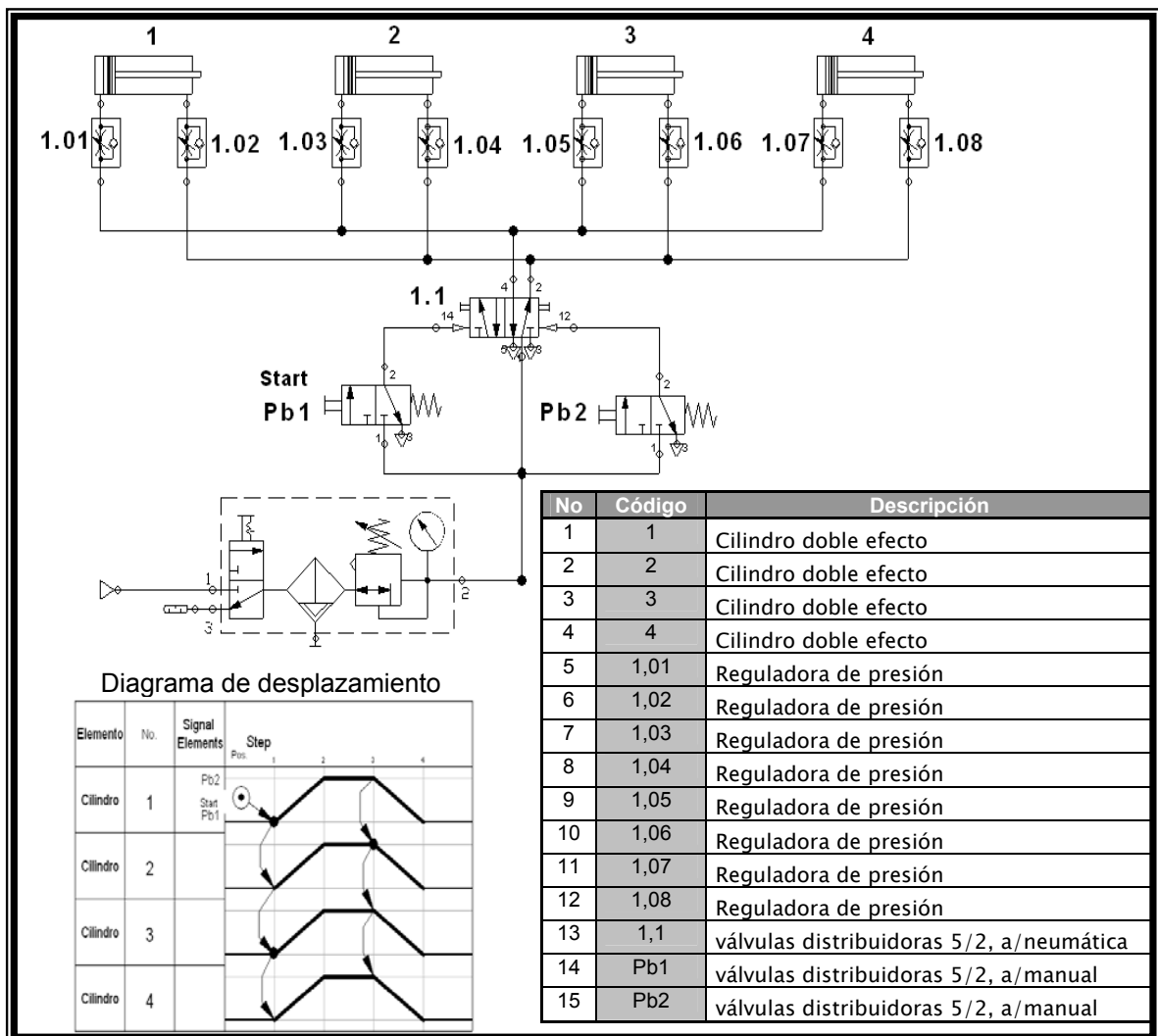
Reguladores de presión																	
Cantidad: 8																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Función</td> <td>Estrangulación-antirretorno</td> </tr> <tr> <td>Función de estrangulador</td> <td>Regulable</td> </tr> <tr> <td>Elemento de accionamiento</td> <td>Botón de giro</td> </tr> <tr> <td>Presión de funcionamiento mín.</td> <td>0 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx.</td> <td>9 bar</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente mín.</td> <td>0 °C</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente máx.</td> <td>60 °C</td> </tr> </tbody> </table>	Característica	Valor	Función	Estrangulación-antirretorno	Función de estrangulador	Regulable	Elemento de accionamiento	Botón de giro	Presión de funcionamiento mín.	0 bar	Presión de trabajo máx.	9 bar	Temperatura ambiente mín.	0 °C	Temperatura ambiente máx.	60 °C
	Característica	Valor															
	Función	Estrangulación-antirretorno															
	Función de estrangulador	Regulable															
	Elemento de accionamiento	Botón de giro															
	Presión de funcionamiento mín.	0 bar															
	Presión de trabajo máx.	9 bar															
Temperatura ambiente mín.	0 °C																
Temperatura ambiente máx.	60 °C																
Válvula distribuidora 3/2, cerrada en reposo Cantidad: 2																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presión de funcionamiento mín.</td> <td>0 bar</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx.</td> <td>8 bar</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente mín.</td> <td>10 °C</td> </tr> <tr> <td>Temperatura ambiente máx.</td> <td>60 °C</td> </tr> <tr> <td>Accionamiento/reposición</td> <td>Pulsador con reposición por muelle</td> </tr> <tr> <td>Caudal nominal 1 - 2</td> <td>80 l/min</td> </tr> </tbody> </table>	Característica	Valor	Presión de funcionamiento mín.	0 bar	Presión de trabajo máx.	8 bar	Temperatura ambiente mín.	10 °C	Temperatura ambiente máx.	60 °C	Accionamiento/reposición	Pulsador con reposición por muelle	Caudal nominal 1 - 2	80 l/min		
	Característica	Valor															
	Presión de funcionamiento mín.	0 bar															
	Presión de trabajo máx.	8 bar															
	Temperatura ambiente mín.	10 °C															
	Temperatura ambiente máx.	60 °C															
	Accionamiento/reposición	Pulsador con reposición por muelle															
Caudal nominal 1 - 2	80 l/min																

Fuente: Festo, **Manual de neumática**

4.3.2. Diagrama neumático

En la **figura 35**, se muestra el diagrama neumático, en este se puede visualizar como esta conectado todos los elementos neumáticos que conforman el sistema de descarga. Iniciando con la unidad de mantenimiento seguido por las válvulas distribuidoras 3/2 y la válvula de mando 5/2 que gobierna a los cuatro cilindros que tienen tanto en su entrada como salida reguladores de caudal. Además tiene diagrama de desplazamiento de los cilindros y una tabla que indica el código y descripción de cada elemento.

Figura 35. Diagrama neumático



4.4. Planos

Figura 36. Mecanismo posición 1

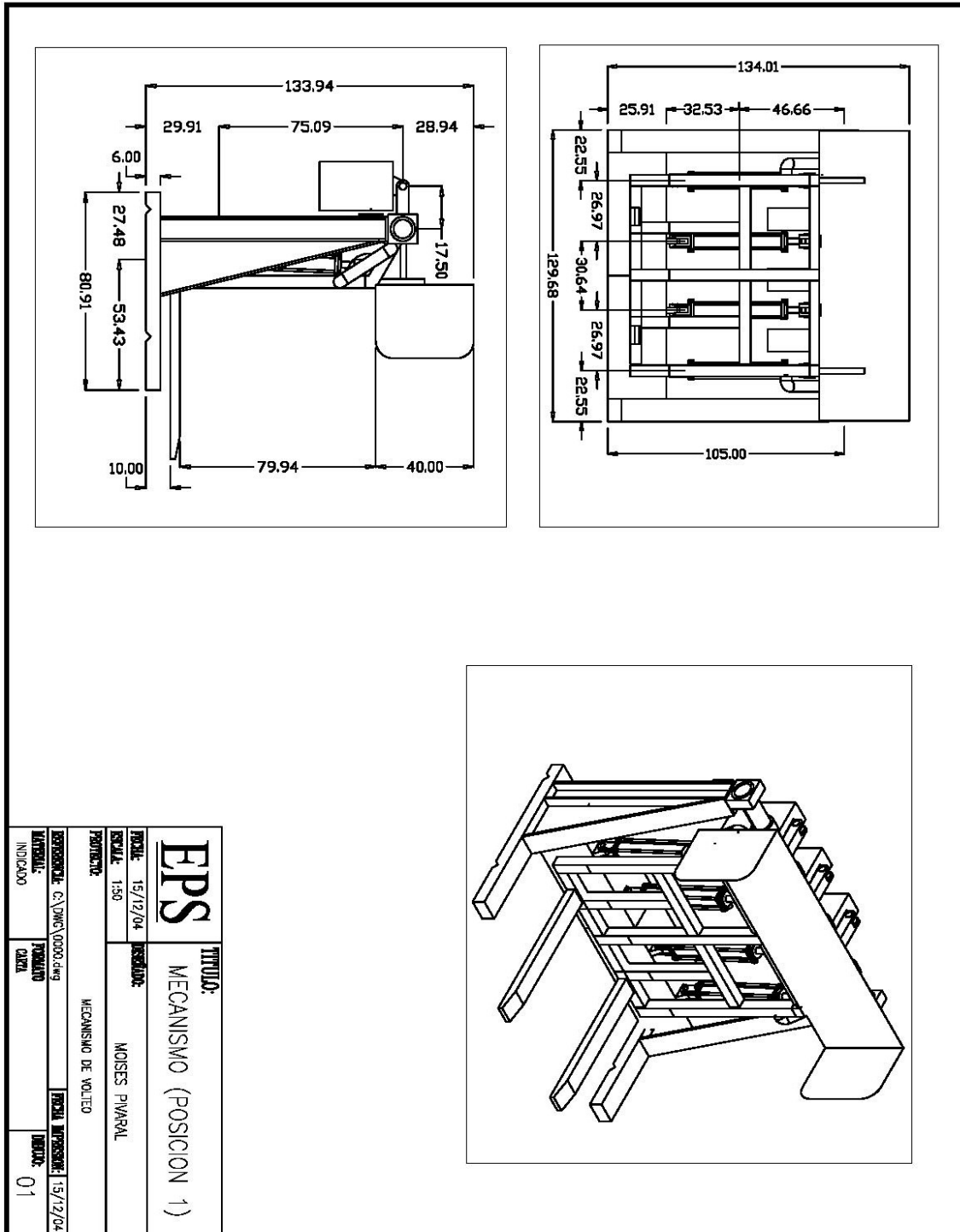


Figura 37. Mecanismo posición 2

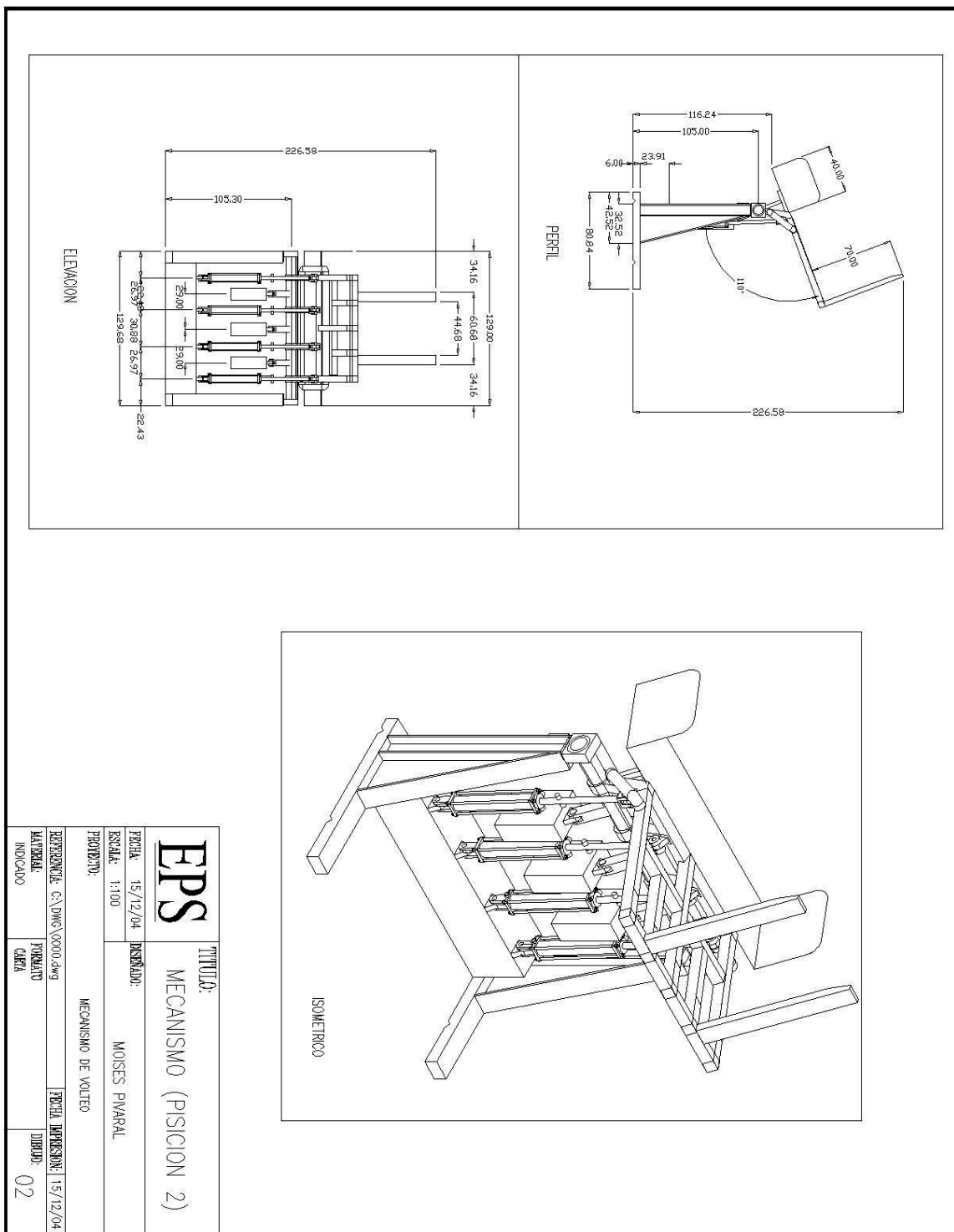


Figura 38. Área de descarga posición 1

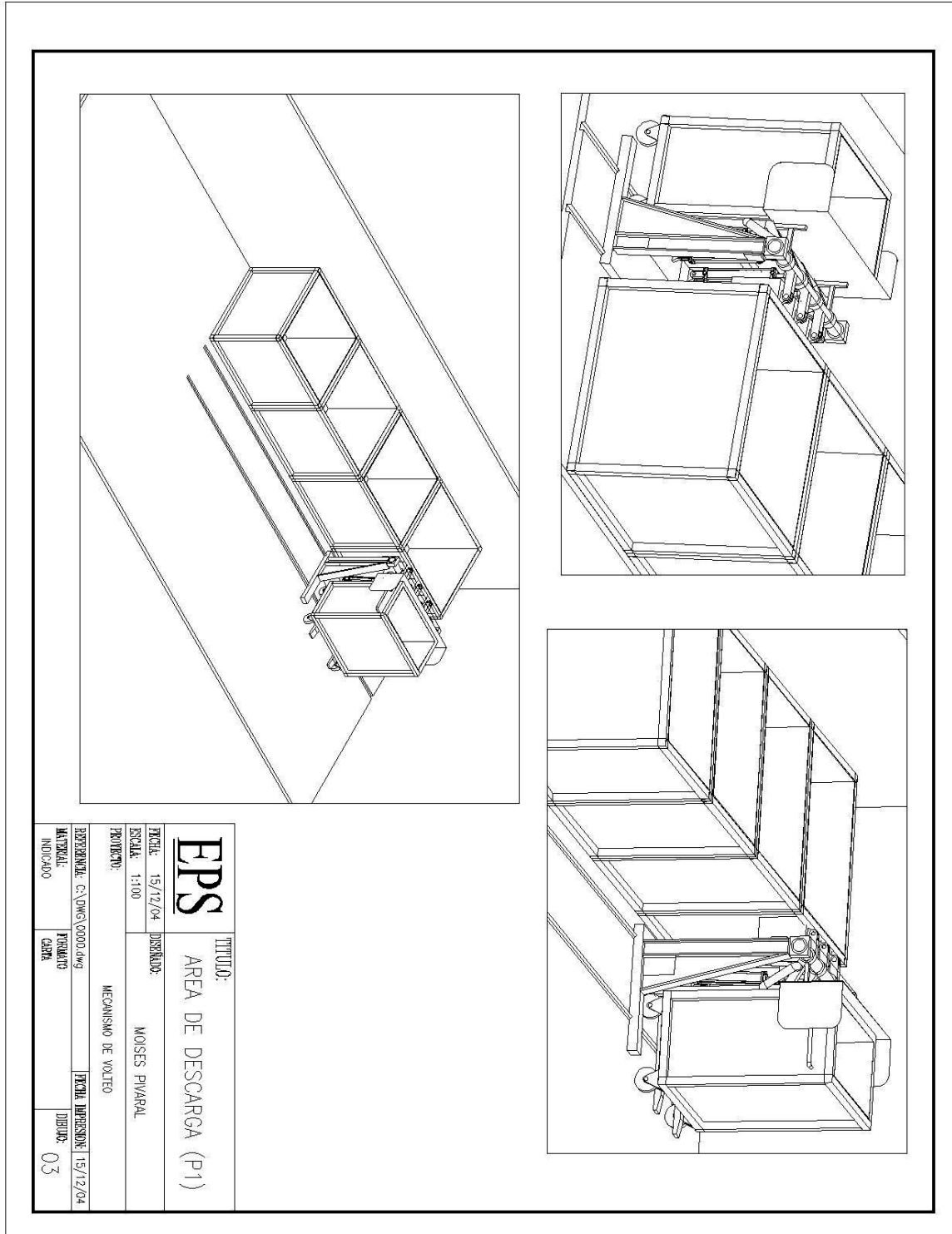


Figura 39. Área de descarga posición 2

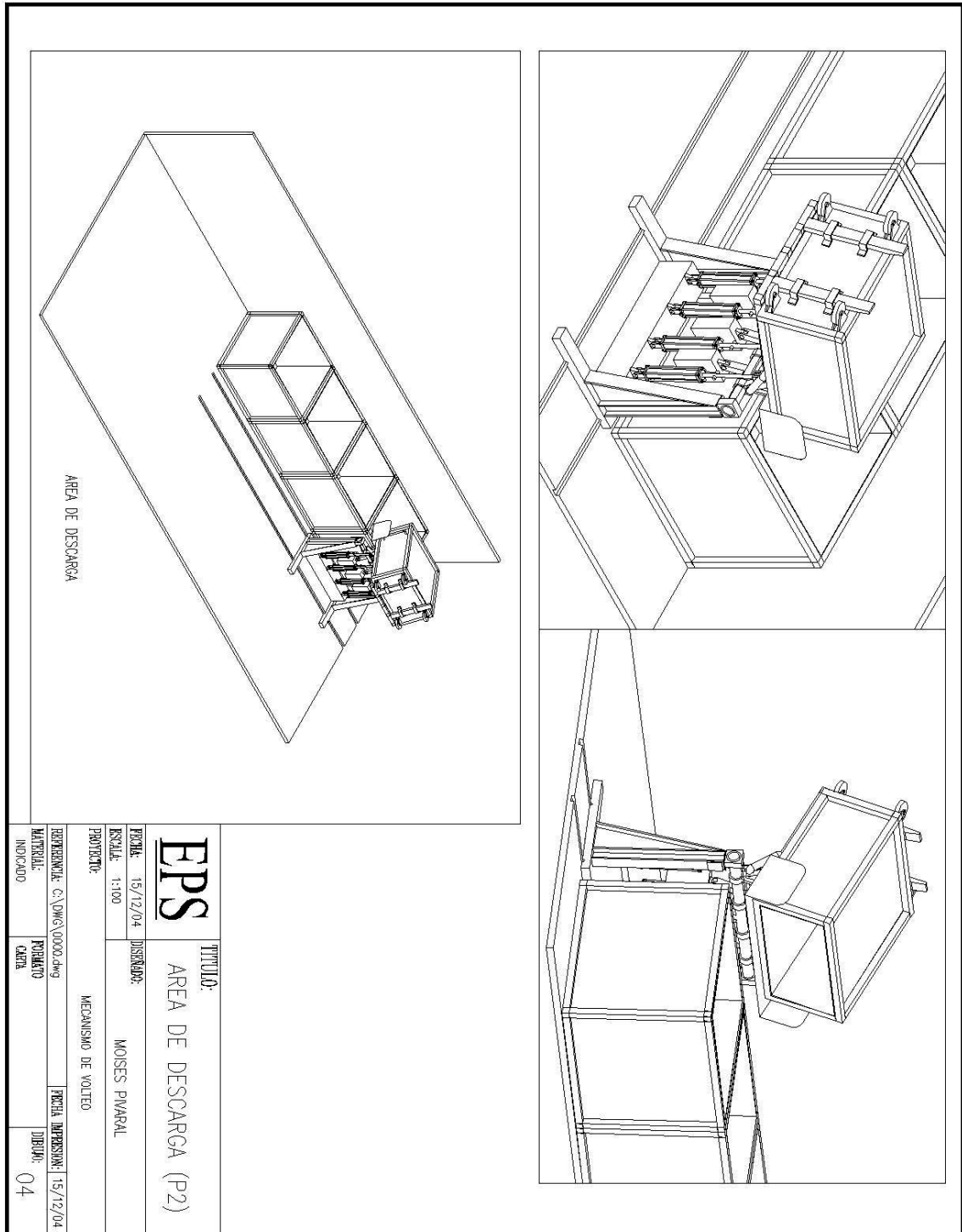
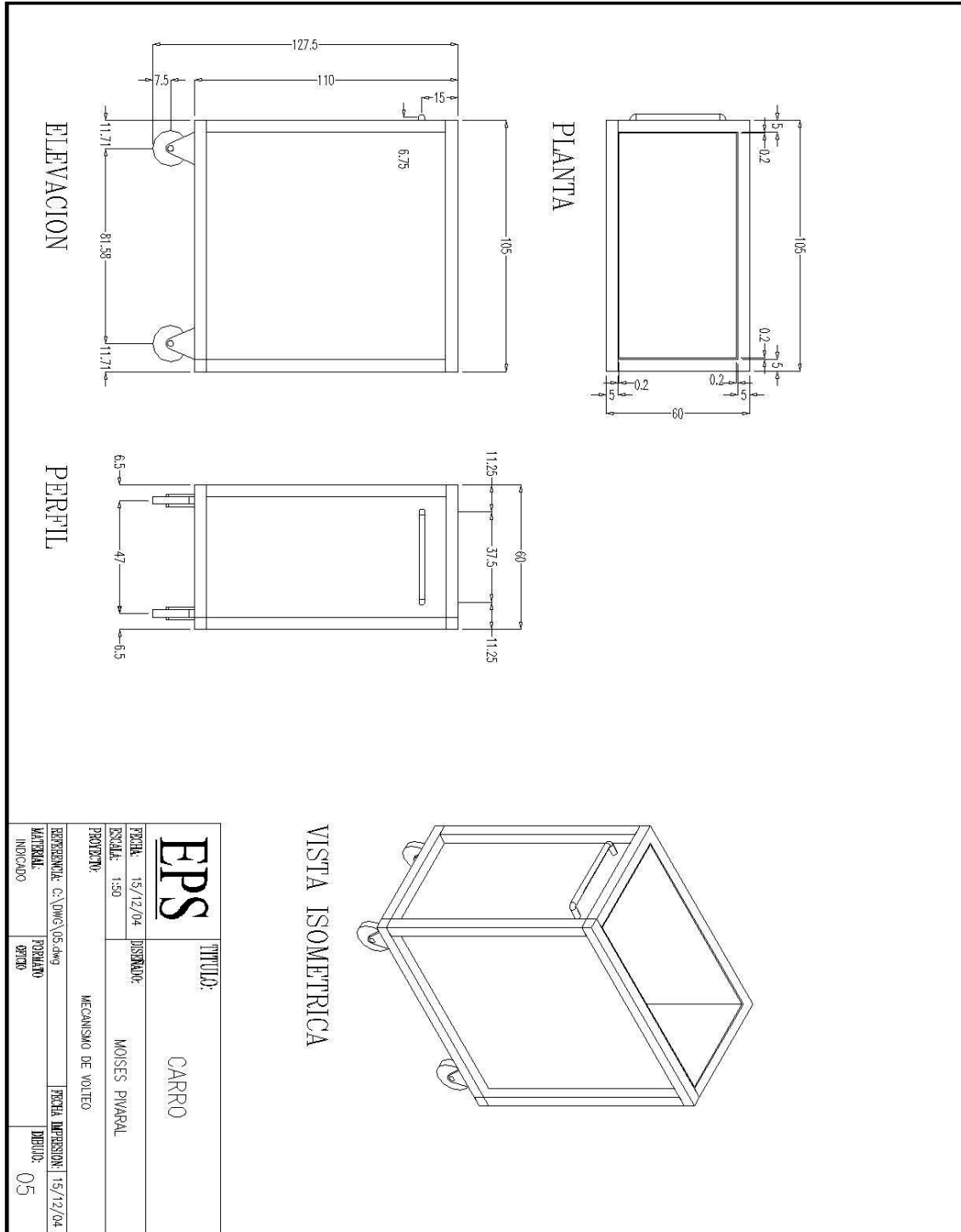


Figura 40. Carro transportador



4.5. Manual de Inducción y capacitación

A continuación se presenta una serie de pasos, para la inducción y capacitación del personal, con la finalidad de brindar información general, amplia y suficiente que permita la ubicación del empleado y de su rol dentro de la empresa, para fortalecer su sentido de pertenencia y la seguridad para realizar su trabajo de manera autónoma.

4.5.1. Inducción

Para que se dé una integración más rápida y eficiente del personal nuevo al sistema de descarga se le debe inducir al personal en los siguientes puntos:

- 1) Se debe informar al personal sobre las características generales de la empresa y presentar a la persona con su supervisor y el resto de compañeros que realizan la tarea de descarga, la cual será dirigida por el departamento de recursos humanos.
- 2) Llevarlo a conocer las distintas áreas que componen el sistema de descarga, este recorrido consiste en darle una explicación técnica, donde se le presentan las distintas áreas de compresores, acumulación de chatarra, pesado y finalmente descarga, este recorrido deberá ser dirigida por el supervisor o jefe inmediato.
- 3) Se le mostrara e indicara donde se localizan los manuales de manejo y funcionamiento, mantenimiento y seguridad del mecanismo, y la importancia que le debe de dar a cada uno de ellos.

4.5.2. Capacitación

El darle al personal la capacitación adecuada es de gran beneficio para el empleado como para la empresa, ya que incrementa la productividad, la calidad del trabajo, la confianza, la posición asertiva y el desarrollo.

La capacitación se llevara de la siguiente forma:

- 1) Identificar a la persona o grupo que recibirán la capacitación.
- 2) Coordinar con recursos humanos la fecha, lugar y recursos a utilizar.
- 3) Presentar los siguientes manuales del mecanismo en forma dinámica y participativa.
 - Funcionamiento
 - Manejo
 - Mantenimiento
- 4) Presentar las medidas de seguridad que conlleva todo el sistema de descarga.
- 5) Realizar una evaluación al finalizar la capacitación para comprobar que tanto aprendieron o asimilaron todo lo expuesto.

4.5.3. Manual de funcionamiento

Figura 41. Manual de funcionamiento

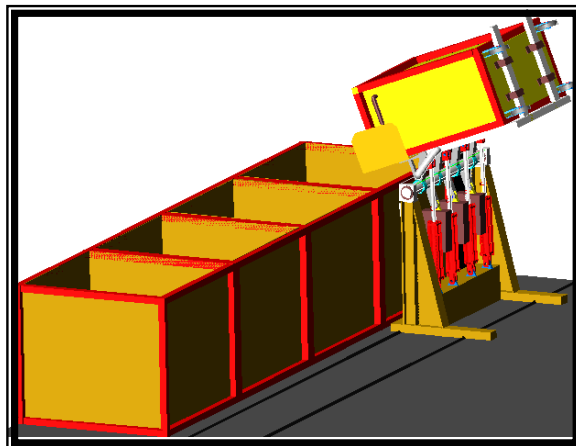
MANUAL DE FUNCIONAMIENTO
DEL MECANISMO



REFRIGUA S. A.

ELABORADO POR	FECHA DE EMISIÓN	
Moisés Pivaral Estrada	/ /	
APROBADO POR	VERSIÓN	CÓDIGO
	1	

Área de descarga



El mecanismo esta conformado por dos partes principales, la neumática y la mecánica.

La parte neumática, esta compuesta por los cilindros, válvulas unidad de mantenimiento y accesorios. Esta alimentada por un compresor de tornillo rotativo el cual se encuentra a 20 mts. del área de descarga.

Continuación

Al sistema le llega una presión un poco mayor de 6 bar. y es conectada a la válvula de paso y unidad de mantenimiento, siendo esta la que nos indica la presión con la que estamos trabajando.

Se cuenta con un tablero de mando, en este se encuentran dos válvulas de accionamiento 5/2, una se utiliza para alimentar los cilindros y desplegar el vástago, con lo que se lleva el mecanismo a la posición de descarga, como se muestra en la figura b. La otra válvula se utiliza par introducir el vástago de los cilindros con lo que se lleva el mecanismo a su posición normal.


La parte mecánica, esta compuesta por una viga, dos postes, base soporta cilindros, cargadores del carro y contrapesos.

Los cargadores de carro giran utilizando como eje la viga que esta apoyada en los extremos por chumaceras integradas en los postes, en la parte posterior se encuentran unos contrapesos que equilibran y contrarrestan la carga a descargar.

4.5.4. Manejo del mecanismo

Figura 42. Manual de manejo del mecanismo

**MANUAL DEL MANEJO
DEL MECANISMO**



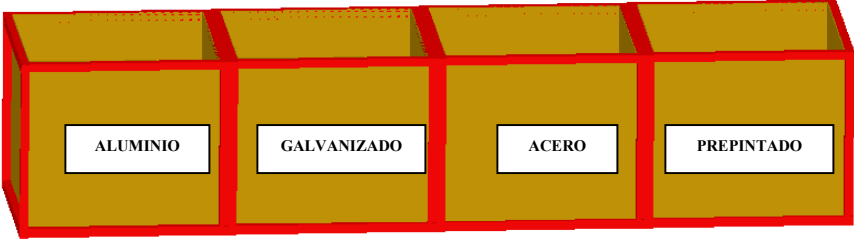
REFRIGUA S. A.

ELABORADO POR	FECHA DE EMISIÓN	
Moisés Pivaral Estrada	15/10/04	
APROBADO POR	VERSIÓN	CÓDIGO
	1	

Para utilizar el mecanismo de forma correcta debe seguir los siguientes pasos:

- 1) Desplazar el mecanismo al vagón que esta asignado con forme a la chatarra que se descargara. Ejemplo si el carro que se va a descargar contiene aluminio se debe trasladar el mecanismo al vagón que acumula aluminio

Figura A. Vagones de descarga

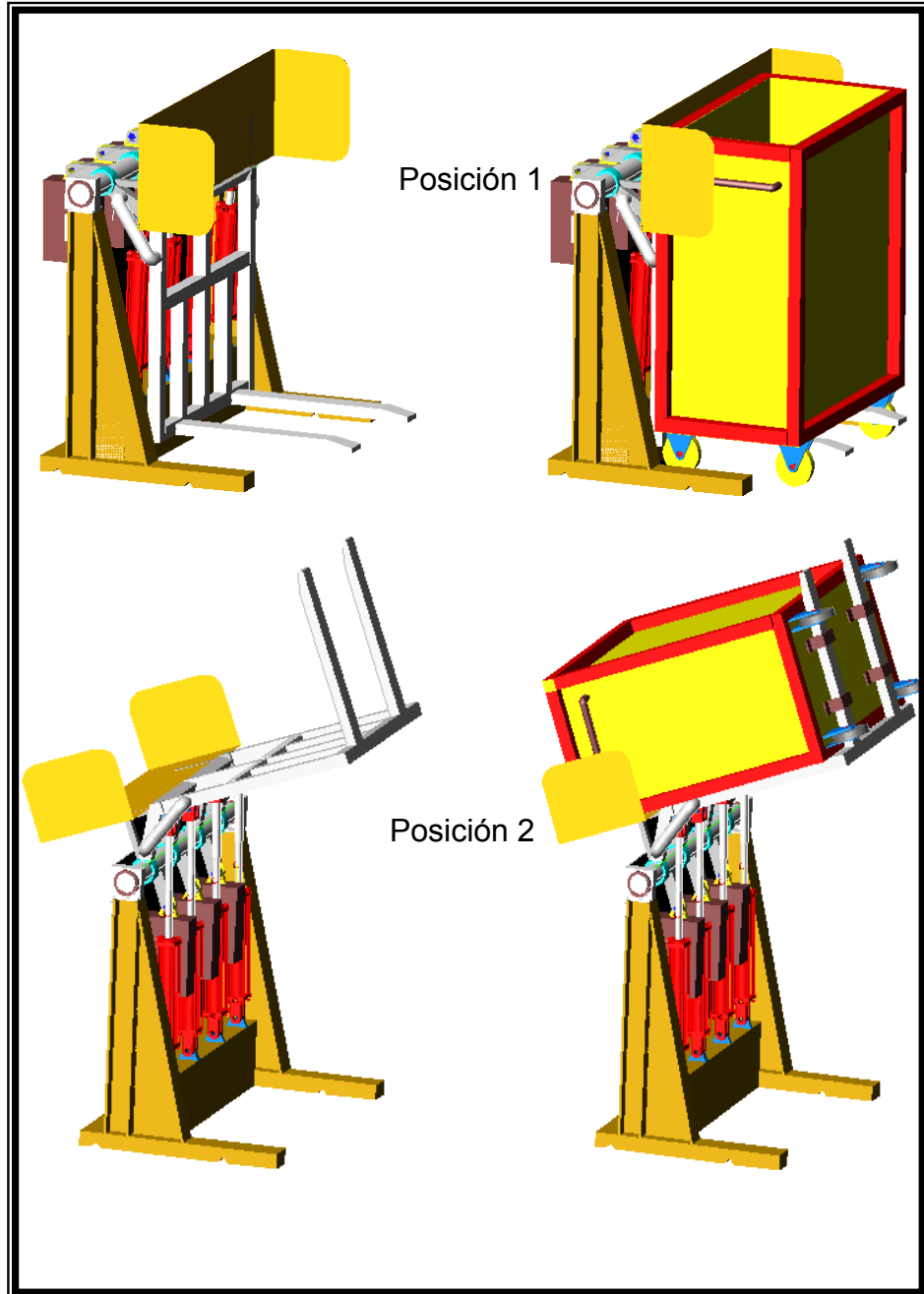


Continuación

- 2) Revisar que las conexiones neumáticas se encuentren conectadas de forma correcta. Tanto la principal como las de los cilindros con las válvulas distribuidoras.
- 3) Activar, la válvula de paso.
- 4) Revisar que el manómetro marque una presión de 5.4 bar.
- 5) Introducir el carro hasta que las uñas del mecanismo estén correctamente acoplados al mismo. Estos acoplamientos se encuentran en la parte inferior exterior de cada carro.
- 6) Revisar que no se encuentre ninguna persona u objeto frente del mecanismo
- 7) Accionar la válvula distribuidora de accionamiento del mecanismo, para que gire los cargadores del carro respecto al eje principal y se pueda descargar la chatarra (posición 2).ver figura B.
- 8) Revisar que este descargado completamente el carro.
- 9) Activar la válvula distribuidora de retorno para que el mecanismo regrese a su posición original (posición 1).ver figura B.
- 10) Saque el carro descargado y retirarlo del área de descarga.
- 11) Repetir el proceso (paso 1 al paso 10) hasta que se hallan descargado todos los carros.
- 12) Cierre la válvula de paso.


Continuación

Figura B. Mecanismo



4.5.5. Manual de mantenimiento

Figura 43. Manual de mantenimiento

<u>MANUAL DE MANTENIMIENTO</u>		
<u>MECANISMO DE VOLTEO</u>		
<u>REFRIGUA S. A.</u>		
ELABORADO POR	FECHA DE EMISION	
Moisés Pivaral Estrada		
APROBADO POR	VERSIÓN	CÓDIGO
	1	

DESCRIPCIÓN GENERAL

Para un buen funcionamiento y el aumento en la vida útil del mecanismo de volteo, es necesario brindar un mantenimiento preventivo, en el cual se tenga una revisión periódica de las distintas partes, como también de una adecuada lubricación del mecanismo.

No es recomendable aplicar diferentes tipos de lubricantes a un mismo mecanismo, si por falta de lubricante es necesario suministrarle otro tipo, se debe realizar una limpieza profunda de las piezas como cojinetes, soportes y puntos de fricción, antes de utilizar una clase distinta de aceite o grasa.

OBJETIVO GENERAL

➤ Aumentar la vida útil del equipo, por medio de un programa de mantenimiento preventivo, para evitar fallos por piezas en mal estado o desgaste a la fricción que puedan causar paros innecesarios en la producción.

Continuación

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Capacitar al operador para que realice un mantenimiento adecuado, además esto servirá al operador a tener el conocimiento necesario para detectar posibles fallas puedan afectar al mecanismo.
- Evitar paros no programados, debido a fallos y desgaste en las piezas por falta de mantenimiento.

ALCANCE

- Capacitación, aprendizaje, mantenimiento y producción.

VOCABULARIO

- **Cilindro:** es un tubo que está cerrado por los extremos en cuyo interior se desliza un émbolo que está solidario con un vástago que atraviesa uno de los fondos.
- **Cojinete:** elementos de máquinas en los cuales una superficie se desplaza apoyada en otra superficie, realizando un movimiento circular o deslizante.
- **Fricción:** fuerza que se opone al movimiento de cualquier cuerpo, y esta puede aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones a las cuales sea sometido dicho cuerpo (superficie rugosa, aire, agua etc.)
- **Lubricante:** material sólido, líquido o gaseoso que permite conservar las máquinas trabajando sin ningún sobre esfuerzo y silenciosamente eliminando cualquier posible deterioro y desgaste por la fuerza de fricción.
- **Presión:** es la cantidad de fuerza que se ejerce en una superficie.
- **Válvulas:** las válvulas son las encargadas de distribuir, interrumpir y permitir pasar o desviar el aire comprimido
- **Viscosidad:** es el grado de fluidez que tiene un aceite o líquido, comúnmente llamado espesor.

Continuación

Se debe dar una verificación e inspección periódicas de las siguientes piezas ya que éstas constituyen áreas con más propensión a presentar problemas:

2. Líneas principales del aire, líneas en general, accesorios.
3. Unidad de acondicionamiento del aire; es decir el FRL.
4. Válvulas neumáticas de control.
5. Cilindros neumáticos.
6. Elementos de transmisión mecánica.

- **UNIDAD FRL**

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Detección y supresión de las fugas de aire y aceite	Diario
Drenar el condensado del filtro neumático	Diario
Limpieza del cartucho filtrante	Cada seis meses
Determinación de la presión del regulador de presión	Mensualmente
Calibrar el manómetro	Una vez cada seis meses
Limpieza del tazón del filtro y del tazón de la aceitera para el sistema neumático	Anualmente
Recuperar el nivel de aceite para el sistema neumático	Semanalmente
Limpiar el paso del chorro de aceite para el sistema neumático	Una vez cada seis meses
Detención de las fugas de aceite para el sistema neumático	Una vez cada tres meses
Ajustar el chorro de aceite para el sistema neumático	Según se necesite
Cambiar el aceite después de una limpieza completa del tazón para el sistema neumático	Anualmente o cada seis meses, dependiendo de la necesidad

Continuación

- **LÍNEAS PRINCIPALES DEL AIRE, LÍNEAS EN GENERAL, ACCESORIOS.**

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Detección y supresión de las fugas de aire	Mensualmente
Inspección completa de todo el sistema de líneas	Una vez al año
Inspección de uniones, codos, acoplamientos, etc.	Una vez cada tres meses
Determinación de la presión en puntos estratégicos	Una vez cada tres meses
Trampas de condensado	Diariamente
Drenaje automático del condensado en el sistema neumático	Una vez cada tres meses
Líneas de aire, choques, cortes en las líneas y agujeros	Semanalmente
Inspeccionar los silenciadores en el sistema neumático	Una vez cada seis meses



Racores



Silenciador



Manguera

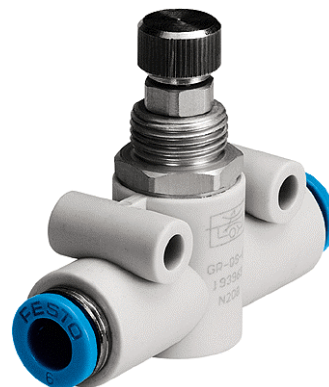
Continuación

- **VÁLVULAS NEUMÁTICAS**

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Fugas posibles de aire	Mensualmente
Verificación de falla posible del sello	Una vez cada seis meses
Inspección de los elementos de actuación	Una vez cada seis meses
Verificar el ajuste de la válvula	Una vez cada seis meses
Verificar resortes y actuadores de las válvulas	Anualmente o antes, si se abren debido a contingencias
Daños mecánicos a las válvulas y sus piezas	Anualmente o antes, si se desarman debido a contingencias



Válvula



Regulador

Continuación

- **CILINDROS NEUMÁTICOS**

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Verificar las fugas y su supresión	Mensualmente
Verificar las tensiones de los tirantes	Una vez cada seis meses
Inspeccionar el soporte mecánico y los montajes del cilindro	Una vez cada seis meses
Inspeccionar el cilindro respecto a su fuerza y exactitud de su velocidad	Semanalmente
Verificar la alineación del pistón, la varilla del pistón y el cuerpo o tubo del cilindro	Anualmente o según se necesite
Daños mecánicos a la varilla del pistón	Semanalmente
Reemplazar el sello de copa	Una vez cada seis meses o según se necesite

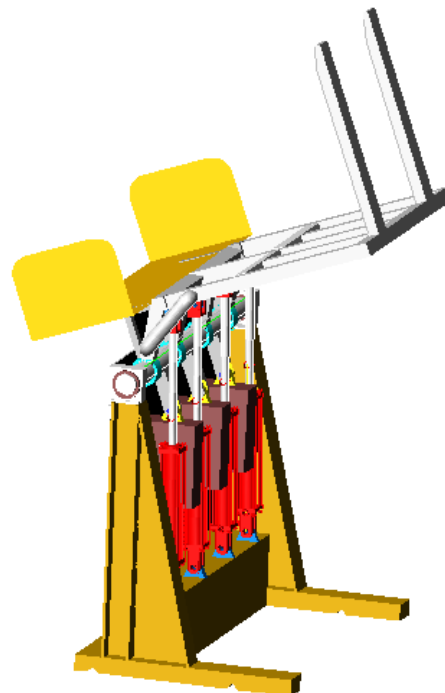


CILINDRO

Continuación

- **SISTEMA DE TRANSMISIÓN MECÁNICA Y OTROS ACCESORIOS NEUMÁTICOS**

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Los eslabones mecánicos hacia la fuente de potencia para comprobar si están flojos, etc.	Mensualmente
Inspeccionar los silenciadores en el sistema neumático	Una vez cada seis meses
Verificar las guías respecto al movimiento mecánico	Una vez cada seis meses
Realizar el alineamiento mecánico	Una vez cada seis meses
Lubricar chumaceras	Una vez cada mes



Mecanismo de volteo

4.5.6. Medidas de seguridad

A continuación se presentan diversas medidas de seguridad enfocadas tanto al personal como a la empresa.

4.5.6.1. Medidas organizativas

- El personal encargado de trabajar con el mecanismo debe haber leído y comprendido los manuales del mecanismo.
- Poner a disposición permanente los manuales del mecanismo en el lugar de uso del mismo.
- Comprobar periódicamente que el personal trabaja de forma consciente en cuanto a la seguridad y los riesgos.
- Que el área de descarga, solo se encuentre personal autorizado, ver **figura 38**.

4.5.6.2. Seguridad de las personas

- El personal para el manejo, el mantenimiento, la inspección y los trabajos de ajuste debe ser competente o bien ser instruido por personas calificadas antes del inicio de los trabajos.

- Las “personas calificadas” tienen los conocimientos apropiados sobre los mecanismos neumáticos debido a su formación y experiencia profesional.
- Observe las instrucciones de trabajo para su puesto de trabajo.
- Siga las indicaciones de seguridad contenidas en estas instrucciones de servicio.

4.5.6.3. Prevención de daños materiales

- Cumpla los intervalos de mantenimiento especificados.
- Utilice el mecanismo exclusivamente para los trabajos de la descarga de chatarra.

4.5.6.4. Indicaciones de seguridad

Para garantizar la seguridad de las personas en el manejo del mecanismo es obligatorio observar los siguientes puntos:

- No permitir en ningún momento que las personas se encuentren adelante o atrás del mecanismo.
- Observe las indicaciones relativas al enganche de cargas.

- Asegúrese de que el operario no está expuesto a riesgos en su puesto de trabajo procedentes de los elementos de enganche o a las cargas.
- En ningún caso intentar solucionar una avería cuando existe una carga en movimiento.
- No doblar o aplastar las mangueras de mando.
- Evite utilizar la posición de paro final de emergencia de forma habitual para detener el movimiento.
- No utilizar, bajo ningún concepto los cargadores de carga torcidos, abiertos ó deformados. El mecanismo deberá ser reparado y el cargador, sustituido por otro.
- No bloquear nunca las teclas de mando.
- No utilizar nunca elementos de mando que no funcionen con suavidad.
¡Reparación!
- Antes de elevar cualquier carga, comprobar que no se está excediendo la carga máxima admisible.
- Avisar al servicio de mantenimiento de planta cuando hayan uniones atornilladas flojas o soldaduras rotas.
- Antes de desconectar las mangueras de aire comprimido, cerrar el suministro de aire.

- Si las mangueras han quedado bloqueada, comprobar que no presenta daños.
- Antes de levantar la carga verificar que este correctamente acoplada los cargadores con el carro.
- No superar la correcta presión de servicio.
- No bloquear los rótulos de señalización y precaución

5. ANÁLISIS DE COSTOS

5.1. Costo de fabricación del mecanismo

En las siguientes tablas se muestran los diferentes costos que conlleva realizar el proyecto de descarga de chatarra, por medio de un mecanismo de volteo neumático.

5.1.1. Equipo neumático

En la tabla VI, se muestran los costos de cada una de las piezas, que conforman el sistema neumático de mecanismo de volteo.

Tabla VI. Costos de equipo neumático

ÍTEMS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	4	Cilindro doble efecto de 80x400	Q. 2300.00	Q. 9200.00
2	1	Válvula de doble impulso 5/2	Q. 1400.00	Q. 1400.00
3	2	Válvula de botón 3/2	Q. 450.00	Q. 900.00
4	8	Reguladores de caudal	Q. 280.00	Q. 2240.00
5	1	Unidad de mantenimiento ½	Q. 1100.00	Q. 1100.00
6	1	Válvula de carrera de ½	Q. 320.00	Q. 320.00
7	7	Conector tope de 10mm	Q. 35.00	Q. 245.00
8	4	Conector recto ½-10mm	Q. 25.00	Q. 100.00
9	4	Silenciador de ½	Q. 50.00	Q. 200.00
10	25	Mts. de manguera de 10mm	Q. 15.00	Q. 375.00
		TOTAL		Q. 16,080.00

5.1.2. Estructura metálica

El costo de las tres partes que conforman la estructura metálica, se detalla en la tabla VII.

Tabla VII. Costos de estructura metálica

ÍTEMS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1	Estructura base	Q. 5200.00	Q. 5200.00
2	3	Carro	Q. 500.00	Q. 1500.00
3	2	Rieles	Q. 400.00	Q. 800.00
		TOTAL		Q. 7,500.00

5.2. Costos de instalación

El costo de instalación del mecanismo de volteo en el área de descarga de chatarra, se muestra en la tabla VII.

Tabla VIII. Costos de instalación

DESCRIPCIÓN	COSTO
Obra civil	Q. 2,000.00
TOTAL	Q. 2,000.00

5.3. Costo de mantenimiento

En la tabla IX, se muestra el costo de mantenimiento, que conlleva tener en un estado óptimo las piezas que presentan un mayor desgaste por funcionamiento.

Tabla IX. Costos de mantenimiento

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	PRECIO MENSUAL
1	Cilindro	Q. 60.00
2	Unidad FRL	Q. 120.00
3	Accesorios	Q. 82.00
4	Válvulas	Q. 125.00
5	Cojinetes	Q. 40.00
	TOTAL	Q. 427.00
	TOTAL ANUAL	Q. 5,124.00 ANUAL

5.4. Beneficio/costo del proyecto

Para conocer si aumenta la rentabilidad la implementación del mecanismo de volteo, es preciso hacer un análisis beneficio costo.

En la **tabla X** se muestra los valores anuales de los costos y beneficios que se dan, para la implementación del mecanismo de volteo.

Tabla X. Costo y beneficio anual

No	COSTO	VALOR ANUAL
1	Equipo neumático	Q. 16,080.00
2	Estructura metálica	Q. 7,500.00
3	Instalación	Q. 2,000.00
4	Mantenimiento	Q. 5,124.00
	COSTO TOTAL ANUAL	Q. 30,704.00
No	BENEFICIO	VALOR ANUAL
1	Ahorro de sueldo de 3 personas (14 pagos, c/u Q. 1,850)	Q.77,700.00
2	Reparación de carros trasportadores	Q. 1,500.00
	BENEFICIO TOTAL ANUAL	Q. 79,200.00

$$\text{Beneficio} - \text{costo} = \text{Q. } 77,700 - \text{Q. } 30,704 = \text{Q. } 46,996.00$$

$$\text{Beneficio/costo} = \text{B/C}$$

$$\text{B/C} = 79,200/30,704 = 2.58, \quad 2.58 > 1$$

Se tiene una relación mayor de 1, esto significa que la implementación del mecanismo es rentable, teniendo un ahorro en el proceso de Q. 1.58 por quetzal que se invierta, con lo que se justifica la inversión. Además se tiene un ahorro acumulado de Q. 47,097 en el primer año de implementado el proyecto.

Se tiene un ahorro de tiempo de descarga muy importante en comparación con el sistema de descarga actual, como se muestra en los diagramas de flujo actual y propuesto, ver figura 20 y figura 26.

$$\text{Ahorro de tiempo} = \text{Tiempo sistema propuesto} - \text{Tiempo sistema actual}$$

$$\text{Ahorro de tiempo} = 14.43 \text{ min} - 5.98 \text{ min} = 8.45 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de tiempo reducido (\%)} = \left[1 - \frac{\text{Tiempo sistema propuesto}}{\text{Tiempo sistema actual}} \right] \times 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo reducido (\%)} = ((1 - (5.98 / 14.43)) \times 100 = 58.47 \%$$

Con la implementación del mecanismo de volteo se tiene una reducción del tiempo en el sistema de descarga por carro descargado de 8.45 minutos que equivale a un 58.47% del tiempo actual.

6. PROPUESTA PARA MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SOLDADURA

6.1. Ventilación

Debido a que la ventilación es deficiente es conveniente mejorar el área por medio de ventilación forzada ya que la localización del lugar no permite optar por una ventilación natural.

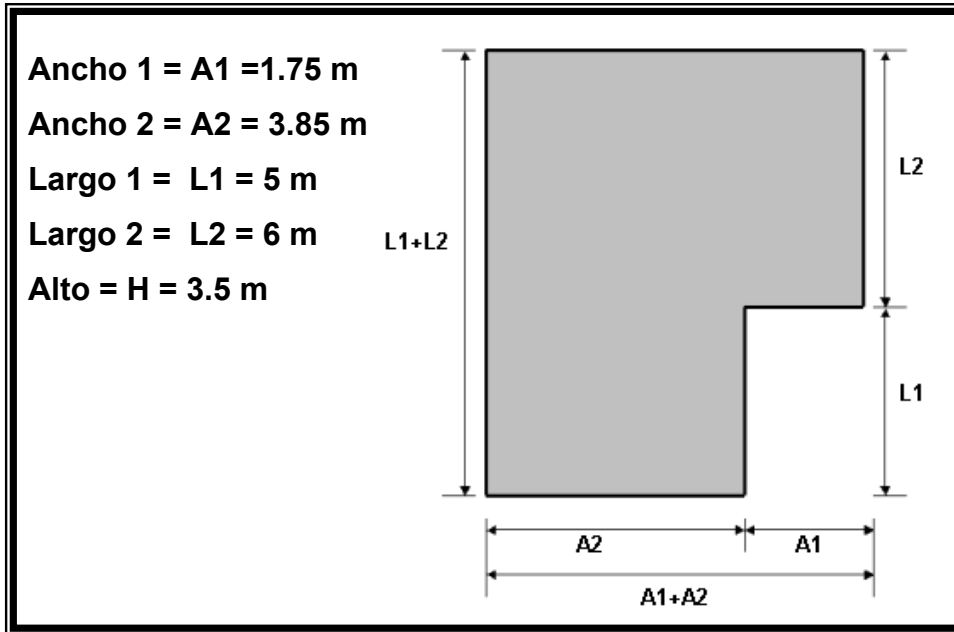
Se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración que capta los vapores y gases en su origen con dos precauciones:

- 1) Instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura.
- 2) Evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.

6.1.1. Cálculo del volumen del área

Este cálculo se determina por medio de las medidas totales del área, en la **figura 44**, se muestra las dimensiones del área de soldadura.

Figura 44. Medidas del área de soldadura



V = Volumen total del área

$$V = \text{Alto}((\text{Ancho 1})(\text{Largo 1}) + (\text{Ancho 2})(\text{Largo 2}))$$

$$V = 3.5(1.75 \times 5 + 3.85 \times 6) = 111.48 \text{ m}^3$$

Se tiene un volumen de aire en el área de soldadura de $V = 111.48 \text{ m}^3$, este valor nos ayuda a determinar la cantidad de aire a sustituir para tener una buena ventilación.

6.1.2. Cantidad de aire a sustituir

La cantidad de aire a sustituir, es el aire que se debe de desplazar o renovar en el área. Se determina multiplicando el volumen del área ($V = 111.48 \text{ m}^3$) por el número de renovaciones por hora aconsejable para un área de soldadura, [ver tabla XI](#).

En la **tabla XI** muestra el número de renovaciones que debe de tener un ambiente específico.

Tabla XI. Renovación de aire en un ambiente

Naturaleza del local	Renovaciones de aire por hora
Ambientes nocivos	30-60
Bancos	2-4
Bares de hoteles	4-6
Bibliotecas	4-5
Cafés y bares de cafés	10-12
Cines	10-15
Cocinas domésticas	10-15
Cocinas grandes para hospitales	20-30
Discotecas	20-30
Fábrica en general	6-10
Forja	15-20
Fundiciones	20-30
Grandes almacenes	4-6
Hospitales	4-8
Iglesias	0.5-1
Laboratorios	5-15
Panadería	20-30
Quirófanos	8-10
Residencia	1-2
Restaurante	6-12
Sala de baile	6-8
Sala de calderas	20-40
Sala de máquinas	20-30
Salas para clases (aulas)	4-8
Sala de baños	5-10
Talleres de fabricación	6-10
Talleres de pintura	30-60
Talleres de hornos	30-60
Talleres de soldadura	15-25
Teatros	10-15

Fuente: Enrique Carnicer, **Ventilación Industrial, cálculo y aplicaciones**, pp 28-20

Para el área de soldadura corresponde una renovación de 15-25, para efectos de diseño se tomara un promedio, siendo este de 20 renovaciones por hora.

Q = cantidad de aire a sustituir

Q = volumen del área x número de renovaciones por hora = m³/h

Q = (111.48)(20) = 2,229.6 m³/h

Este caudal se enfocara en cuatro puntos específicos, que es directamente en cada mesa de trabajo. Por lo que para cada punto tendremos una cuarta parte del caudal total.

La campana: es un sistema de aspiración mediante conductos. Hace circular el aire sobre la zona de soldadura a una velocidad de al menos 0,5 m/s., ésta se coloca adyacente al foco del contaminante, pero sin encerrarlo, como en este caso, sobre una mesa de soldadura.

Se debe de colocar una campana en cada puesto de trabajo como lo indica la **figura 45**, la distancia entre la mesa y la campana debe ser lo más corta posible para que se de una buena extracción, pero además se tiene que tomar en cuenta la altura de las bases y un espacio para que se puedan manipular, por lo que tomaremos una distancia de 1.15 m de altura ya que la base de un equipo a trabajar mide 0.6 m de alto y dejando 0.55 m de espacio para manipulación.

6.1.3. Caudal de aspiración

Este caudal es el que se obtiene en base al diseño de las campanas y la distancia a la mesa de trabajo. El caudal de aspiración debe ser mayor a la cantidad de aire a sustituir ($Q' > Q$).

Q' = caudal de aspiración, m^3/h

P = perímetro de la mesa de trabajo, m.

H = altura desde la mesa hasta la campana, m.

v = velocidad de captura a distancia, m/h.

N = número de campanas

$$P = 2x(\text{ancho de la mesa}) + 2x(\text{largo de la mesa}) = 1.30x2 + 0.60x2 = 4.50 \text{ m.}$$

La velocidad de captura a utilizar es de $0.5 \text{ m/s} \rightarrow 1,800 \text{ m/h} = v$

$$Q'/N = (1.4)(P)(H)(V) \rightarrow Q' = 4(1.4)(P)(H)(V) = 4(1.4)(4.5)(1.15)(1,800) =$$

$$Q' = 52,164 \text{ m}^3/h$$

Para tener este caudal de extracción utilizaremos un extractor con las siguientes características:

Caudal: $52,937 \text{ m}^3/h$

Diámetro de rodete: 113 cm

Área sección de entrada: 139 cm

Área sección de salida: 134 cm

Voltaje: 115 V/60 Hz

HP: 1/3

El diámetro de la tubería estará en razón del caudal y la velocidad recomendada para conductos, que para este caso es de 10 a 12.5 m/s.

V_c = velocidad en el conducto

A = área del conducto

$$Q' = A \cdot V_c$$

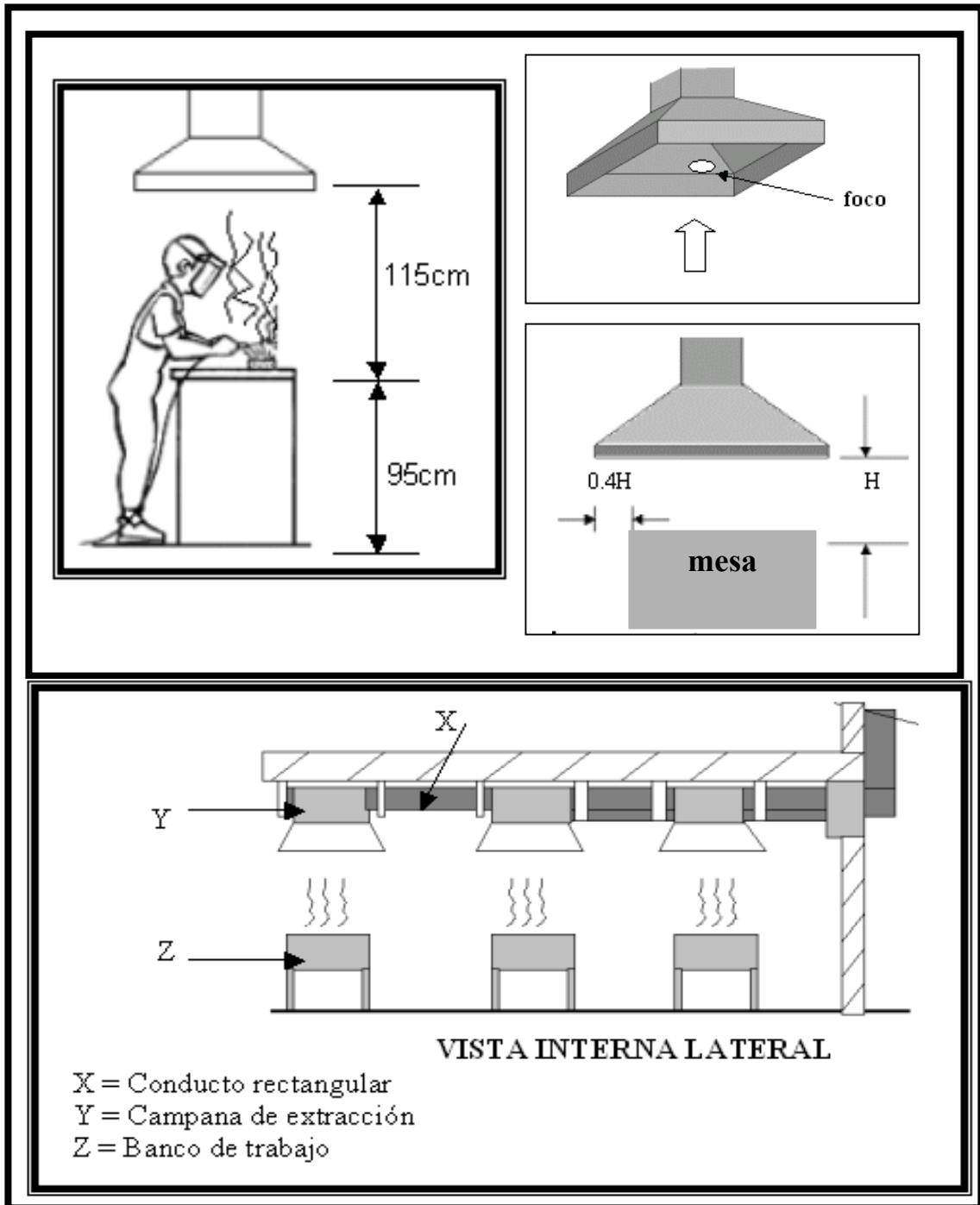
$$A = \pi r^2$$

$$Q' = (\pi r^2) V_c \rightarrow r = \sqrt{Q' / (\pi \cdot V_c)} = \sqrt{2,229.6 / (\pi(45,000))} = 0.125 \text{ m}$$

$$r = 12.5 \text{ cm}$$

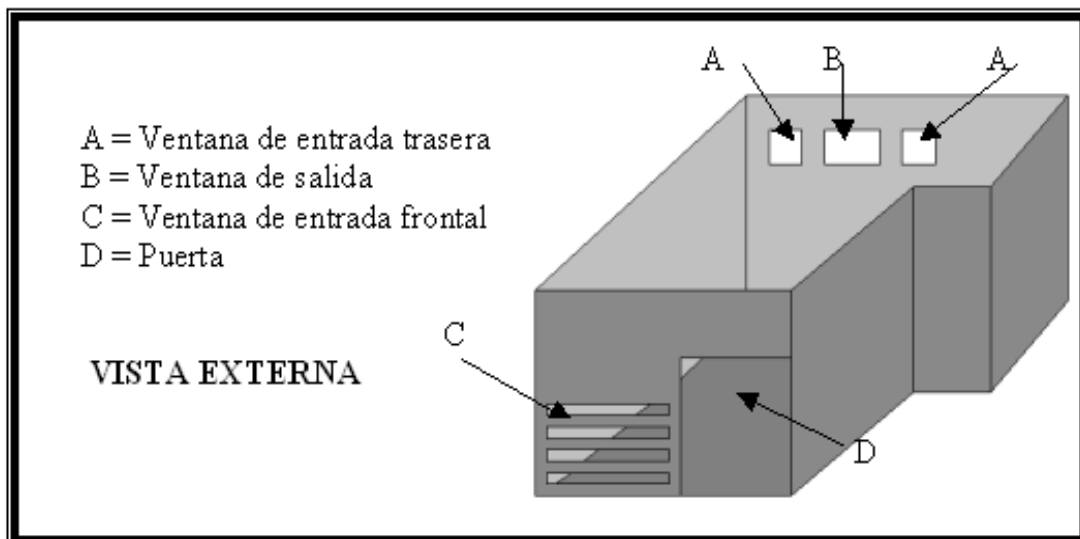
Se debe de utilizar tubería de 25 cm de diámetro para mantener los datos de diseño del caudal y la altura de la campana ya establecidos.

Figura 45. Sistema de extracción por campana



La intención de un diseño cerrado del área es para evitar la contaminación de gases hacia las demás áreas de la planta, colocando ventanas de aire en puntos estratégicos como lo es la parte frontal y la trasera. En el frente se colocan en la parte inferior para que se tenga un flujo de aire renovado de abajo hacia arriba, ya que los gases tienden a elevarse tanto por su densidad como por la extracción que generan las campanas, además se deja una puerta para el ingreso y egreso de material y de equipo terminado, ver **figura 46** vista externa. Y en la parte trasera se colocan dos ventanas para renovar el aire en la parte interior del área. De esta forma no tener estancamiento de gases en ningún punto.

Figura 46. Vista externa del área de soldadura



6.2 Iluminación

Según el Centro Internacional de Información sobre Seguridad e Higiene del Trabajo (CIS) (Ginebra, 1965), este tipo de trabajo entra en la distinción moderada de los detalles, ya que se trabaja con piezas medianas y fotocopias de buena calidad, y corresponde tener un mínimo de 300 lux en el área, como lo muestra la **tabla III**, en ningún punto del área se percibe un intensidad de 300 lux por lo que es necesario realizar un análisis de cantidad y distribución de lámparas.

6.2.1. Cálculo de iluminación

Para esta iluminación utilizaremos un aparato de alumbrado con pantalla difusora de plástico con rendimiento de $\eta_A = 0.66$, **ver tabla XIII**.

Para la obtención de la altura tomamos como base la altura de las mesas es de 0.95 m.

H = altura total de área

h = altura de la mesa al techo

d = altura de la mesa a la lámpara

$$h = H - 0.95 = 3.40 - 95 = 2.45 \text{ m.}$$

$$d = (3/4)h = (3/4)(2.45) = 1.83 \text{ m.}$$

Por lo que la altura de la lámpara al techo (d') es:

$$d' = h - d = 2.45 - 1.83 = 0.62 \text{ m}$$

Para la distribución de aparatos de alumbrado tenemos:

$$e/d \leq 1.5 \rightarrow e \leq 1.5*d \rightarrow e \leq 1.5*1.83, e \leq 2.75 \text{ m.}$$

$$e' = e/2 = 2.75/2 = 1.38 \text{ m.}$$

Número mínimo de aparatos de alumbrado (Nm) a utilizar en el area tenemos:

$$n = (L + e - 2e')/e = (11 + 2.75 - 2*1.38)/2.75 = 3.99 \rightarrow 4$$

$$n' = (A + e - 2e')/e = (5.6 + 2.75 - 2*1.38)/2.75 = 2.03 \rightarrow 2$$

$$Nm = n \times n' = 4 \times 2 = 8 \text{ aparatos}$$

Se debe de colocar un mínimo de 8 aparatos en el área de soldadura.

Para el cálculo del flujo luminoso (K) se utiliza la siguiente ecuación:

$$K = (2L + 8A)/(10H) = (2*11 + 8*5.6)/(10*3.4) = 1.96$$

Para los valores de reflexión a utilizar para el techo y las paredes se obtienen de la tabla i, donde $P_t = 0.3$ y $P_p = 0.3$.

P_t = factor de reflexión del techo

P_p = factor de reflexión de la pared


Tabla XII. Factores de reflexión de pared y techo

Factor de reflexión	Color	Valor
Pt	Blanco	0.7
Pt	Muy claro	0.7
Pt	Claro	0.5
Pt	Medio	0.3
Pp	Claro	0.5
Pp	Medio	0.3
Pp	Oscuro	0.1

Fuente: Jose Ramírez V., **Sistemas de Iluminación Proyectos de alumbrado**, pp 112

Con estos datos se interpola en la **tabla XIII** para encontrar el factor de utilización (u)

Tabla XIII. Factores de utilización para lámpara fluorescente

Aparato de alumbrado		Índice del local K	Factores de utilización									Factores δ depreciación			
Tipo	Rend. γ A		$\rho_T=0,7$			$\rho_T=0,5$			$\rho_T=0,3$			Limpieza cada			
		$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	1 año	2 años	3 años		
SEMI-INDIRECTO con celosía		51 ↑ 85 ↓ 34	1	0,24	0,19	0,15	0,20	0,16	0,13	0,16	0,13	0,11			
			1,2	0,28	0,23	0,19	0,23	0,19	0,16	0,19	0,16	0,13			
			1,5	0,33	0,28	0,24	0,28	0,23	0,20	0,22	0,19	0,17			
			2	0,40	0,35	0,31	0,33	0,29	0,26	0,27	0,24	0,22			
			2,5	0,44	0,39	0,35	0,37	0,33	0,30	0,30	0,27	0,25	Ensuciamiento bajo		
			3	0,47	0,43	0,39	0,40	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28	1,40	1,65	1,85
			4	0,52	0,48	0,45	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	Ensuc. normal		
			5	0,55	0,51	0,48	0,46	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34	1,70	2,25	2,65
			6	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,39	0,38	0,36	Ensuciamiento alto		
			8	0,60	0,57	0,55	0,51	0,49	0,47	0,41	0,40	0,39	x	x	x
1 aparato de alumbrado en el centro del local															
			1	0,25	0,20	0,16	0,21	0,17	0,14	0,17	0,14	0,12			
			1,2	0,29	0,24	0,20	0,25	0,21	0,18	0,20	0,17	0,15			
			1,5	0,35	0,30	0,26	0,29	0,25	0,23	0,24	0,21	0,19			
			2	0,42	0,37	0,34	0,35	0,32	0,29	0,29	0,27	0,25			

Fuente: Jose Ramírez V., **Sistemas de Iluminación Proyectos de alumbrado**, pp 129

Para $K = 1.5 \rightarrow u = 0.19$

Para $K = 2 \rightarrow u = 0.24$, interpolando estos datos tenemos que:

$K = 1.96 \rightarrow u = 0.23$

Para el factor de depreciación (δ) conforme la **tabla XIII, tomando en cuenta un ensuciamiento medio y un mantenimiento cada año tenemos:**

$$\delta = 1.7$$

Cálculo de flujo luminoso (Φ_0)

$$\Phi_0 = (E \times s \times \delta) / u = (300 \times 61.6 \times 1.7) / 0.23 = 136,591.3 \text{ lúmenes}$$

La lámpara “blanco normal” de 75 watts proporciona un flujo luminoso de 5600 lúmenes, por lo tanto el número de lámparas que necesitamos es de:

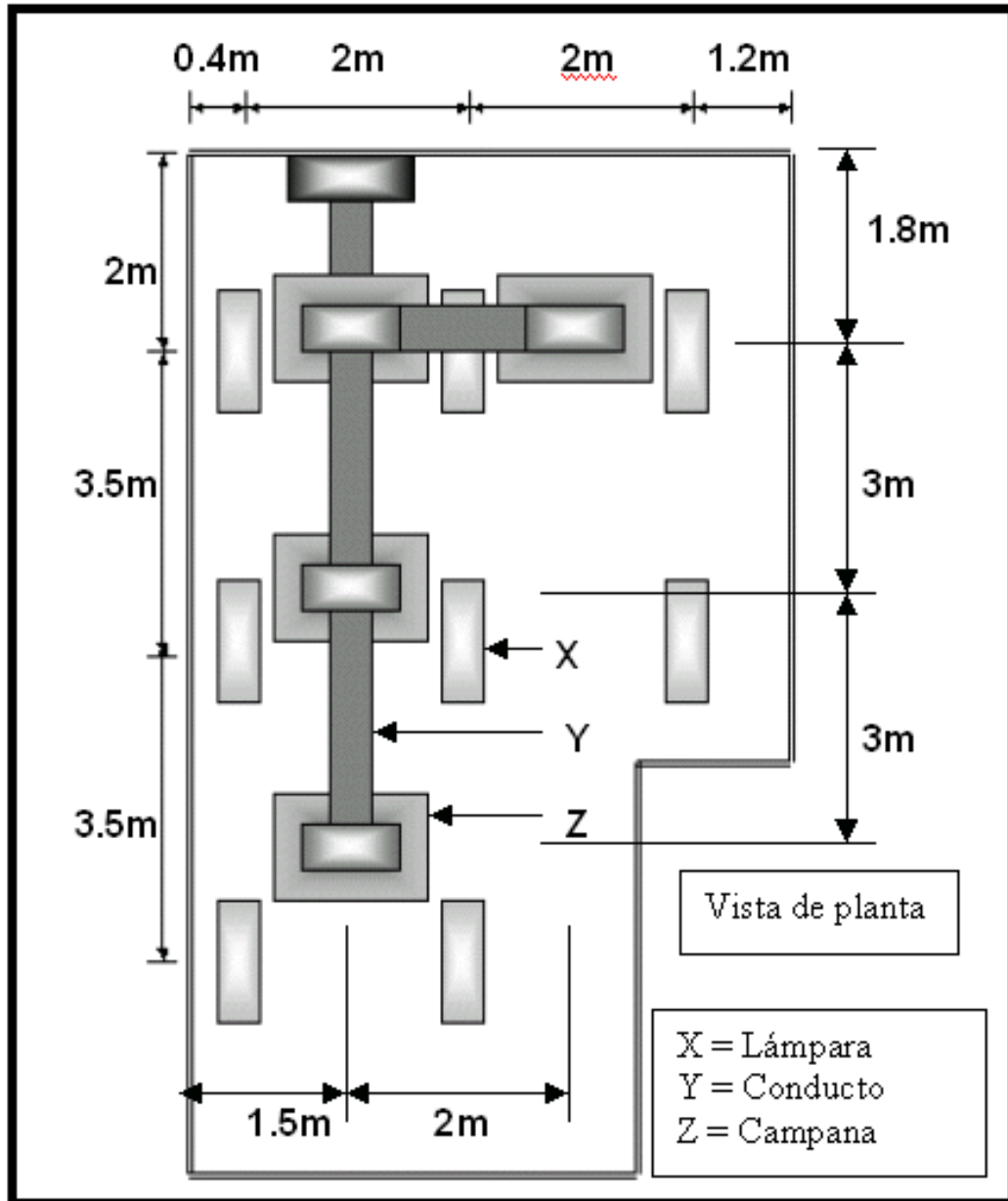
$$N = \Phi_0 / \varphi = 136,591.3 / 5600 = 24.4 \rightarrow \text{se colocaran 24 tubos}$$

Para encontrar la cantidad de tubos por aparato se divide el número de tubo entre el número de aparatos N/N_m .

$$N/N_m = 24/8 = 3 \text{ lámpara por aparato.}$$

La distribución total de las lámparas en el área de soldadura queda como se muestra en la **figura 47**.

Figura 47. Área de soldadura propuesta.



6.3. Ruido

Los tapones auditivos reutilizables que se muestran en la **figura 48**, son los que actualmente se utilizan en el área de soldadura, fabricados con materiales hipoalergénicos, brindan una efectiva e higiénica protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido superan los 85 dB(A) por día. Fácil limpieza, sólo agua y jabón. Estos tapones son los mas convenientes en este tipo de trabajo tanto por su comodidad de no obstrucción con la careta para soldar y la protección que generan. Se debe de tener un reemplazo mas continuo de los tapones ya que en este tipo de trabajo tienden a ensuciarse mas rápido de lo normal, la renovación debe de ser como mínimo uno cada semana.

Figura 48. Tapones para oído



Material tapón: Elastómero sintético

6.4. Temperatura

Al tener un flujo continuo de aire renovado por el sistema de extracción por medio de las campanas se retiran los gases generados por las distintas soldaduras, con lo que estamos efectuando 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 o ambiente, y así mantener la temperatura interior constante.

$T_{\text{desplazada}}$ = temperatura que se desplaza por el sistema de extracción.

T_{interna} = temperatura interna del área de soldadura.

T_{ambiente} = temperatura del ambiente externo al área de soldadura o temperatura ambiente.

$$T_{\text{desplazada}} = T_{\text{interna}} - T_{\text{ambiente}}$$

Tomando de referencia los datos obtenidos en la tabla V del capítulo 3, el promedio de la temperatura del área de soldadura es T_{interna} . y para T_{ambiente} , será el promedio de la temperatura ambiente.

$$T_{\text{interna}} = (T1 + T2 + T3)/3$$

$$T_{\text{interna}} = (26.9 + 26.37 + 26.27)/3 = 26.51 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{ambiente}} = (Ta1 + Ta2 + Ta3)/3$$

$$T_{\text{ambiente}} = (24.5 + 22.87 + 23.97)/3 = 23.78 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{desplazada}} = T_{\text{interna}} - T_{\text{ambiente}}$$

$$T_{\text{desplazada}} = 26.51 - 23.78 = 2.73 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Con el sistema de ventilación se tiene un descenso de la temperatura interna de trabajo del área de soldadura como máximo de 2.73 °C, con lo que se iguala a la temperatura ambiente.

6.5. Costos de las mejoras del área de soldadura

A continuación se presentan los costos para la ventilación, iluminación e infraestructura que conllevan las mejoras de las instalaciones del área de soldadura.

6.5.1. Equipo de extracción para gases

En la tabla XIV se detalla los costos, para mejorar la ventilación por medio de un mecanismo de extracción de gases, en el área de soldadura.

Tabla XIV. Costos de equipo para extracción de gases

Ítems	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	4	Campana	Q. 500.00	Q. 2,000.00
2	1	Extractor	Q.9,240.00	Q. 9,240.00
3	6	Conductos	Q. 450.00	Q. 2,700.00
4	1	Instalación	Q.2,000.00	Q. 2,000.00
		TOTAL		Q. 15,940.00

6.5.2. Equipo para iluminación

Los costos para mejorar la iluminación en el área de soldadura se muestran en la tabla XV.

Tabla XV. Costos para iluminación

Ítems	Cantidad	Descripción	Preció unitario	Precio total
1	8	Lámpara 1*60	Q. 70.00	Q. 560.00
2	24	Tubos 75 Watts	Q. 20.00	Q. 480.00
3	1	Instalación	Q. 500.00	Q. 500.00
		TOTAL		Q.1,540.00

6.5.3. Infraestructura

Para aislar el área de soldadura de las otras áreas de producción que se encuentran en su perímetro, se debe de colocar paredes a su alrededor para evitar que sean afectados por los gases que emanan de la soldadura, los costo de la infraestructura se muestra en la tabla XVI.

Tabla XVI. Costo de infraestructura

Ítems	Cantidad	Descripción	Preció unitario	Precio total
1	1	Construcción de las paredes	Q. 5,000.00	Q. 5,000.00
		TOTAL		Q. 5,000.00

CONCLUSIÓN

1. Con la implementación del sistema, se estandarizan los tiempos de descarga, manteniendo el mismo para cualquier material, no importando qué tan lleno se encuentre el carro a descargar, ya que los cilindros se desplazan en el mismo intervalo de tiempo por el sistema neumático.
2. Con la utilización del mecanismo se elimina el esfuerzo humano, ocasionado por la descarga de chatarra desde los carros a los vagones, de forma manual.
3. Con el mecanismo de volteo, la manipulación de la chatarra se da sólo cuando sea necesario acomodar alguna pieza dentro de los vagones de descarga, con lo que se reduce la exposición de accidente de corte en las manos por los filos de la chatarra.
4. Con el mecanismo de volteo neumático se reduce el tiempo de descarga en un 58.47%, ya que se realiza la descarga volteando el carro de forma completa en un sólo paso y no como se realiza con el método actual, en el cual se descarga pieza por pieza o por grupos de piezas de forma manual.
5. Al tener un sistema de extracción de gases y la circulación completa del área de soldadura, se reducen la acumulación de gases en el área y se elimina la contaminación a las áreas vecinas.

6. Con la utilización adecuada de los distintos manuales del área de descarga, el operador conoce su máquina y se reducen accidentes

7. Con la implementación del manual de mantenimiento, los costos por reparación disminuyen , se incrementa la vida útil del equipo y se evitan paros innecesarios por falla del mecanismo.

RECOMENDACIONES

1. Cuando se integre un nuevo operador al sistema de descarga de chatarra, se le debe capacitar, dando a conocer la información y localización de los manuales del mecanismo, para que se integre de forma rápida a su puesto.
2. El área se debe mantener limpia y eliminar cualquier tipo de objeto que pueda interrumpir el movimiento del mecanismo, evitando con ello un accidente o daños a la estructura.
3. Evitar que persona no autorizada ingrese al área de descarga, ya que no está capacitada y puede desconocer las medidas de seguridad del área, por lo que está propensa a un accidente.
4. Velar porque se aplique de forma correcta el mantenimiento al mecanismo como lo indica el manual, para incrementar la vida útil del equipo.
5. Evitar la acumulación de carros transportadores en la entrada y salida del área de chatarra, ya que deben estar libres para cualquier emergencia.
6. Utilizar el mecanismo para uso exclusivo de descarga de materiales metálicos que se genera en la planta de producción.

7. El personal encargado del área debe seguir de manera estricta las medidas de seguridad como lo indica el manual, para evitar un posible accidente.

BIBLIOGRAFÍA

1. JANANIA ABRAHAN, Camilo. **Manual de seguridad e higiene industrial**. Editorial Limusa, S. A. 1989. Pag. 13, 21, 29, 65.
2. FESTO AG & CO. **El catálogo de neumática**. Berkheim. S. E. 1997.
3. Koenigsberger, Rdolfo. **Ingeniería eléctrica 2**. Tesis Ing. Elec. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1998. Pag. 137.
4. Konz, Stephan. **Diseño de instalaciones industriales**. México: Editorial Limussa S.A., 1991.Pag. 405.
5. Minera Soto, Rony Antonio. **Manual de neumática**, aplicado al laboratorio de curso de instalaciones mecánicas. Tesis de Ing. Mecánico, Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 2003, Pag. 54-61, 82, 102.
6. Manjuandar, S. R. **Sistemas neumático**. Principios y mantenimiento. Editorial McGraw-Hill, 1997.
7. Nash, A William. **Resistencia de materiales**. Editorial McGraw-Hill en español. Pag. 51-52, 67-71, 110-112, 139-140.
8. Ramírez Vázquez, José, **Sistema de iluminación proyectos de alumbrado**. Editorial CEAC. 6ta. edición, 1994. Pag.77-130.

<http://www.fogel-group.com/espanol.htm> (septiembre 2004)

Páginas de REFRIGUA en internet, contiene información de la empresa, ubicación nacional y mundial, productos, modelos y servicios.

<http://www.uaca.ac.cr/acta/1999may/lmartinz.htm> (diciembre 2004)

Página de Universidad Autónoma de Centro América, Los recursos humanos: pasos para elaborar un manual de socialización

<http://www.mapasred.com.htm> (agosto 2005)

Contiene lugares turísticos de Guatemala y el mapa del Departamento de Guatemala.