



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

## **DISEÑO DE UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO**

**Eddy Salvador Catalán García**

Asesorado por el Ing. Jorge Mario Muñoz Paz

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**EDDY SALVADOR CATALÁN GARCÍA**

ASESORADO POR EL ING. JORGE MARIO MUÑOZ PAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

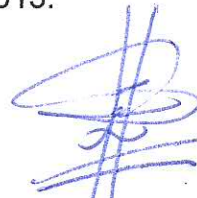
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Roxana García Velarde
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 17 de junio de 2013.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the name of the author.

**Eddy Salvador Catalán García**



Guatemala, marzo 2014

Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director de la Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted, para hacer constar mi aprobación, del punto de Trabajo de Graduación "**DISEÑO DE UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO**". Elaborada por el alumno Eddy Salvador Catalán García con carné 200815192, el cual cumple con todos los requisitos y objetivos para los que fue propuesto.

Por lo anterior al haber efectuado el alumno todas las observaciones y recomendaciones que en su oportunidad se le indicaron, como asesor del trabajo de Graduación, apruebo el contenido de la misma.

Atentamente



Ing. Mecánico Industrial

Jorge Mario Muñoz Paz

Colegiado No. 5396







Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Salvador Catalán García**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 812

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2014.

/mgp



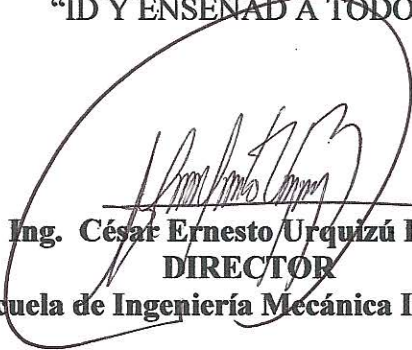




REF.DIR.EMI.137.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del ASESOR, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Eddy Salvador Catalán García**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

  
**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, agosto de 2014.

/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UNA COMPACTADORA DE CHATARRA LIVIANA DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario: **Eddy Salvador Catalán García** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, agosto de 2014

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la sabiduría y por todas las bendiciones.
<b>Mis padres</b>	Salvador Catalán Peláez y Miriam Amparo García.
<b>Mi esposa</b>	Karla Madaí Mancilla Peláez de Catalán. Por ser una importante influencia en mi carrera, y su apoyo incondicional en cada momento.
<b>Mis hermanos</b>	Jimmy Catalán, Miriam Catalán. Por ser una importante influencia en mi carrera, y el apoyo incondicional en cada momento.
<b>Mis sobrinos</b>	Josué, Kelvin y Mayerly Catalán.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	René Rosas, Rafael Ávila, entre otros. Por sus palabras y ayuda incondicional.
<b>Ing. Jorge Muñoz</b>	Por brindarme su apoyo y asesoramiento en mi trabajo de graduación.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ESTUDIO DE MERCADO .....	1
1.1. Definición de producto .....	1
1.2. Estudio de la demanda .....	5
1.2.1. Análisis de la demanda.....	5
1.2.2. Determinación de la demanda .....	6
1.2.3. Comportamiento histórico .....	9
1.3. Análisis de la oferta .....	9
1.3.1. Recolección .....	10
1.3.2. Proyección de la oferta .....	14
1.3.3. Determinación de precios de la chatarra .....	14
1.3.4. Proyección de precios de la chatarra.....	16
2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA.....	17
2.1. Macrolocalización .....	17
2.1.1. Descripción de Mixco, Guatemala .....	17
2.2. Microlocalización .....	18
2.2.1. Evaluación de la ubicación óptima de la máquina ..	19
2.2.2. Recicladora y máquina .....	20

2.3.	Sistema hidráulico .....	21
2.3.1.	Cilindros .....	22
2.3.2.	Bomba.....	26
2.3.3.	Mandos.....	28
2.3.4.	Mangueras y tuberías.....	31
2.3.5.	Filtros.....	35
2.3.6.	Tanque de aceite hidráulico .....	39
2.3.7.	Circuito hidráulico.....	41
2.4.	Sistema mecánico .....	43
2.4.1.	Motor de combustión interna.....	43
2.4.2.	Caja de transmisión.....	44
2.4.3.	Acoples de transmisión .....	44
2.5.	Jaula de compresión .....	46
2.5.1.	Estructura de la jaula.....	46
2.5.2.	Compuertas de compactación.....	49
2.5.3.	Soportes para cilindros.....	50
2.5.4.	Soldadura .....	51
2.6.	Planos de diseño.....	56
2.6.1.	Plano de circuito hidráulico.....	56
2.6.2.	Plano de circuito mecánico.....	57
2.6.3.	Plano de máquina completa .....	57
2.7.	Cimentación y montaje.....	59
2.7.1.	Dimensiones y pesos .....	59
2.7.2.	Estudio de suelos .....	61
2.7.3.	Cimentación .....	63
2.7.4.	Anclaje.....	69
2.7.5.	Sistemas antivibratorio .....	72
2.7.6.	Mantenimiento.....	73

3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL.....	77
3.1.	Estructura organizacional .....	77
3.1.1.	Misión de la empresa.....	78
3.1.2.	Visión de la empresa .....	78
3.2.	Aspectos legales .....	78
3.2.1.	Inscripción legal de la empresa .....	78
3.2.2.	Contratación de personal.....	79
3.2.3.	Prestaciones legales.....	82
3.2.4.	Ley del Impuesto al Valor Agregado (IVA).....	83
3.2.5.	Ley del Impuesto Sobre la Renta.....	84
3.3.	Perfil de puestos.....	86
3.4.	Estudio de logística .....	89
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	95
4.1.	Cumplimiento legal .....	95
4.1.1.	Marco legal .....	95
4.1.2.	Entidades gubernamentales involucradas.....	96
4.1.2.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) .....	96
4.1.2.2.	Ministerio de Trabajo y Previsión Social (MTPS).....	97
4.2.	Estudio de impacto ambiental.....	97
4.2.1.	Datos generales.....	97
4.2.2.	Introducción .....	98
4.2.3.	Identificación de área de influencia.....	98
4.2.4.	Análisis de riesgo del impacto ambiental.....	98
4.2.5.	Identificación de alternativas.....	105
4.3.	Medidas de mitigación.....	107
4.3.1.	Plan de Contingencia.....	107

4.3.2.	Plan de Seguridad para la Salud Humana .....	110
4.3.3.	Plan de Seguridad Ambiental .....	111
4.3.4.	Sistema de disposición de desechos .....	112
4.3.5.	Plan de Monitoreo Ambiental .....	112
5.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	113
5.1.	Costos de sistema hidráulico .....	113
5.2.	Costos del sistema mecánico.....	114
5.3.	Costos de jaula de compresión .....	115
5.4.	Costos de planos de diseño .....	116
5.5.	Costos de cimentación y montaje .....	116
5.6.	Costos de corte y soldadura.....	117
5.7.	Costos de mano de obra .....	118
5.8.	Costos de estudio de suelos .....	118
5.8.1.	Costos de estudio de suelos .....	119
6.	ESTUDIO FINANCIERO .....	121
6.1.	Costos de producción.....	121
6.1.1.	Costo de operaciones .....	122
6.2.	Costos fijos.....	122
6.3.	Costos variables.....	123
6.4.	Costos totales unitarios .....	124
6.5.	Capital de trabajo .....	125
6.6.	Financiamiento de inversión fija .....	126
6.6.1.	Financiamiento interno y externo .....	126
6.7.	Precio de venta .....	127
6.8.	Estados financieros .....	127
6.9.	Evaluación financiera .....	128
6.9.1.	Punto de equilibrio.....	128

6.9.2.	Flujos netos de fondos.....	130
6.9.3.	Criterio de evaluación .....	131
6.9.3.1.	TREMA .....	132
6.9.3.2.	Estimación de los indicadores financieros .....	134
6.9.3.3.	Resultados VAN, TIR y Relación Beneficio-Costo .....	135
6.9.3.4.	Capacidad de pago.....	136
6.9.3.5.	Periodo de recuperación de la inversión .....	137
6.10.	Análisis de sensibilidad.....	137
CONCLUSIONES .....		139
RECOMENDACIONES .....		141
BIBLIOGRAFÍA.....		143
APÉNDICES .....		145
ANEXOS.....		151



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Chatarra de alta densidad .....	2
2.	Chatarra Núm. 2 (baja densidad) .....	3
3.	Chatarra Núm. 3 (muy baja densidad) .....	4
4.	Presentación del producto.....	4
5.	Gráfica de la demanda de chatarra en Guatemala .....	6
6.	Precio europeo de la chatarra triturada .....	7
7.	Precios de la chatarra en el Reino Unido .....	7
8.	Consumo de productos siderúrgicos en Latinoamérica.....	8
9.	Gráfica del consumo de chatarra nacional .....	9
10.	Recibo de ingreso de materia prima.....	11
11.	Plano de almacenamiento de chatarra.....	13
12.	Curva de la oferta.....	14
13.	Precios de la chatarra limpia .....	15
14.	Precios de chatarra para fragmentar.....	16
15.	Mapa de ubicación de la recicladora y máquina .....	21
16.	Tipos de cilindros hidráulicos .....	24
17.	Partes de un cilindro hidráulico .....	25
18.	Tipos de bombas hidráulicas.....	27
19.	Mando hidráulico .....	30
20.	Tipo de mangueras hidráulicas .....	33
21.	Abrazadera para sujeción de tuberías.....	34
22.	Filtro de aceite hidráulico .....	36
23.	Cilindro con filtro en línea.....	37



24.	Filtro colocado en las líneas de presión.....	38
25.	Filtro en la línea de retorno .....	39
26.	Tanque hidráulico .....	40
27.	Circuito hidráulico .....	42
28.	Acoples de transmisión con bomba hidráulica .....	45
29.	Sistema mecánico.....	45
30.	Plancha de acero T-500 para paredes y piso de la jaula.....	47
31.	Vistas de la estructura de la jaula .....	48
32.	Jaula de compresión con cilindros hidráulicos.....	49
33.	Compuertas de compactación .....	50
34.	Soportes para cilindros .....	51
35.	Tipos de bisel para soldaduras .....	52
36.	Normas para la selección de electrodo.....	53
37.	Intensidad de corriente para diámetros de electrodos .....	54
38.	Tipo de soldadura del reforzamiento de la jaula .....	55
39.	Diagrama del circuito hidráulico.....	56
40.	Diagrama de circuito mecánico.....	57
41.	Diagrama de máquina completa .....	58
42.	Área que ocupará la cimentación.....	64
43.	Detalle de armado.....	68
44.	Perfil Y-Y de la losa .....	69
45.	Perfil X-X de la losa .....	69
46.	Tipo de colocación de los anclajes .....	71
47.	Distribución de los pernos en la instalación de la máquina.....	72
48.	Soporte antivibratorio: amortiguador de muelle para prensas .....	73
49.	Organigrama de la empresa .....	77
50.	Plataforma para el transporte de las pacas .....	94
51.	Gráfica de punto de equilibrio .....	130

## TABLAS

I.	Clasificación de la chatarra con respecto a Sidegua.....	5
II.	Evaluación de microlocalización .....	20
III.	Simbología de los cilindros hidráulicos.....	24
IV.	Requerimientos para una bomba hidráulica.....	27
V.	Velocidades máximas para tuberías .....	34
VI.	Tipos de filtros y sus características.....	37
VII.	Propiedades mecánica.....	46
VIII.	Aspectos a considerar antes de soldar .....	55
IX.	Equivalencias aproximadas y pesos de láminas de acero .....	59
X.	Equivalencias aproximadas y pesos de vigas de acero .....	60
XI.	Dimensiones y pesos .....	60
XII.	Espárragos de anclajes.....	70
XIII.	Mantenimiento circuito hidráulico .....	74
XIV.	Mantenimiento del sistema mecánico .....	74
XV.	Mantenimiento del sistema estructural.....	75
XVI.	Estructura del ISR .....	84
XVII.	Régimen más conveniente del impuesto ISR.....	85
XVIII.	Perfil de puesto de gerente general .....	86
XIX.	Perfil de puestos de supervisor administrativo .....	87
XX.	Perfil de puesto de secretaria.....	88
XXI.	Perfil del puesto de operador .....	89
XXII.	Evaluación ambiental .....	99
XXIII.	Identificación de posibles riesgos.....	100
XXIV.	Probabilidad de evaluación de escenarios de riesgo .....	100
XXV.	Consecuencia de evaluación de escenario de riesgo .....	101
XXVI.	Matriz de riesgos “derrame de combustibles” .....	101
XXVII.	Matriz de riesgos “derrame de aceites” .....	102

XXVIII.	Matriz de riesgos “incendios” .....	102
XXIX.	Matriz de riesgos “accidentes del personal” .....	103
XXX.	Matriz de riesgos “derrame de líquidos” .....	103
XXXI.	Matriz de riesgos “gases de combustión” .....	104
XXXII.	Matriz de riesgos “falla de estructura” .....	104
XXXIII.	Identificación de alternativas.....	106
XXXIV.	Instituciones de apoyo en caso de una contingencia.....	109
XXXV.	Costos del sistema hidráulico .....	113
XXXVI.	Costos del sistema mecánico .....	114
XXXVII.	Costos de jaula de compresión.....	115
XXXVIII.	Costos de plano de diseño .....	116
XXXIX.	Costos de cimentación y montaje .....	117
XL.	Costos de corte y soldadura .....	117
XLI.	Costos de mano de obra.....	118
XLII.	Costo de estudio de suelos.....	119
XLIII.	Costo de producción expresada en quetzales .....	121
XLIV.	Costo de operaciones expresada en quetzales .....	122
XLV.	Costos fijos expresados en quetzales.....	123
XLVI.	Costos variables expresada en quetzales .....	124
XLVII.	Costo de inversión fija del proyecto .....	125
XLVIII.	Inversión total del proyecto por mes iniciado el proyecto.....	126
XLIX.	Interés, cuotas y deudas del financiamiento del proyecto.....	127
L.	Datos para la obtención del punto de equilibrio del sistema .....	128
LI.	Flujo neto de fondos .....	131
LII.	Valores para elaborar la TREMA .....	133
LIII.	Estimación de los indicadores financieros VAN,TIR y B/C .....	135
LIV.	Resultados del VAN, TIR y B/C .....	135
LV.	Solvencia del proyecto de pago de préstamo .....	136

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>hp</b>	Caballos de fuerza
<b>gpm</b>	Galones por minuto (de flujo de fluido)
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>psi</b>	Libra por pulgada cuadrada (de presión)
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>BHN</b>	Número de Dureza Brinell
<b>IN</b>	Pulgadas
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>Ton</b>	Toneladas métrica



## GLOSARIO

<b>Bomba</b>	Dispositivo que convierte la fuerza mecánica en potencia de fluido hidráulico. Los diseños básicos de bombas son las de engranajes, de paletas y de pistones.
<b>Caballo de fuerza</b>	Trabajo producido por unidad de tiempo.
<b>Chatarra</b>	Es el conjunto de trozos de metal de desecho, principalmente hierro.
<b>Cilindro</b>	Dispositivo para convertir la potencia de un fluido en un movimiento lineal o circular. Un “accionador”.
<b>Depósito</b>	Recipiente para mantener un suministro de fluido de trabajo de un sistema hidráulico.
<b>Presión</b>	Fuerza de un fluido por unidad de área. Generalmente, se expresa en unidades de libra por pulgada cuadrada (lb/pulg <sup>2</sup> ), kilopascales (kPa) o bar (bar).
<b>SAE</b>	Sociedad de Ingenieros Automotrices

**Hidráulica**

Ciencia de la ingeniería que estudia la presión y el flujo de los líquidos. (En este manual, el interés principal se centra en el uso del aceite hidráulico para producir trabajo en planos lineales y rotatorios).

## **RESUMEN**

Se realizó el diseño de una máquina compactadora de chatarra, a la empresa recicladora Mega para aumentar la capacidad de transporte en pacas de chatarra, aumentando su productividad en un trescientos por ciento.

Seguidamente se realizó un estudio de mercado el cual se establece la viabilidad del producto analizando la oferta y la demanda.

Se hace un estudio técnico de ingeniería en el cual se propone la mejor localización de la máquina, el diseño, sus materiales de construcción, componentes hidráulicos, mecánicos, diseño de jaula de compresión, planos, soldadura, realizando un estudio de suelos y cimentación.

Para el diseño de la máquina, se tomó en cuenta el estudio técnico legal, estudio de impacto ambiental conteniendo su plan de contingencia, estudio económico financiero para evaluar si es viable la realización del proyecto.





# OBJETIVOS

## General

Diseñar una máquina compactadora de chatarra liviana de acero para producir pacas de 200 libras.

## Específicos

1. Proponer un sistema hidráulico de tres cilindros de doble efecto el cual tenga la capacidad de 3 500 PSI.
2. Diseñar una jaula de compactación que soporte el sistema de compresión de los cilindros hidráulicos.
3. Proponer un sistema de motor de combustión interna con caja de transmisión la cual posea la suficiente potencia para el sistema hidráulico.
4. Seleccionar los materiales adecuados para garantizar la durabilidad de la misma.
5. Realizar un estudio de suelos para obtener una cimentación adecuada.



## INTRODUCCIÓN

En Guatemala el sostenimiento de muchas familias depende de materiales que otros consideran inservibles, que reciclan por categorías como el acero, hierro, aluminio y cobre. Esto da como surgimiento nuevas recicladoras las cuales se ubican en la colonia El Milagro del municipio de Mixco, Villa Nueva, San Miguel Petapa y otras más en Amatitlán, las cuales son las más grandes del departamento de Guatemala, y reciben a diario docenas de camiones cargados de chatarra, empezando así la revitalización de un material que termina en la siderúrgica más grandes del país para reciclar el hierro.

La empresa recicladora Mega tiene la necesidad de eficientar su sistema de transporte de la chatarra a la empresa siderúrgica, posee la alternativa de diseñar una compactadora de chatarra liviana de acero, con lo que pretende reducir los costos de envío maximizando la cantidad que se trasporta, y con esto generar un ahorro económico en el traslado del producto.

El objetivo primordial de este trabajo es hacer un estudio técnico de ingeniería para el diseño y construcción, de una compactadora de chatarras livianas de acero utilizando sistemas de cilindros hidráulicos, motor de combustión interna, jaulas de acero, bombas hidráulicas y mandos hidráulicos con sus distintos accesorios de funcionamiento de cada una de sus partes.

Se enfoca en un estudio administrativo legal y sus leyes, se describen los aspectos legales del proyecto, el perfil del puesto que generará la máquina así como un estudio de logística de reciclaje de chatarra, se hace mención de un estudio de impacto ambiental enfocando sus marcos legales y sus medidas

de mitigación. Así como un estudio económico de los costos totales que se tendrán al elaborar la máquina, como su respectivo estudio financiero para evaluar la viabilidad o no del proyecto de acuerdo con los resultados obtenidos del VAN, TIR, R B/C, y el análisis de sensibilidad.

# 1. ESTUDIO DE MERCADO

Este estudio establece la viabilidad del producto que se desea ofertar al consumidor, para lo cual analiza la oferta, demanda y el precio de venta del mercado, para poder lanzar el producto al cliente y evaluar su segmento de mercado.

## 1.1. Definición de producto

Este estudio se enfocará en la producción de pacas de chatarras livianas de acero, con la finalidad de reducir espacios, estas serán procesadas en prensas compactadoras para aumentar su densidad, para facilitar su transporte y almacenaje. Sus características físicas por diseño y capacidad de la maquina serán de un peso máximo de 200 lb, sus tamaños máximos 55 cm de ancho 60 cm de alto 80 cm de largo y con una densidad de  $757,8 \text{ lb/m}^3$ , las chatarra metálicas se clasifican en las siguientes categorías.

- Chatarra Núm. 1 (alta densidad)

Esta chatarra se tiene clasificada como chatarra de bajos residuales; esta chatarra en su totalidad ingresa de los diferentes departamentos de la acería, son de bajo carbono, chatarras de acero como restos de maquinaria industrial, pedazos de lingotes, rebabas, lamina mayor de 3 mm, billet de desperdicio, su densidad mínima es de  $1\ 763,69 \text{ lb/m}^3$ , este tipo de chatarra es utilizada para la fabricación de pacas en residuos pequeños ya que es muy resistente a la compresión.

Figura 1. **Chatarra de alta densidad**



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/39018481/SIDEGUA-Siderurgica-de-Guatemala>  
proceso. Consulta: diciembre de 2013.

- **Chatarra Núm.2 (baja densidad)**

Este tipo de chatarra es de bajo contenido de carbono y su mayoría son desperdicios de metales no pesados tales como, carrocerías de carros, tubería, laminas delgadas, toneles metálicos y su densidad es de 1 102,31 lb/m<sup>3</sup>, la empresa Sidegua la clasifica todavía como chatarra de altos residuales, esta chatarra es propicia para la fabricación de pacas ya que con esta transformación pás a ser de alta densidad.

Figura 2. **Chatarra Núm. 2 (baja densidad)**



Fuente: Sidegua: almacenamiento de chatarra Núm. 2 de Baja densidad.

- **Chatarra Núm. 3 (muy baja densidad)**

Este tipo de chatarra es la considerada de muy baja densidad, de las cuales se tiene desechos como hojalatería, alambre, alambrón, virutas, láminas delgadas y su densidad es considerada menor a la de baja densidad, su cuidado para la clasificación es que no deben de tener adherido otro tipo de materiales extraños, este tipo de chatarra es propicia para la fabricación de pacas, ya que mezcladas con la de chatarra Núm. 2 llagan a considerarse chatarra de alta densidad después del proceso de compactación.

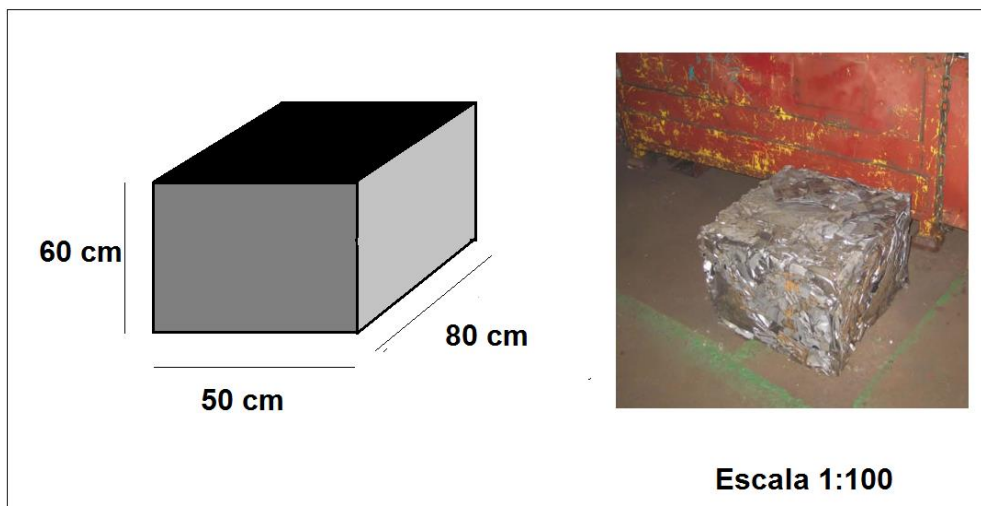


Figura 3. **Chatarra Núm. 3 (muy baja densidad)**



Fuente: Sidegua: almacenamiento de chatarra Núm. 3 de muy baja densidad.

Figura 4. **Presentación del producto**



Fuente: elaboración propia: especificación de la paca de chatarra a producir.

## 1.2. Estudio de la demanda

El mercado nacional de chatarra no es muy alentador en cuanto a calidad se refiere, sin embargo, con frecuencia se puede contar con chatarra de buena calidad, para el producto es importante saber cuál de estos es mejor que otros y así determinar en qué categoría se encuentra el producto y su aceptación en el mercado nacional de productos para reciclar.

Tabla I. **Clasificación de la chatarra con respecto a Sidegua**

Clasificación de la chatarra	
1	Mermas de proceso de fundiciones y laminación
2	Chatarra compactada (pacas)
3	Briquetas
4	Chicharrón
5	Riel de Ferrocarril
6	Chatarra de troquelado
7	Estructuras
8	Misceláneas (chatarra de diferentes clases)

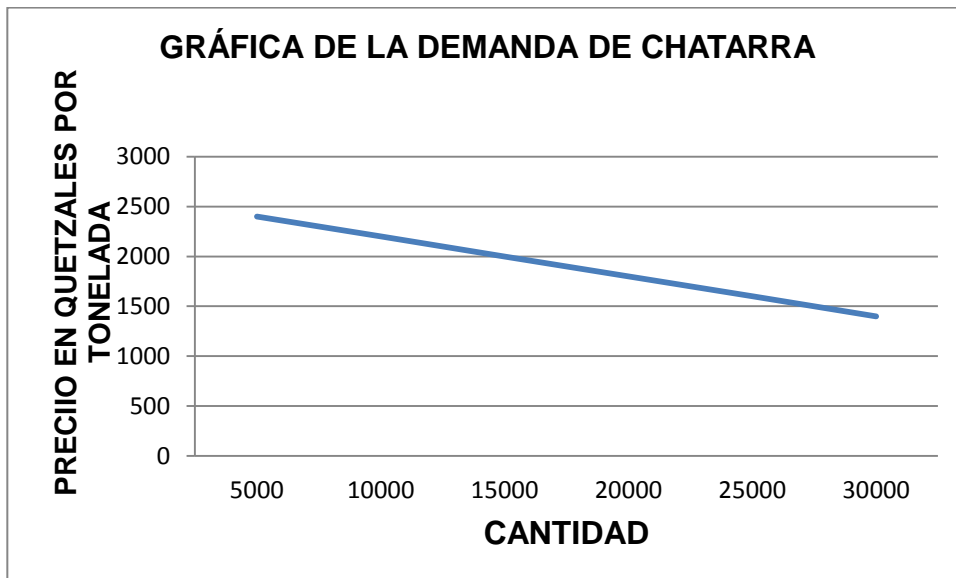
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Sidegua.

### 1.2.1. Análisis de la demanda

Sidegua es la única empresa en el mercado guatemalteco la cual utiliza la chatarra como materia prima, utilizada para la obtención del acero a través de un horno eléctrico de arco, según los datos obtenidos de esta planta, tiene una capacidad de producción de 71 000 toneladas métricas mensuales, para esta demanda cuenta con el mercado nacional e internacional de chatarra, para su producción de aceros y sus derivados como alambón, varilla corrugada, malla electrosoldada, varilla lisa de ¼. Con el traslado de las plantas de clavos,

grapas, alambre de amarre, alambre espigado, alambre galvanizado y malla ciclón, tiene así un gran mercado de compra de chatarra para satisfacer su demanda.

Figura 5. **Gráfica de la demanda de chatarra en Guatemala**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Sidegua.

### 1.2.2. **Determinación de la demanda**

En Guatemala la chatarra se ha convertido en un negocio tan apreciado a nivel nacional, por tal motivo se ha incrementado el negocio en las distintas zonas, departamentos del país y países vecinos, la demanda en los últimos días se ha dividido, grandemente en local, europea y asiática, siendo el mercado asiático el de mayor demanda pero más exigentes, ya que se limitan a comprar solo chatarra Núm.1 (alta densidad).

El mercado de chatarra se ha convertido en uno de los mercados más rentables en los últimos días, China se ha transformado desde el 2008 en uno de los consumidores más ambiciosos para lo cual elevó de dos a diez millones de toneladas antes del 2010, el segundo consumidor internacional de chatarra es Europa, del cual se esperan una gran demanda en los últimos días como respuesta a la exigencia de megaproyectos en esa área.

Figura 6. **Precio europeo de la chatarra triturada**

<b>Precio europeo de la chatarra triturada</b>					
Abril – Agosto 2007					
	Abril 07	Mayo 07	Junio 07	Julio 07	Agosto 07
Precio doméstico Franco fábrica €/t	215 – 230	210 – 220	210 – 225	210 – 225	205 – 220
Exportación Róterdam FOB\$/t	320 – 330	310 – 315	300 – 310	295 – 300	290 – 295

Fuente: Steel-Business Briefin (boletín diario, edición chatarra y materas primas, lunes, 9 de julio de 2007).

Figura 7. **Precios de la chatarra en el Reino Unido**

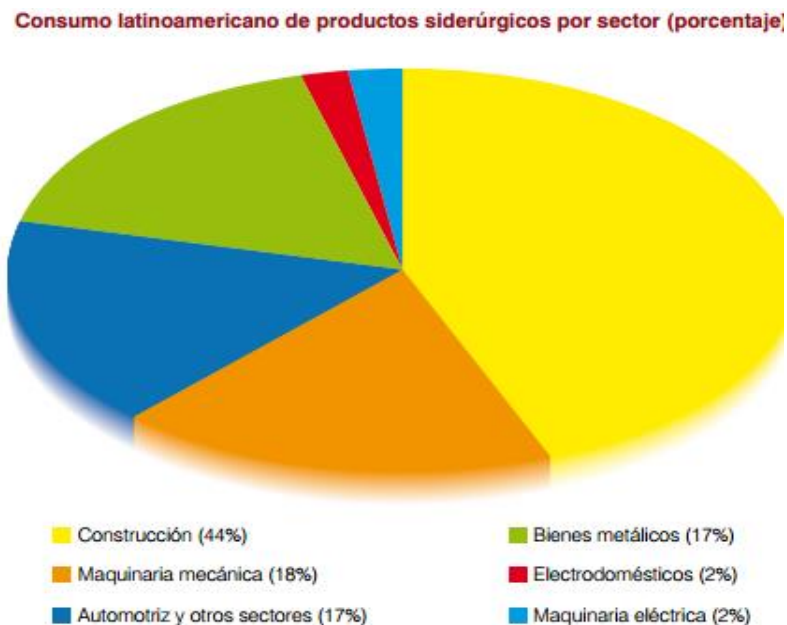
<b>Precio de la chatarra en el Reino Unido</b>					
£/tonelada entregada a la laminadora					
	Abril 07	Mayo 07	Junio 07	Julio 07	Agosto 07
Chapa y estructural (OA)	150 – 160	140 – 150	140 – 150	140 – 150	130 – 140

Fuente: Steel-Business Briefin (boletín diario, edición chatarra y materas primas, lunes, 9 de julio de 2007).

En gran manera los precios de la chatarra así como su demanda, consisten generalmente en la construcción de nuevos proyectos, los cuales traen consigo una escasez de producto en los países y con base en esta se ve en la necesidad de buscar nuevos proveedores, en América Latina cuenta con una evolución en la construcción, siendo esta una gran oportunidad para las empresas siderúrgicas.

El consumo de productos provenientes de empresas siderúrgicas ha aumentado considerablemente en Guatemala, así como el resto de Latinoamérica y EE.UU, la construcción es el sector más importante en lo que se refiere a consumo de productos siderúrgicos, la mayor demanda de productos derivados del reciclaje de productos ferrosos siendo este un mercado al cual se enfocan la mayoría de industrias acero.

Figura 8. **Consumo de productos siderúrgicos en Latinoamérica**

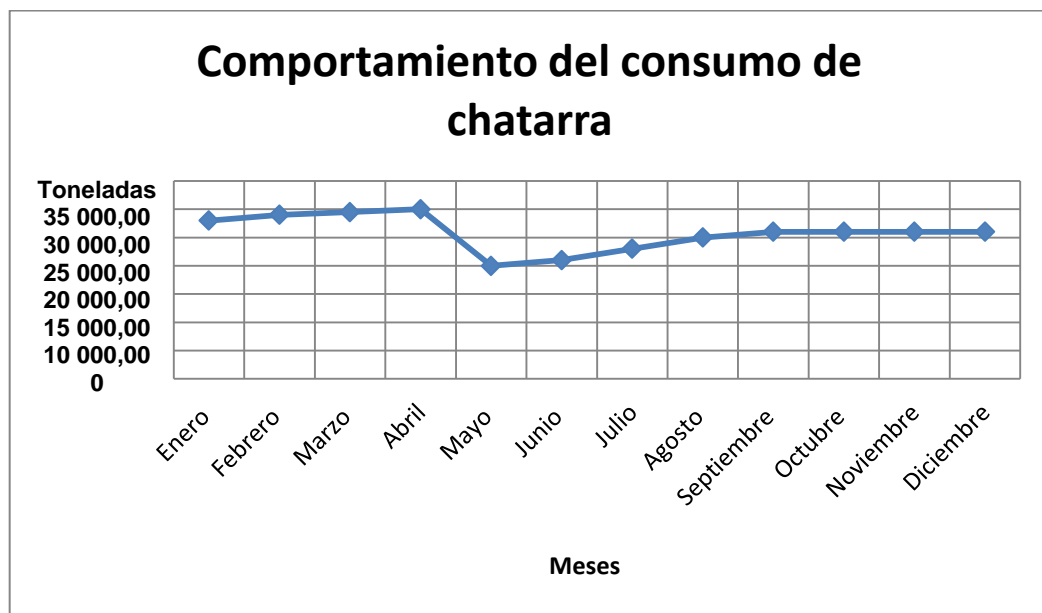


Fuente: ILAFA (2009).

### 1.2.3. Comportamiento histórico

La demanda nacional de chatarra se comporta como temporada alta y baja, en la cual la temporada alta se presenta en los primeros cuatro meses del año (enero, febrero, marzo y abril) que es cuando aumentan las ventas y en la temporada baja en los meses (mayo, junio, julio y agosto). Y el resto del tiempo (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) relativamente se mantiene.

Figura 9. Gráfica del consumo de chatarra nacional



Fuente: elaboración propia con datos de Sidegua.

### 1.3. Análisis de la oferta

En Guatemala cada uno de los compradores representa un mercado importante para aquellos que venden la chatarra en el país la industria siderúrgica utiliza grandes cantidades de chatarra al año, los precios trabajados

en la compra y venta de chatarra, ha sido uno de los principales intereses por parte de varios sectores en abrir centro de acopio, para luego poder comercializar el producto.

### **1.3.1. Recolección**

La recolección en un centro de acopio de chatarra es para satisfacer la oferta ya que existe la necesidad de tener varios proveedores de chatarra, a los cuales se les denomina recolectores de chatarra, estas son persona cuyo oficio es recolectar chatarra de manera informal. Ocupa el primer eslabón de la actividad de recuperación y venta de chatarras. Ya que el 80 % de productos se adquiere de forma directa por ellos, estos se dedican a la recolección particular de este material, la materia prima que recolectan son chatarras de tipo doméstica, industrial, automotriz y tecnológica, como actividades de un centro de acopio de chatarra, se incluyen:

- Recolección
- Clasificación
- Almacenamiento
- Embalaje
- Transporte

## Recolección

Toda actividad que requiere la recolección tanto en el área de recepción de materia prima como los recolectores tiene que llevar un registro del tipo de chatarras recolectadas, tener en cuenta la procedencia, mantener una carga manejable que evite el riesgo de caída u obstrucción al tránsito, la planta cuenta con báscula en la cual se pesa el producto en el vehículo, se procede a la clasificación de la chatarra recolecta para luego ser destarado y así recibir el recibo de ingreso de materia prima.

Figura 10. Recibo de ingreso de materia prima



# RECICLADORA MEGA

BOULEVAREL MILAGRO 35-52, ZONA 6 DE MIXCO

RECIBO N° 1152



Clase de material: \_\_\_\_\_

Nombre del Proveedor: \_\_\_\_\_

Placa del Vehículo: \_\_\_\_\_ De Tercera: \_\_\_\_\_

De Segunda: \_\_\_\_\_ De Primera: \_\_\_\_\_

	LIBRAS	PESO BRUTO	
	LIBRAS	PESO TARA	
	LIBRAS	PESO NETO	

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL PESADOR

Fuente: elaboración propia.



## Clasificación

La clasificación consta de tres actividades: limpieza, separación de líquidos y corte de chatarras. Para realizar estas actividades los centros de acopios cumplirán con lo siguiente: deberán recolectar los residuos no peligrosos, generados de la limpieza, y colocarlos en recipientes, antes de su disposición final. El agua generada de la limpieza de chatarras será dirigida al sistema de tratamiento de aguas residuales que dispone la instalación.

En caso de hallar residuos peligrosos, los mismos serán separados y almacenados de forma temporal. Estos deben ser manejados a través de gestores ambientales debidamente autorizados. El corte de las chatarras se realizará en un lugar identificado y señalizado, atendiendo a las medidas de seguridad exigida para tal actividad. Así como su distinta clasificación en las áreas de chatarra de primera, de segunda y tercera.

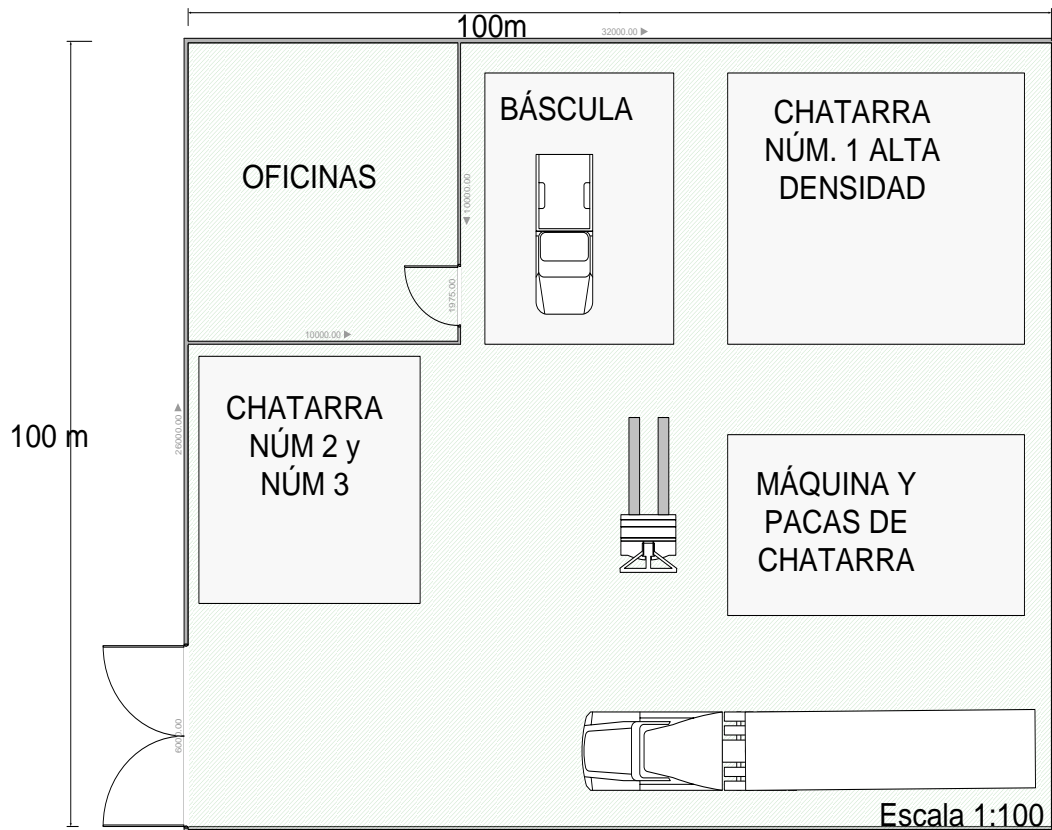
## Almacenamiento

- El almacenamiento de las chatarras podrá realizarse de acuerdo al criterio de los metales adquiridos. Para realizar esta actividad los centros de acopios cumplirán con lo siguiente: mantener un registro de las chatarras recibidas o recolectadas, las chatarras deben ser depositadas en lugares impermeabilizados. No utilizar los espacios fuera de su entorno, tales como aceras, colgantes en paredes y techos para colocar chatarras, así como de otros espacios públicos o lugares no autorizados.

A continuación se presenta el plano de almacenamiento de la planta recicladora Mega, donde se muestra los sitios de almacenamiento de

chatarra así como el mejor lugar para posicionar la máquina compactadora.

Figura 11. Plano de almacenamiento de chatarra



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Office Visio 2007.

## Embalaje

El embalaje trata de proteger el producto o conjunto de productos, durante todas las operaciones de traslado, transporte y manejo; de manera que dichos productos lleguen a manos del consignatario, sin que se haya deteriorado o hayan sufrido merma desde que salieron de las instalaciones en que se realizó

la producción o acondicionamiento. Los productos dispuestos en el momento de decidir la movilización, deben ser embalados tipo de embalaje a usar.

### 1.3.2. Proyección de la oferta

El mercado objetivo para las pacas de chatarra es su comercialización en el mercado nacional, la empresa Sidegua la cual se encuentra en el departamento de Escuintla es el principal cliente, para el cual se ha estimado una tasa de producción de 1 741 pacas por mes al igual que las ventas de otros tipos de chatarra, obteniendo así una participación del mercado de un 0,54 por ciento.

Figura 12. Curva de la oferta



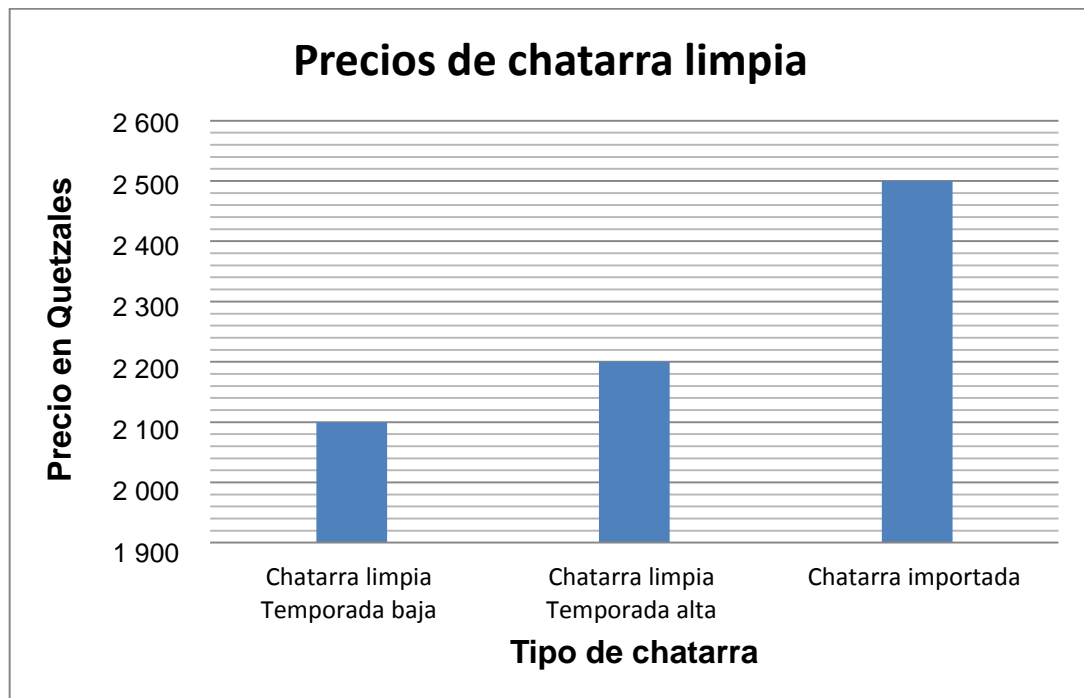
Fuente: elaboración propia.

### 1.3.3. Determinación de precios de la chatarra

Los precios de la chatarra se dan de acuerdo al tipo de chatarra, hay dos tipos que se compran: chatarra limpia y chatarra para fragmentar, el precio de la

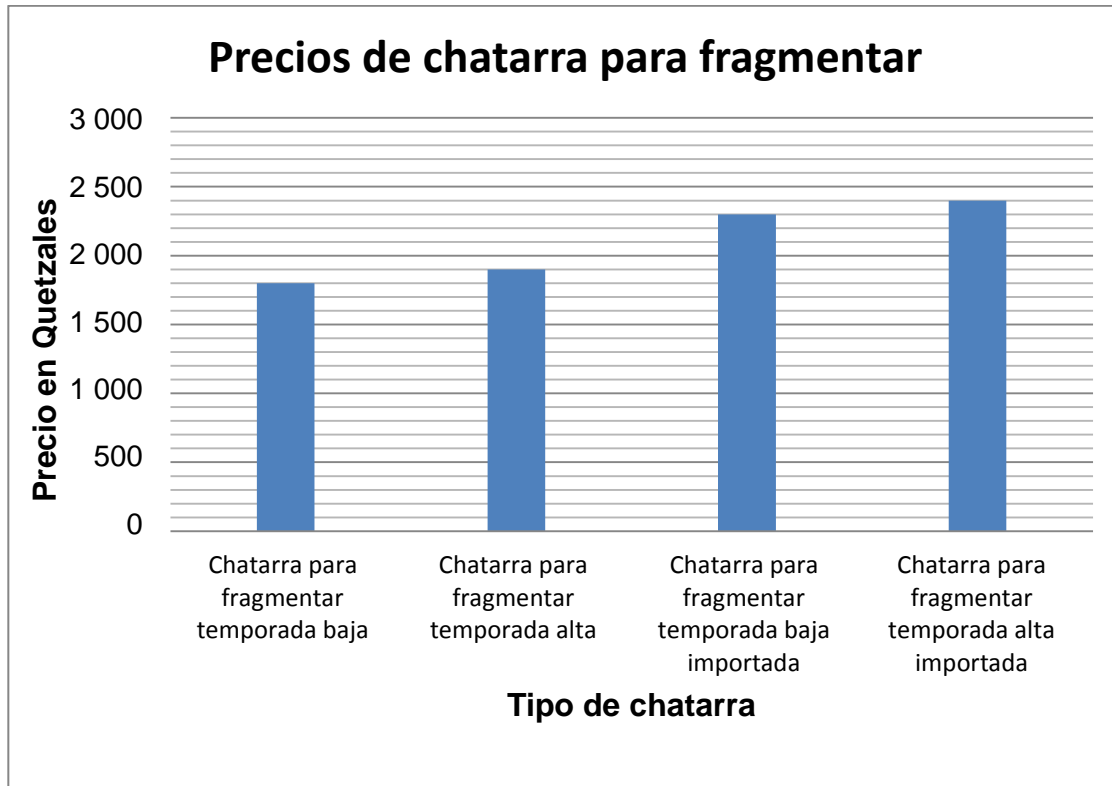
primera es más alto que la segunda y los precios se manejan por tonelada. El producto de la empresa entra en la chatarra limpia y se considera de clase Núm. 1, a continuación se presentan las gráficas de los precios en temporadas altas, como temporadas bajas y dependiendo el tipo de chatarra, ya que Sidegua agrega más valor a la chatarra importada que a la nacional y tiene su clasificación de chatarra limpia ya que esta no pasa por otro proceso de clasificación, ingresa directamente a la planta siderúrgica para su fundición, estos precios también están sujetos a cambios debido al tipo de cambio y al mercado mundial.

Figura 13. Precios de la chatarra limpia



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Precios de chatarra para fragmentar



Fuente: elaboración propia.

#### 1.3.4. Proyección de precios de la chatarra

Para la proyección de precios de la chatarra, no se puede predecir a largo o a mediano plazo, esto por el mercado cambiante mundial, la única proyección de precios certera de aumento o disminución, sería de la proximidad de una mega construcción internacional, que pueda tener un país en los años próximos o el apareamiento de nuevas siderúrgicas en el país, China es uno de los principales países demandantes de chatarra y esto puede venir a crear un buen mercado a nivel nacional.

## **2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA**

El estudio técnico de ingeniería trata sobre el diseño de la máquina compactadora de chatarra, la elección de los distintos accesorios hidráulicos y mecánicos para que su desempeño sea el óptimo, los planos, soldadura a utilizar y el tipo de material para fabricar.

### **2.1. Macrolocalización**

La macrolocalización es el estudio que tiene por objetivo, determinar la región o territorio en la que el proyecto tendrá influencia con el medio, en este caso la máquina compactadora de chatarras livianas, estará ubicada en la recicladora Mega ubicada en el Boulevard El Milagro 35-52, zona 6 de Mixco, Guatemala, población total 403 698 habitantes con una densidad de 3 058,25 habitantes por kilómetro cuadrado. Territorialmente el municipio está dividido en once zonas, conformadas por colonias, aldeas, cantones y la cabecera municipal. Sin embargo, algunas aldeas son convertidas en colonias, otras son lotificaciones nuevas y de reciente población, de carácter residencial.

#### **2.1.1. Descripción de Mixco, Guatemala**

Mixco es un municipio del departamento de Guatemala, localizado en la República de Guatemala. Se encuentra ubicado en el extremo oeste de la ciudad capital. Se localiza a 90° 34' de longitud oeste y 14° 16' de latitud norte, con un área total de 132 km<sup>2</sup>, temperatura a 27 grados centígrados y altura aproximadamente de 1 650 metros sobre el nivel del mar.

Está prácticamente integrado a la ciudad capital, a través del comercio, producción, transporte y vías de comunicación.

Mixco es un municipio considerado de primera categoría, puesto que cuenta con más de 100 000 habitantes, está integrado por 11 zonas de las cuales la mayoría pertenece al área urbana, sin embargo, también cuenta con ciertas áreas rurales, conformadas por colonias, aldeas, cantones y la cabecera municipal. Algunas aldeas son convertidas en colonias, otras son lotificaciones nuevas y de reciente población, de carácter residencial.

## **2.2. Microlocalización**

El análisis de microlocalización indica el lugar exacto para instalar la planta industrial, el cual permita cumplir con los objetivos para la producción máxima y rentable, es importante la revisión del entorno para corroborar las calles de acceso, además de vecinos indeseables que pueden afectar el proyecto, otro factor importante son las comunidades cercanas, ya que estas se representan como una oportunidad para la recicladora.

Además de hacer el análisis para encontrar el lugar adecuado se debe considerar la comunidad, la existencia de otras empresas con las mismas características, cercanías a bancos, transporte y energía eléctrica en esa zona, otro aspecto a considerar es el terreno, verificar si cuenta con la topografía necesaria, las dimensiones que se necesitan y los sistemas de desagüe de aguas residuales, vías de acceso y la calidad de vida de cada uno de los empleados.

### **2.2.1. Evaluación de la ubicación óptima de la máquina**

Para la evaluación óptima de la máquina se determinó por el método de factores ponderados, el cual evaluará tres alternativas, de las cuales se seleccionará la más adecuada de acuerdo con los intereses del proyecto, a continuación se presentan las siguientes alternativas a analizar, todas estas se localizan en Mixco departamento de Guatemala.

Alternativas:

- Colonia San Francisco
- Colonia Carolingia
- Colonia El Trébol

Para la evaluación de esta localización de la máquina se utilizó el Método de Factores Ponderados, este método realiza un análisis cuantitativo en el que se compararán entre sí, las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas. El objetivo del estudio no es buscar una localización óptima sino una o varias localizaciones aceptables.

En cualquier caso, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la empresa a instalar, determinarán la localización definitiva, el cual consiste en asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa, fijará una escala a cada factor. Ejemplo: 1-10 o 1-100 puntos, luego se hacen directivos que evalúen cada localización para cada factor y por último se multiplican por los pesos de cada factor y obtener el total de cada localización.



Tabla II. **Evaluación de microlocalización**

Factores	Peso Relativo (%)	Alternativas		
		Colonia San Francisco	Colonia Carolingia	Colonia El Trébol
Impuestos	15	7	6	9
Acceso a mercados de consumos	25	5	6	7
Fuerza laboral de trabajo	15	7	8	9
Instituciones bancarias	5	9	7	7
Servicios básicos	10	7	7	7
Proximidad a proveedores	15	8	9	8
Transporte	5	8	8	8
Costos instalación	10	7	8	8
Total	100	6,8	7,2	7,9

Fuente: elaboración propia.

Dado el método propuesto, la mejor opción la colonia El Trébol y cercanías.

### **2.2.2. Recicladora y máquina**

Para la instalación de la máquina de fabricación de pacas de chatarra y bodega de materia prima y producto terminado, se utilizará un terreno con una

edificación básica disponible, que se posee en la colonia El Milagro Mixco Guatemala.

Figura 15. **Mapa de ubicación de la recicladora y máquina**



Fuente: mapa bajado de Google Maps. Consulta octubre de 2013.

### 2.3. Sistema hidráulico

Un sistema hidráulico es parte de la rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería, que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y a las condiciones a que esté sometido el fluido, estos sistemas se utilizan en la actualidad para usos industriales, transporte, sistemas de rescate y sistemas de automatización.

### 2.3.1. Cilindros

Los cilindros son unos de los elementos donde el aceite consume la mayor parte de la energía que le proporciona la bomba, en cualquier aplicación la energía hidráulica disponible, se debe transformar en energía mecánica para realizar un trabajo. Los cilindros hidráulicos son los encargados de transformar la energía hidráulica a energía mecánica lineal.

Un cilindro hidráulico compuesto por un pistón deslizante dentro de una camisa es un aparato el cual posee un movimiento rectilíneo de los cuales pueden ser: cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto.

- Cilindros de simple efecto

El cilindro de simple efecto o émbolo buzo, se trata del cilindro más simple, en el que el vástago hace al mismo tiempo de pistón, sin verificación de diámetro. En este cilindro el retorno lo hace el peso de la carga o bien por otro medio externo, para evitar que el embolo se salga de la cilindro, este lleva una pestaña para que le sirva de tope en el final de la carrera.

- Cilindros de doble efecto

El cilindro hidráulico de doble efecto es un actuador y el elemento final de un sistema hidráulico, el cual se encarga de transformar la energía hidráulica en energía mecánica, realizando movimientos axiales los cuales se transmiten en fuerza, estos cilindros poseen la característica que tiene dos entradas de líquido, los cuales transmiten la energía

suministrada por la bomba hidráulica, realizar el trabajo en ambas direcciones porque se les aplica la presión en ambas caras del émbolo.

Los cilindros de doble efecto se dividen en: cilindros de una etapa y cilindros telescópicos.

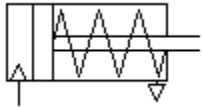

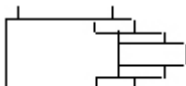
- Cilindros de una etapa

Estos cilindros funcionan en los dos sentidos, tanto empujando como tirando, dependiendo de que el aceite empuje al pistón por una cara o por otra, en otras palabras va a depender de donde entre el aceite por la cabeza delantera o por la trasera del cilindro. También se encuentran los cilindros de simple efecto retorno – muelle, se utilizan principalmente como cilindros de sujeción de piezas y bloqueo de elementos mecánicos.

- Cilindros telescópicos

Un cilindro telescopio está compuesto por varios cilindros encajados. Por regla general, se monta como estructura de efecto simple aunque también se puede montar como estructura de efecto doble. Asimismo, es posible combinar etapas de efecto simple con una de efecto doble. Una de las ventajas de los cilindros telescópicos reside en que puede elevarse considerablemente, aun con longitudes de montaje relativamente pequeñas.

Tabla III. **Simbología de los cilindros hidráulicos**

Tipo	Simple efecto	Doble efecto	Telescopio
Símbolo			

Fuente: elaboración propia.

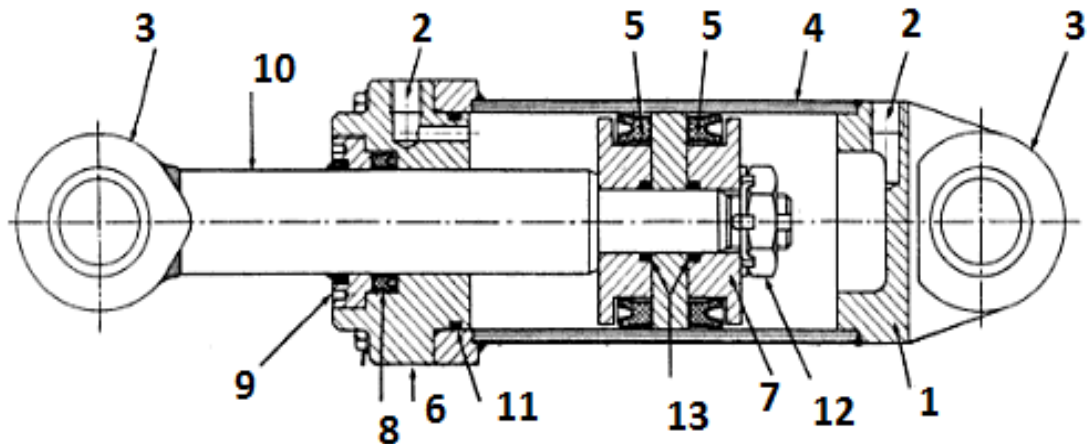
Figura 16. **Tipos de cilindros hidráulicos**



Fuente: FINSA. *Manual de sistemas hidráulicos*, p.101.

Los cilindros hidráulicos proporcionan pares de fuerza elevador y un buen control del movimiento, y esta es su principal ventaja ya que los fluidos oleo hidráulicos son virtualmente incomprensibles, y gracias a las altas presiones con que trabajan son de 35 a 350 bar permiten un control del caudal, lo suficientemente preciso para transformarlo en un movimiento lineal que se utiliza comúnmente en aplicaciones de fuerza de empuje del pistón.

Figura 17. Partes de un cilindro hidráulico



- |                                 |                                  |            |
|---------------------------------|----------------------------------|------------|
| 1. Cabezal trasero del cilindro | 6. Cabeza delantera del cilindro | 11. Junta  |
| 2. Conexión de tubería          | 7. Pistón                        | 12. Tuerca |
| 3. Arrastrador delantero        | 8. Junta de vástago              | 13. Junta  |
| 4. Cuerpo del cilindro          | 9. Roscador                      |            |
| 5. Juntas de pistón             | 10. Vástago                      |            |

Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 60.

#### Como seleccionar un cilindro hidráulico

- Es necesario saber cuál es la presión de trabajo del cilindro hidráulico.
- Se necesita saber las dimensiones del diámetro del cilindro, el diámetro de vástago, el recorrido de extensión del vástago desde donde es retraído totalmente hasta lo que se extiende totalmente.

- Es necesario saber el montaje que se va a utilizar en el cilindro hidráulico; puede ser montaje trasero o montaje con brida delantera.
- Tipos de conexiones.

### **2.3.2. Bomba**

Las bombas transforman la energía mecánica o eléctrica en energía hidráulica, hay varios tipos de bombas que permiten tener mayor o menor altura de aspiración, las bombas suelen ser movidas por un motor principal, un motor auxiliar o un motor eléctrico.

- Bombas de engranajes externos

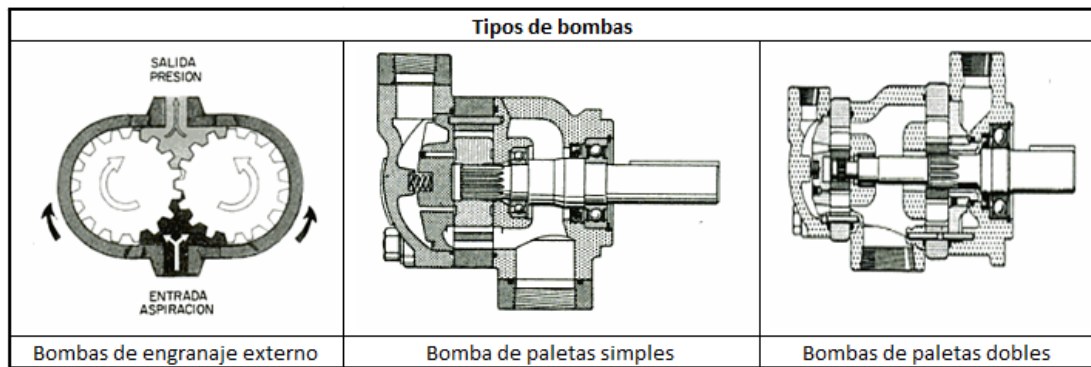
Esta bomba tiene un piñón motriz que arrastra otro piñón idéntico dentro de una carcasa. Los dos piñones giran en sentidos opuestos y las bocas de aspiración y presión que tienen que existir en las carcasas hacen conducir con el punto de engrane de los piñones. Enfrente del orificio de aspiración los dientes de los dos piñones se separan, creando un vacío que es ocupado por el aceite que llega del tanque. El aceite es retenido entre los dientes y la carcasa siendo así transferido al circuito de trabajo a través de la boca de presión.

- Bombas de paletas

Esta bomba está construida por un rotor que tiene unas ranuras para las paletas, el cual es movido por un eje estriado. Cada ranura contiene una paleta plana, rectangular, que se puede desplazar radialmente en su alojamiento. El rotor y las paletas funcionan dentro de una carcasa cuyo

perfil interior es excéntrico con respecto al eje del árbol de comando. Cuando el rotor gira, la fuerza centrífuga empuja las paletas contra la superficie interior de la carcasa, siendo obligadas a seguir su perfil.

Figura 18. **Tipos de bombas hidráulicas**



Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 75.

A continuación se mencionan los requerimientos para elegir una bomba hidráulica utilizada para este diseño.

Tabla IV. **Requerimientos para una bomba hidráulica**

Requerimientos	Especificaciones
Tipo de aceite	Mineral
Presión máxima	3 500 psi
Caudal máximo	40 galones / minuto
Revoluciones por minuto	1 800 rpm
Tipo de rotación	Izquierda
Tipo de conexión	SAE
Línea de succión	1 pulgada
Línea de presión	3/4 de pulgada
Tipo de tornillos	2 tornillos
Tipo de eje	Estriado

Fuente: elaboración propia.



Cálculo de caballos de fuerza (hp) para el sistema hidráulico

$$Hp = \frac{(GPM * P * Ft)}{1714}$$

GPM= Tasa de circulación (GPM)

P= Presión de trabajo (Psi)

Ft= Factor de trabajo

1714= Factor de conversión

Datos

GPM= 40

P=3500 psi

Ft= 1,5

$$Hp = \frac{(40 * 3500 * 1,5)}{1714} = 122,5 \text{ aproximadamente } 170 \text{ hp}$$

Teóricamente se necesita un motor de combustión interna el cual genere aproximadamente 170 hp para accionar la bomba hidráulica.

### **2.3.3. Mandos**

Estos son los distribuidores más utilizados, los cuales se fabrican para todos los sistemas de comando así como para los máximos caudales y presiones, los cuales son utilizados de forma manual por cualquier operador, para operar desde cualquier distancia el cilindro o cilindros de acuerdo al tipo de mando que se utilice se pueden clasificar en el mando manual o de mando pilotado.

Los mandos están compuestos de un cuerpo de fundición con canales internos que se pueden comunicar o incomunicar entre sí, por medio de una corredera que se desplaza en su interior y que consiste en un vástago cilíndrico con canales circulares.

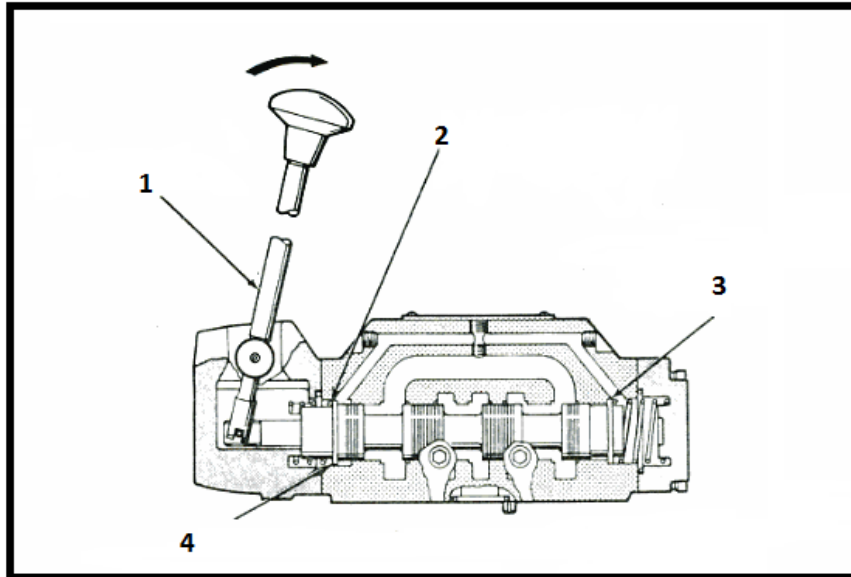
Los orificios exteriores del cuerpo de la carcasa vienen normalmente marcados con unas letras convencionales que son.

- P Presión (aceite de la bomba)
- A y B operativas (aceite al motor o cilindro)
- T Tanque (aceite retorno). Algunas veces aparece una R
- X o Y Pilotaje.

Los mandos pueden ser de tres o cuatro vías según el número de orificios que se puedan comunicar con el de presión, se encuentran por número de posiciones, por tipo de mando pueden ser manuales, eléctricas, hidráulicas o neumáticas, en los manuales la corredera se desplaza por una palanca o un pedal, puede volver a su estado normal por medio del retroceso de las mismas o por un muelle.

En los mandos eléctricos se encuentra una válvula solenoide y unos finales de carreras encargados de accionar o parar la máquina también se pueden utilizar los sistemas neumáticos para accionar el mando por medio de bombas exteriores de actuación.

Figura 19. **Mando hidráulico**



Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 160.

1. Control Manual de accionamiento
2. Corredera de accionamiento de vías
3. Corredera de arandela opuesta
4. Arandela principal

Los mandos se caracterizan por:

- El número de vías
- El número de posiciones
- El tipo de mando
- El diámetro de los orificios de aceite

#### **2.3.4. Mangueras y tuberías**

En una instalación hidráulica, el aceite circula entre los diferentes componentes, los cuales pueden ser mangueras o tuberías, cada uno con sus funciones de acuerdo a la instalación que se realice.

- **Mangueras**

Se utiliza para la conducción del aceite a los distintos componentes del sistema hidráulico su principal característica es la flexibilidad y su maniobrabilidad para poder conectar, además se debe seleccionar en base a la exigencia de su uso, en función a la presión de trabajo y en relación al caudal del fluido circulante.

Se pueden clasificar en: manguera hidráulica baja presión y manguera hidráulica alta presión.

- **Manguera hidráulica baja presión**

Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro, estas generalmente son cilíndricas y para poder unirlos se utilizan distintos tipos de racores o acoples, están diseñadas para usarse en diferentes aplicaciones con presiones de operación por debajo de los 300 psi, estas mangueras se utilizan en los sistemas retorno de aceite del mando hidráulico hacia el tanque hidráulico.

- Manguera hidráulica de alta presión


Son llamadas mangueras de dos alambres, porque generalmente tienen un refuerzo de dos trenzas de alambre de acero de alta tensión, se utilizan en equipos de construcción y maquinaria de servicio pesado en donde suceden altos impulsos o incrementos súbitos de presión. Estas mangueras se utilizan de la bomba hacia los cilindros hidráulicos ya que de aquí se genera la mayor presión del sistema.

#### Recomendaciones de instalación


- Los flexibles sometidos a trabajo sufren una elongación entre un 2 % y un 4 % de su longitud inicial por lo que se recomienda dejarlos de un lado apropiado.
- Siempre se debe tener un radio apropiado de curvatura lo más amplio posible con el fin de evitar restricción en el fluido.
- Evitar dejar una manguera con una torcedura.
- Evitar el contacto o roce con entre flexibles para que no se produzca fricción entre ella y evitar el desgaste.
- Evitar fuentes de calor que puedan quemar la manguera flexible.

Figura 20. Tipo de mangueras hidráulicas

MANGUERA HIDRÁULICA BAJA PRESIÓN				
Diámetro Comercial	Diám int mm	Diám ext mm	Pres máx bar	Temp máx °C
1/2"	13	20	10	100
5/8"	15	23	10	100
3/4"	19	27	10	100
1"	25	35	10	100

MANGUERA HIDRÁULICA ALTA PRESIÓN SAE 100 R2 AT			
Diámetro Comercial	Diám int mm	Diám ext mm	Pres máx bar
1/4"	6,4	15,0	400
3/8"	9,5	19,0	330
1/2"	12,7	22,2	275
3/4"	19,0	29,3	215
1"	25,4	38,1	165



Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 140.

- Tubería

En toda instalación de hidráulica, la tubería es una opción favorable para el transporte del fluido hidráulico a distancias relativamente largas, dentro de la instalación en las cuales se pueden utilizar tubos y racores de metal o aleaciones diversas tales como acero, fundición, inoxidable, bronce, cobre, entre otros. Cada uno con sus ventajas y con sus inconvenientes pero es recomendable utilizar acero estirado en frío sin soldadura y los racores casi siempre de acero.

Es muy importante considerar las velocidades del aceite dentro de los tubos, estas velocidades son esenciales ya que de esta depende el diámetro de las mangueras de sistemas de alta y de

baja presión, las cuales se deberá mantener alrededor de la tabla siguiente.

Tabla V. **Velocidades máximas para tuberías**

Línea	Velocidad m/ s
Línea de aspiración	0,6 a 1,2
Línea de presión	hasta 6 max
Línea de retorno	hasta 3,5 max
Línea de drenaje	hasta 2 max

Fuente: CZEKAJ, Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 78.

En una instalación hidráulica los tubos debe ser sujetos a la estructura o instalación, sin embargo, nunca se deben soldar a los soportes pues impedirán los movimientos de dilatación y contracción de los mismos, lo cual puede producir peligrosas averías. Si los tubos no se sujetan se puede producir vibraciones, las cuales pueden dañar o producir roturas o fisuras en los propios tubos, existen en el mercado unas abrazaderas de material plástico que van montadas sobre una chapa de acero las cuales se pueden utilizar para sujetar los tubos y reducir la vibración al mínimo.

Figura 21. **Abrazadera para sujeción de tuberías**



Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería: maquinaria hidráulica*. p. 78.

### **2.3.5. Filtros**

Su función principal es retener partículas y contaminantes insolubles en el fluido, mediante el uso de un material poroso, las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar los componentes del equipo como del fluido hidráulico. De esta manera se consigue alargar la vida útil de la instalación, debido a que se trabaja con un fluido limpio y no contaminado.

Los elementos que contaminan el aceite pueden ser:

- Agua ácidos
- Partículas metálicas
- Hilos y fibras
- Polvo

Se define como grado de filtración al tamaño de la partícula más fina que se puede retener en el filtro, de las cuales se expresa en micras las cuales se encuentran desde 1 a 270 micras.

Algunos factores que determina el filtrado:

- Nivel de filtración
- Presión de trabajo
- Caudal
- Pérdidas de carga en el filtro
- Ambientes de trabajo (temperatura, suciedad, vibraciones)
- Frecuencia de mantenimiento
- Lugar de posición del elemento filtrante

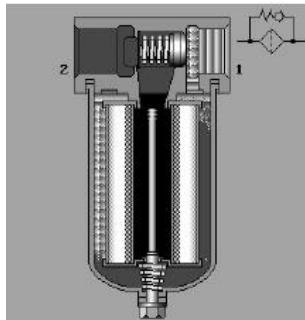


- Características del fluido

Para la obtención de los filtros se deben de tomar los siguientes datos técnicos:

- Grado de filtración
- Caudal filtrante
- Presión máxima
- Tipo de fijación
- Tipo de elemento filtrante
- Presión diferencial
- Lugar de colocación en el circuito

Figura 22. **Filtro de aceite hidráulico**



Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 90.

Hay varios tipos de filtros que se utilizan en un sistema hidráulico, de estos filtros depende la vida útil del equipo, ya que influyen grandemente en la velocidad del sistema y las tolerancias de cada sistema de poseer un líquido hidráulico en óptimas condiciones libre de contaminantes, en la tabla siguiente se describen los tipos y características.

Tabla VI. **Tipos de filtros y sus características**

Tipo	Micras	Características
Ambiente	25	Papel celulósico
Aspiración	100, 160 y 270	Superficie, malla bronce fosforoso, espiral magnética y captadores magnéticos
Presión	3 – 50	Superficie, malla bronce fosforoso, resinas especiales y malla acero inoxidable
Retorno	10 – 160	Superficie, papel micronic, discos lenticulares, malla bronce fosforoso espiral magnética, profundidad, filtros magnéticos, absorción

Fuente: elaboración propia.

- Filtro en línea

Una configuración popular y económica es el filtro en línea el cual lleva incluida una válvula de retención su único defecto es que hay que desmontar la tubería para su mantenimiento.

Figura 23. **Cilindro con filtro en línea**

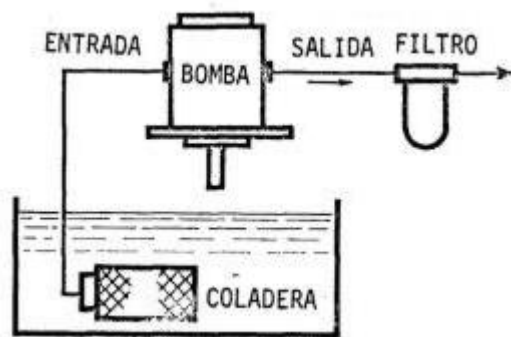


Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 60.

- Filtro colocado en las líneas de presión

Este filtro está instalado a la salida de la bomba y delante de las válvulas reguladoras de presión y de alivio, la característica primordial de este sistema es que deben poseer una estructura que permita resistir en el sistema la presión máxima, y en la cual por seguridad deben poseer una válvula de retención interna, la carga máxima recomendada de pérdida con el elemento limpio es de 5 psi.

Figura 24. **Filtro colocado en las líneas de presión**

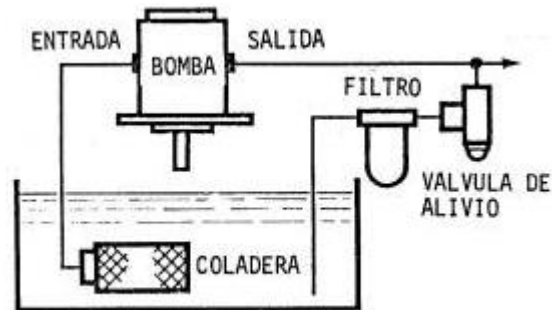


Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 121.

- En la línea de retorno

En la línea de retorno es recomendable utilizar un filtro de baja presión, cuando se trabajan con válvulas de control en serie y se tiene un sistema de caudal de exceso, la máxima pérdida de carga que se recomienda para este tipo es de 2 psi con el elemento limpio.

Figura 25. Filtro en la línea de retorno



Fuente: CZEKAJ Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería, máquinas hidráulicas*. p. 121.

### 2.3.6. Tanque de aceite hidráulico

En cualquier sistema hidráulico el tanque de aceite es uno de los elementos importantes en un circuito hidráulico. Por lo tanto el tanque sirve para el almacenamiento del aceite limpio en el circuito. La tapa del tanque puede ser removida para permitir la limpieza e inspección. Cuando esta no es la lateral y constituye la parte superior del tanque lleva soldadas coplas para recibir la conexión de tuberías de retorno y drenaje. Se colocan guarniciones alrededor de las tuberías que pasan a través de la tapa para eliminar la entrada de aire.

El tanque cumple con las siguientes funciones:

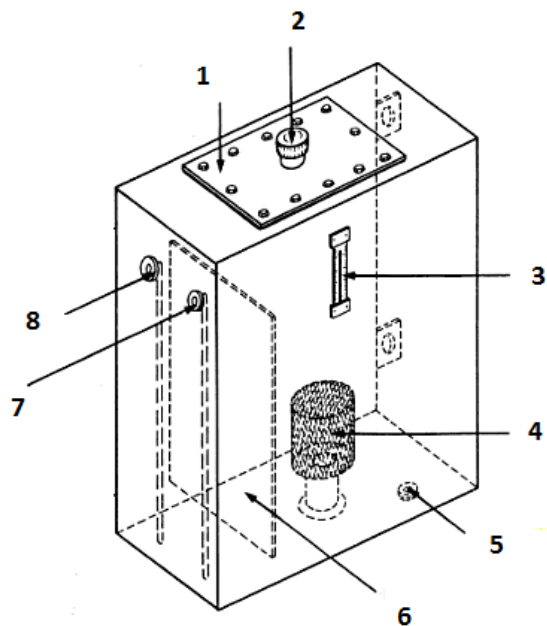
- Permitir la depuración de partículas sólidas arrastradas por el aceite
- Permite la separación del aire mezclado en el aceite
- Permite el enfriamiento del aceite

Uno de los datos importantes de los tanques es que el volumen de este debe ser mayor de 2,5 veces el caudal del aceite que circule por la instalación. El tanque se construye de chapa de acero laminado en frío, plegada y soldada.

En la colocación se debe permitir la libre circulación de aire por sus seis caras, debe tener facilidad para su limpieza así como un tapón de drenaje para vaciarlo.

En el interior se coloca un deflector de manera que el aceite que llega del retorno sea obligado a pasar por encima de el, para facilitar la separación de las burbujas de aire contenidas en el.

Figura 26. **Tanque hidráulico**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

1. Tapa desmontable
2. Tapón de llenado
3. Nivel- Termómetro
4. Filtro de aspiración (a la bomba)
5. Tapón de vaciado

En un circuito hidráulico, el aceite se calienta por rozamiento, las cuales se producen en potencias pequeñas, mientras tanto el volumen del aceite del tanque es suficientemente para asegurar su enfriamiento, al tener una temperatura por encima de 70 °C, suele ser necesario instalar un intercambiador de calor o enfriador. La temperatura máxima de utilización de aceite es de 70 °C y la temperatura de trabajo normal oscila entre 30 °C a 60 °C.

### **2.3.7. Circuito hidráulico**

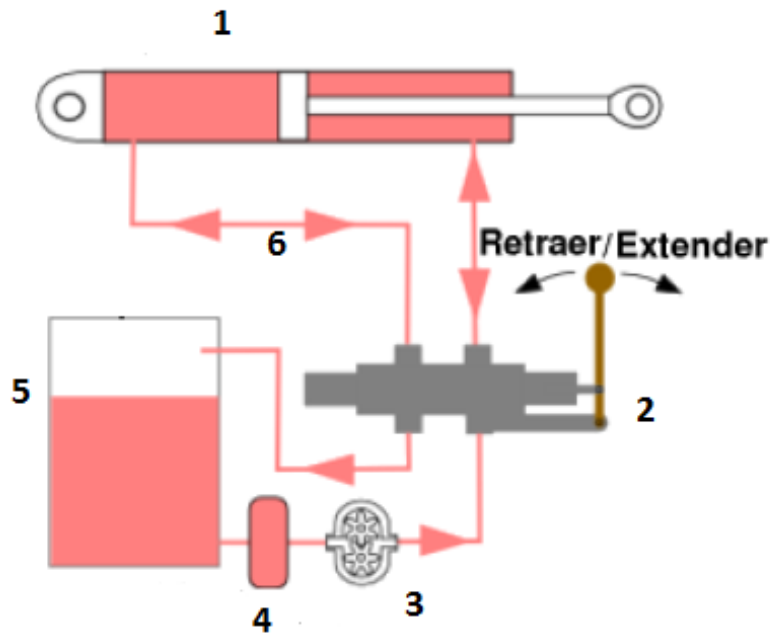
Es formado por una serie de elementos que utilizan el aceite como agente de transporte entre sus componentes, para convertirse en energía mecánica, estos sistemas son muy utilizados en la industria ya que por su excelente respuesta en condiciones de fuerza, muchas máquinas se basan en el accionamiento hidráulico, equipos como: excavadoras, elevadores, montacargas, en los cuales sus principales características son:

- Los sistemas hidráulicos son muy duraderos y seguros.
- Se puede regular a velocidades de accionamiento de forma continua.
- Poseen un mismo motor en los cuales se puede accionar múltiples mecanismos.
- Se generan control y movimientos exactos.
- Se tiene seguridad y fuerza con auto frenado.
- Posee larga vida de duración.

- Su mantenimiento corto y relativo en cuanto a costos.
- Sus componentes son muy comerciales.

Los sistemas de circuitos hidráulicos se representan donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza, estos circuitos son muy funcionales ya que por su sistema de generación de energía se puede adaptar a las distintas necesidades que se les pueda utilizar. Los elementos constitutivos del circuito hidráulico se presentan en la figura 27.

Figura 27. **Circuito hidráulico**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

#### Partes del circuito hidráulico

1. Cilindro de fuerza
2. Mando hidráulico con válvula de seguridad
3. Bomba
4. Filtro
5. Recipiente
6. Tuberías

#### **2.4. Sistema mecánico**

El sistema mecánico es indispensable para el funcionamiento de sistema de hidráulico, ya que genera las suficientes revoluciones por minuto, que necesita la bomba hidráulica para impulsar el sistema, este es muy utilizado en los lugares remotos donde no se cuenta con algún suministro de energía, necesario para impulsar el sistema, se utiliza un sistema mecánico el cual utiliza un motor de combustión interna y varios dispositivos para transmitir la potencia.

##### **2.4.1. Motor de combustión interna**

Un motor de combustión interna es aquella máquina térmica, en la que la combustión de un combustible, mezclado con aire y una chispa dentro de una cámara de combustión, se transforma en trabajo mecánico directamente en el interior del mismo motor. En una instalación hidráulica es necesario darle movimiento la bomba hidráulica, para que esta genere el suficiente caudal que haga circular el líquido hidráulico en el sistema, este motor depende principalmente de la bomba hidráulica a utilizar la cual necesita las rpm necesarias para su función.



### **2.4.2. Caja de transmisión**

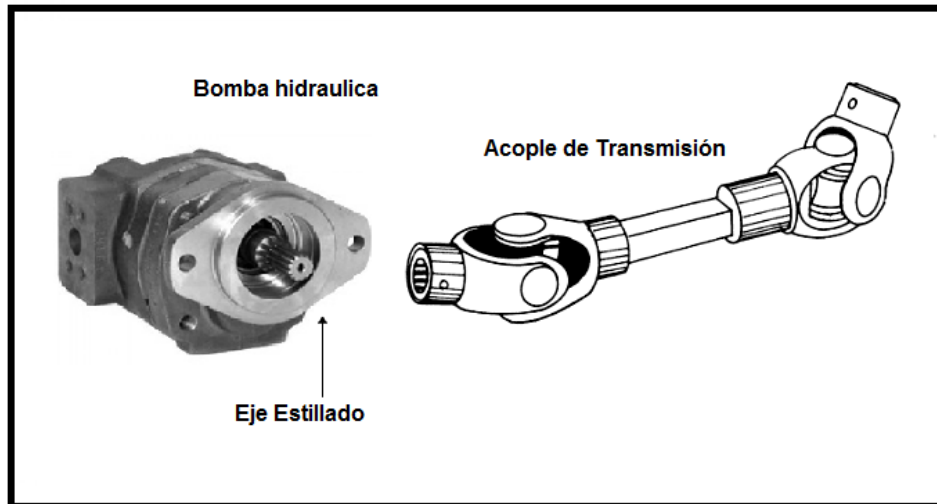
La caja de transmisión es la que permite, que la energía enviada desde una fuerza de alimentación, generada por un motor a un mecanismo de accionamiento directo, se pueda aprovechar de distintas maneras en el caso de un sistema hidráulico, el cual es aplicado por una bomba hidráulica para suministrar el fluido a todo el sistema.

### **2.4.3. Acoples de transmisión**

Componente mecánico que permite unir dos ejes que giran en ángulo uno respecto del otro. Para lo cual su objetivo es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pasar de ese ángulo, en los sistemas hidráulicos se utiliza para conectar la bomba hidráulica, uno de los aspectos importantes a considerar es el tipo de eje, ya que este tiene que ser estriado tipo SAE, el de la bomba es tipo macho y el del acople de la transmisión tiene que ser de tipo hembra.

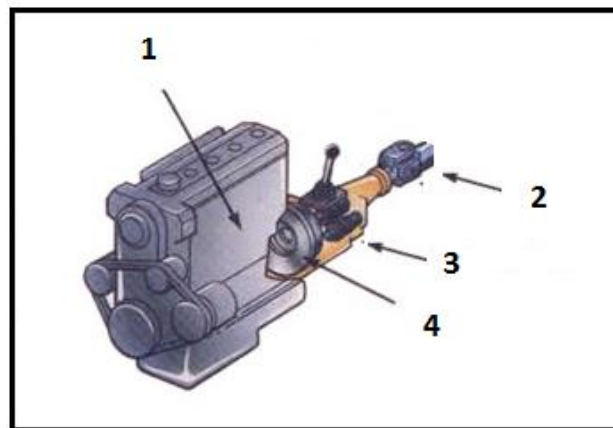
Otro aspecto a considerar es que el acople de la transmisión tiene que ser flexible, con un sistema que se pueda quitar y colocar fácilmente a la hora de su instalación y acoplamiento a la bomba hidráulica.

Figura 28. **Acoples de transmisión con bomba hidráulica**



Fuente: GILARDIO Jaime. *Motor de combustión interna autor.* p. 28.

Figura 29. **Sistema mecánico**



Fuente: GILARDIO Jaime. *Motor de combustión interna autor.* p. 86.

Partes

1. Motor de combustión interna
2. Acoples de transmisión

3. Caja de transmisión
4. Embrague

## 2.5. Jaula de compresión

El diseño y el refuerzo son importantes para la jaula de compresión, ya que en esta se encuentran concentrados todos los esfuerzos, que provocan el accionamiento de los cilindros hidráulicos.

### 2.5.1. Estructura de la jaula

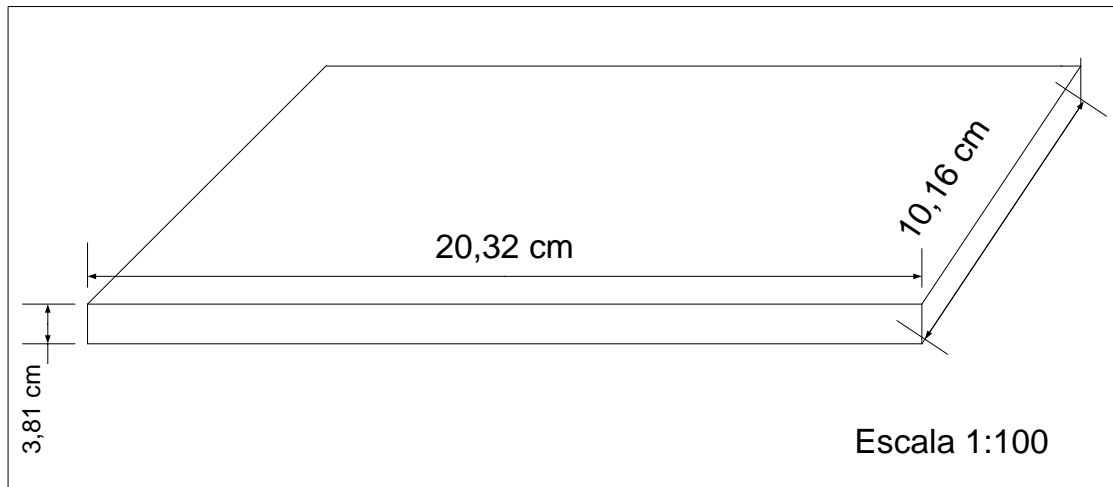
La estructura de la jaula debe ser construida, con aceros antidesgastes que resista los desgastes por abrasión, tanto de las paredes como para el suelo de la estructura de la jaula, se recomienda un acero de placa antidesgastante T-500 la cual está tratada térmicamente (477-534 BHN), para alta dureza, alta resistencia a la tensión y abrasión severos.

Tabla VII. **Propiedades mecánica**

Elongación	35-50 %
Esfuerzo de cedencia (YIELD)	60-85 Ksi
Esfuerzo Última de Tensión (UTS)	120-130 Ksi
Dureza de trabajo	550-600 BHN Max
Dureza al entregar	230-255 BHN

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Plancha de acero T-500 para paredes y piso de la jaula**

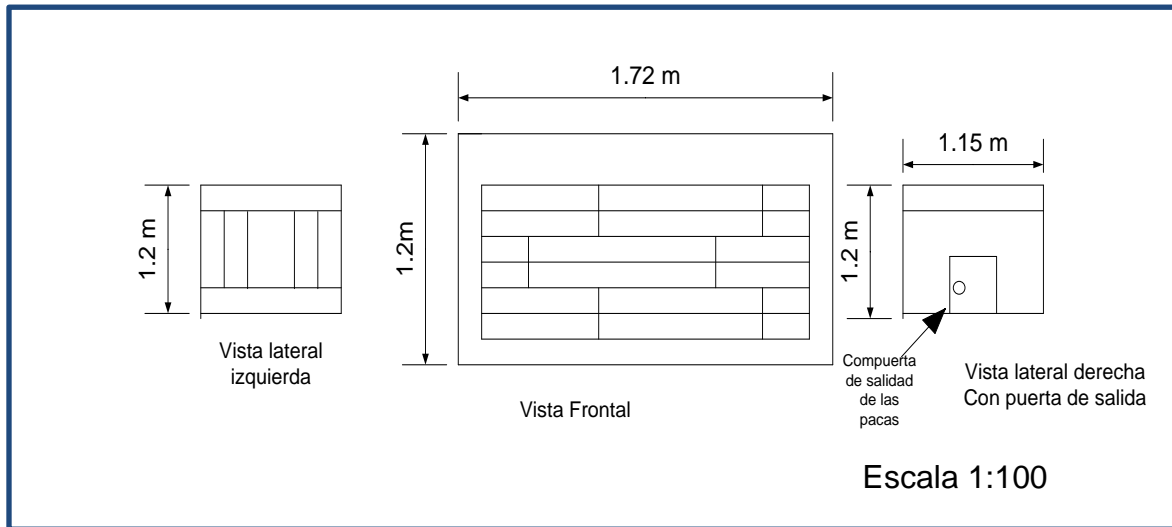


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

En la parte reforzada de las paredes laterales se debe colocar vigas tipo H en refuerzo, soldadas entrelazadas para reforzar las paredes como el piso de la jaula.

A continuación en la figura 31 se muestran las vistas de la estructura de la jaula, la cual está reforzada con vigas tipo H en todo su contorno, así como unas partes internas de esta estructura se encuentran fabricadas de acero t 500 antidesgaste, esta plancha sirve para evitar el desgaste del contacto de la chatarra y el metal, así como partes móviles como son las compuestas de compactación.

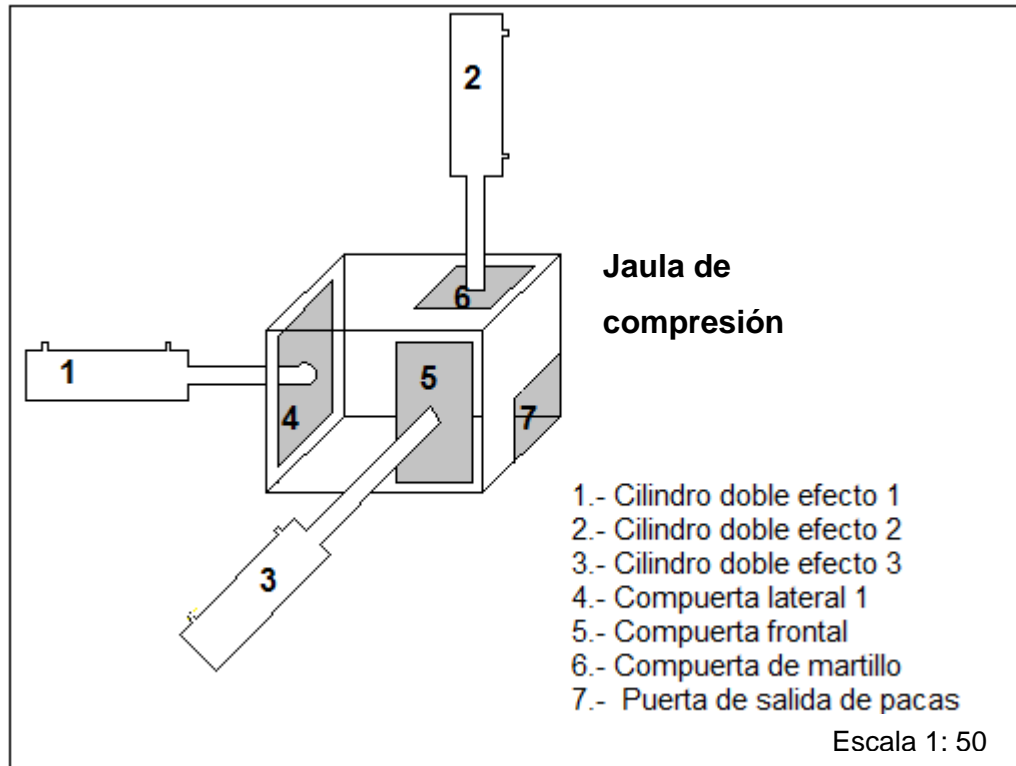
Figura 31. **Vistas de la estructura de la jaula**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

A continuación se presenta la jaula de compresión con los cilindros hidráulicos posicionados, estos cilindros van anclados por la parte trasera a la estructura de la máquina mediante columnas tipo H con soldadura eléctrica, y de la parte delantera con compuertas móviles las cuales son las encargadas de compactar el material reciclado.

Figura 32. **Jaula de compresión con cilindros hidráulicos**

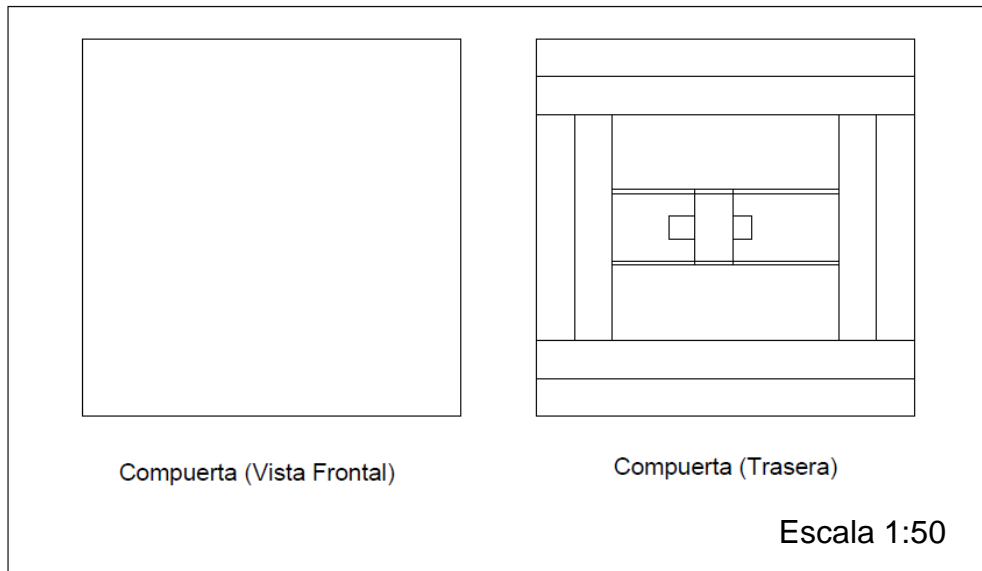


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

### 2.5.2. **Compuertas de compactación**

Las compuertas de compactación son fundamentales para el diseño ya que de estas depende la forma y el tamaño de la paca de chatarra. En el diseño se tienen tres compuertas de compactación, en las cuales la primera le da el largo, la segunda el ancho y la tercera el alto, las cuales van sujetadas a los cilindros que son los mecanismos que hacen mover a las mismas.

Figura 33. **Compuertas de compactación**

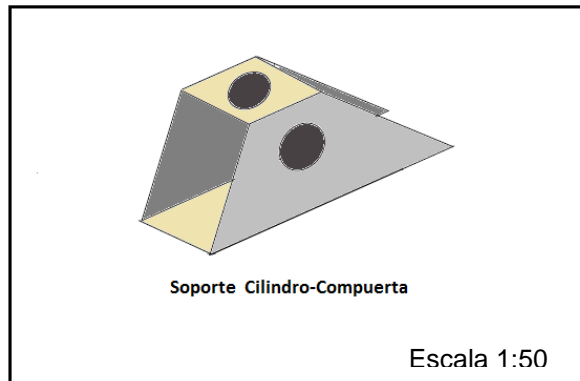


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

### **2.5.3. Soportes para cilindros**

En la parte central de la compuerta como lo muestra la figura anterior, el soporte cilindro-compuerta debe ir en la posición central de la compuerta, abarcando en ancho de la misma, en la cual va montado el cilindro sujetado con un pasador en el centro del soporte; el soporte debe ser del mismo material con la cual fue fabricada la compuerta para que la estructura sea homogénea, para la fabricación de estos cilindros es necesario contar con los diámetros de la cabeza del cilindro y las medidas de la compuerta.

Figura 34. **Soportes para cilindros**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

#### **2.5.4. Soldadura**

En toda estructura se realiza mediante un conjunto de elementos los cuales unidos entres sí, son capaces de soportar los esfuerzos que se transmiten entre las piezas, es por eso que al momento de unir las piezas se asegura que se encuentre la mejor homogeneidad entre ella, para que sea una transmisión del esfuerzo que soportan.

En ingeniería la unión de varias piezas es un procedimiento en que un metal se une por medio de una aplicación de calor, presión o una combinación de ambas.

Las soldaduras se pueden clasificar por dos categorías.

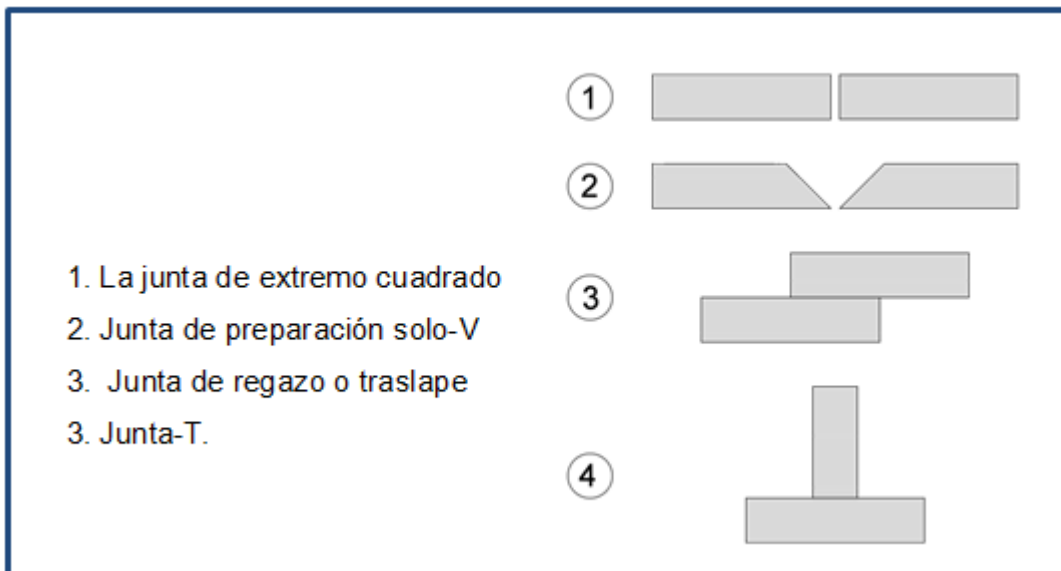
- Soldadura por presión, es la que se realiza sin la aportación de material en la cual se utiliza presión suficientemente y se ayuda por calor.



- Soldadura por fusión, esta se realiza por medio de la aplicación de calor. Las soldaduras pueden ser preparadas geoméricamente de muchas maneras diferentes. Los cinco tipos básicos de juntas de soldadura son: la junta de extremo, la junta de regazo, la junta de esquina, la junta de borde, y la junta-T.

Existen otras variaciones, como por ejemplo la preparación de juntas doble-V, caracterizadas por las dos piezas de material, cada una, afilándose a un solo punto central en la mitad de su altura. La preparación de juntas solo-U y doble-U son también bastante comunes, en lugar de tener bordes rectos como la preparación de juntas solo-V y doble-V, ellas son curvadas, teniendo la forma de una U. Las juntas de regazo también son comúnmente más que dos piezas gruesas.

Figura 35. Tipos de bisel para soldaduras



Fuente: Laboratorio de Metalografía y Soldadura -U.N.C.

Para soldar los aceros antidesgastes es recomendable utilizar electrodo manganeso XL para unir a otra placa 12M o a algun otro tipo de metal. Para unir a otro material de soporte utilizar electrodos de bajo hidrógeno y revestir el área de trabajo con el electrodo al manganeso. Se debe soldar intermitentemente para evitar elevar mucho la temperatura.

Figura 36. Normas para la selección de electrodo

NORMAS AWS A 5,1: ELECTRODOS REVENDOS PARA ACEROS AL CARBONO	
E XX Y Z	
ELEMENTO	SIGNIFICADO
<b>E</b>	Electrodo para arco eléctrico Resistencia a la tensión en
<b>Xx</b>	lbs/plg
<b>Y</b>	Posición de aplicación: 1 Cualquier posición 2 Vertical 3 Horizontal
	Característica de la corriente: 0
<b>Z</b>	CC invertida 1 CC y CA Solo invertida 2 CC (directa) y CA 3 CC y CA (directa)



Fuente Laboratorio de Metalografía y Soldadura -U.N.C.

## Intensidad de corriente

El amperaje que se debe aplicar para generar la soldadura es muy importante, de ello depende que no se pegue el electrodo, que la soldadura fluya entre las dos piezas o que no se perforen las piezas que se van a unir. En la siguiente tabla se muestran las cantidades de corriente en amperes que se deben utilizar de acuerdo al grueso de los electrodos, la intensidad de corriente aproximada para diferentes diámetros de electrodos:

Figura 37. **Intensidad de corriente para diámetros de electrodos**

Diámetro del electrodo (pulgada)	Amperios para soldadura plana	Amperios para soldadura vertical y sobre la cabeza
1/16	25-70	---
3/32	60-100	---
1/8	80-150	75-130
5/32	125-225	115-160
3/16	140-240	125-180
1/4	200-350	170-220
5/16	250-500	---
3/8	325-650	---

Fuente: elaboración propia.

## Selección de electrodo

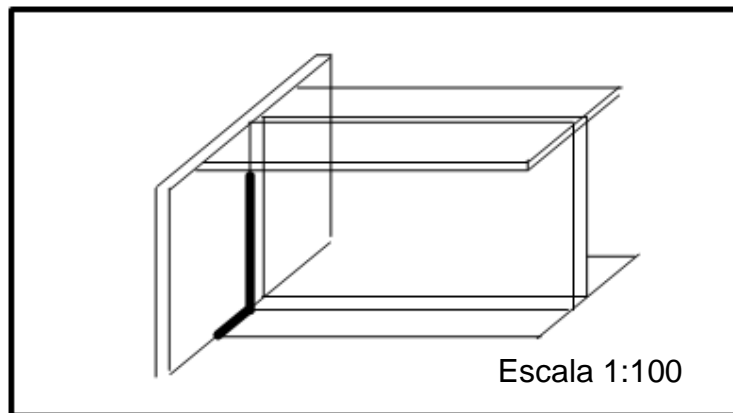
Para seleccionar el tipo de electrodo se debe tener en cuenta tanto, las propiedades mecánicas iguales o superiores al metal base y aproximadamente, la misma composición química y propiedades. A continuación se describen algunas características a tomar en cuenta.

Tabla VIII. **Aspectos a considerar antes de soldar**

Número	Aspectos a considerar
1	Propiedades mecánicas.
2	Composición química del metal base.
3	Posición de soldadura.
4	Diseño de junta, preparación y presentación.
5	Espesores y forma del metal base.
6	Corrientes de soldadura.
7	Condiciones de servicio de la unión soldada.
8	Eficiencia de producción y condiciones de trabajo.
9	Costo de la operación de soldadura.
10	Habilidad del soldador.

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Tipo de soldadura del reforzamiento de la jaula**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

Los cordones de soldadura a ser empleados para la construcción de la estructura de la compactadora serán de tipo filete.

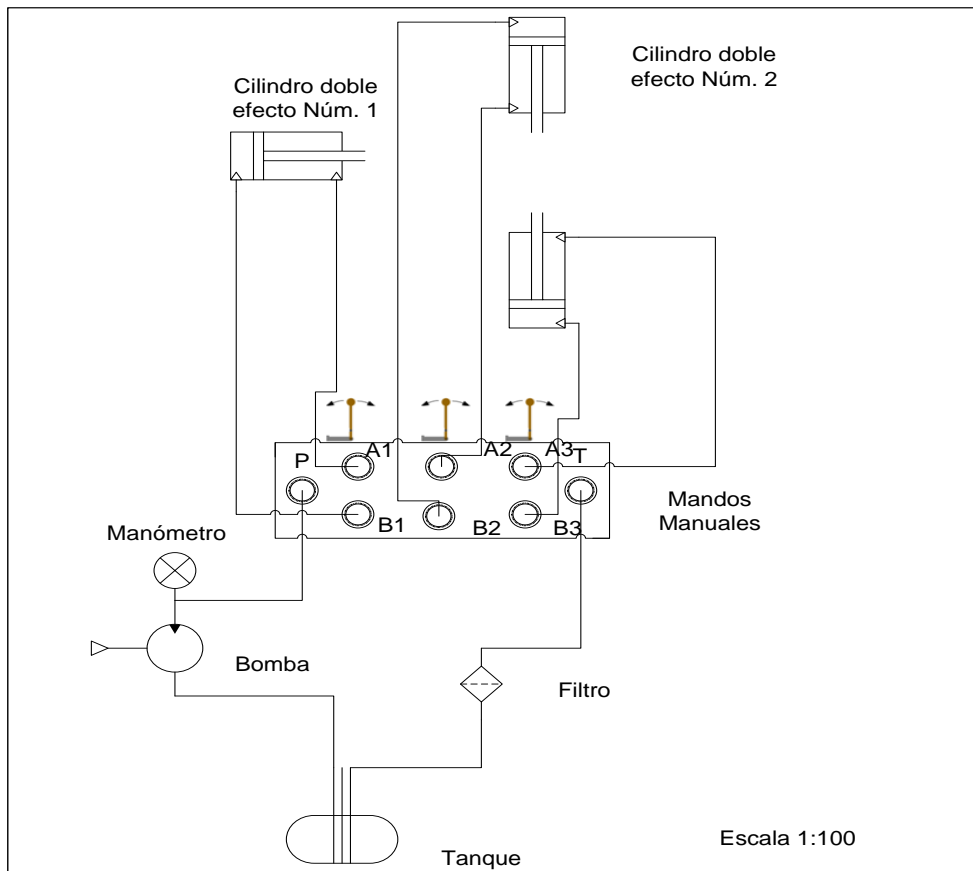
## 2.6. Planos de diseño

En el plano de circuito hidráulico, se puede observar la conexión de todos los componentes hidráulicos.

### 2.6.1. Plano de circuito hidráulico

A continuación se presenta el siguiente diagrama, tomando en cuenta la nomenclatura hidráulica.

Figura 39. Diagrama del circuito hidráulico

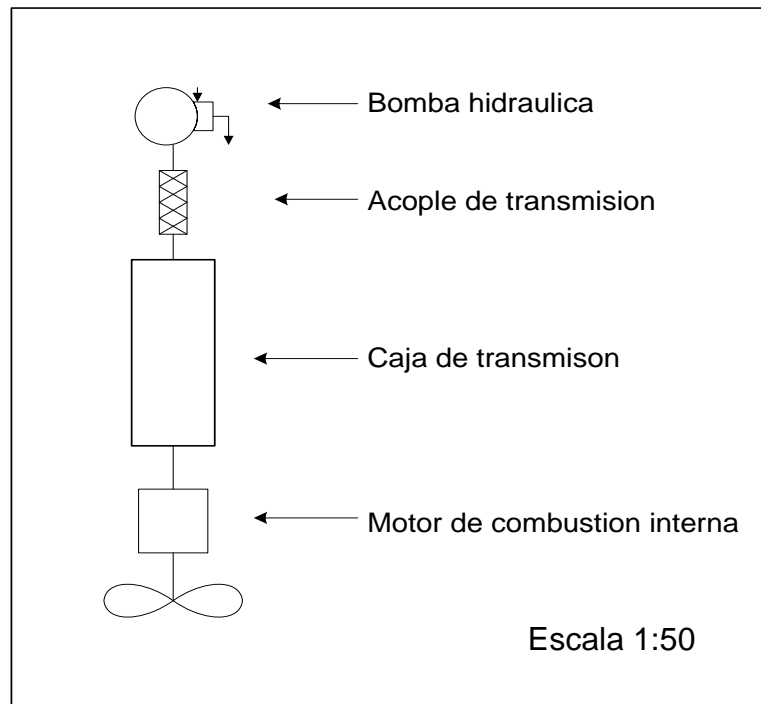


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

### 2.6.2. Plano de circuito mecánico

A continuación se presenta el circuito del sistema mecánico, conformado por motor de combustión interna, caja de transmisión, acople y adicional se presenta el posicionamiento de la bomba hidráulica impulsada por el acople a la caja de transmisión.

Figura 40. Diagrama de circuito mecánico

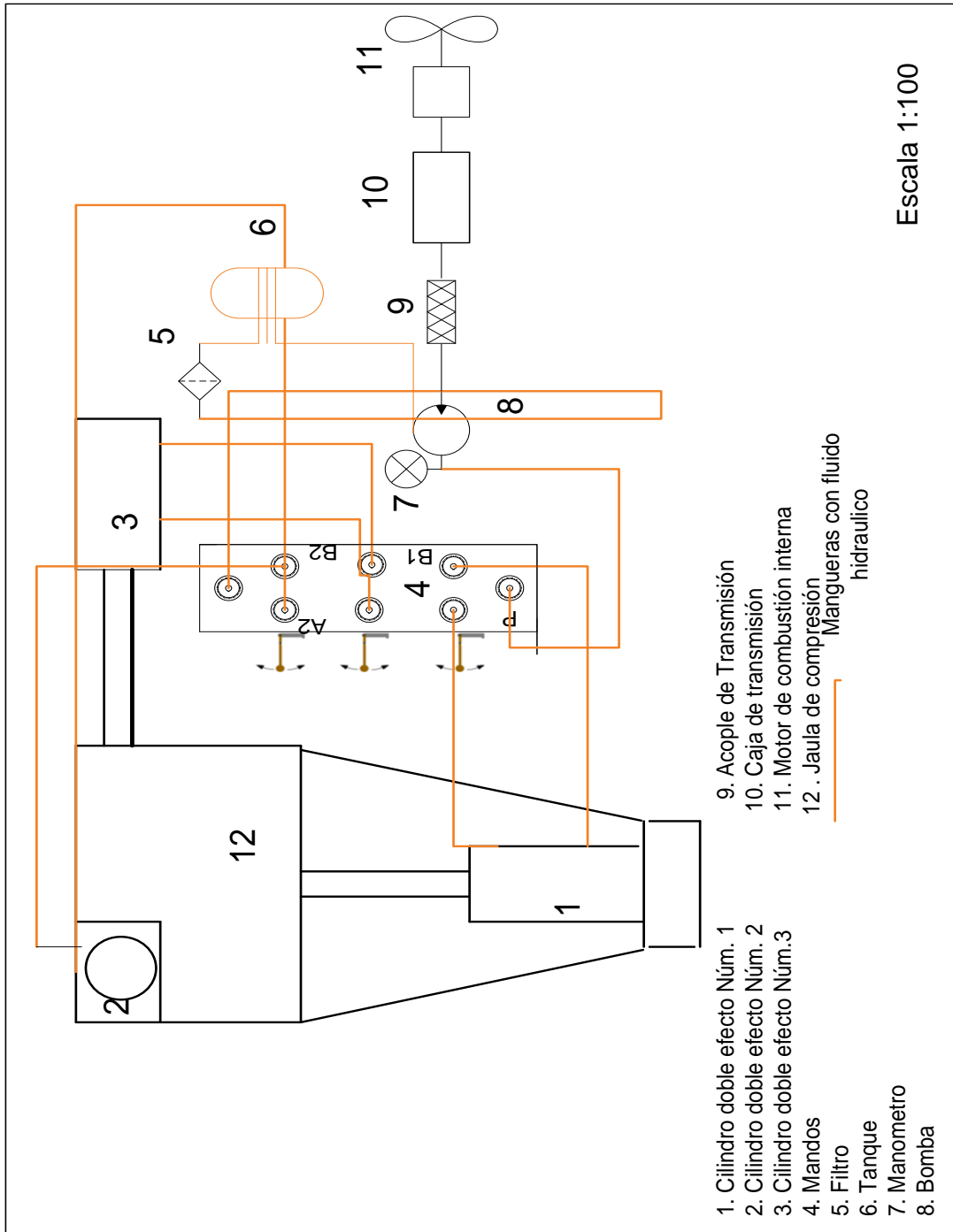


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 210.

### 2.6.3. Plano de máquina completa

A continuación se presenta el plano de la máquina completa, donde se muestran todos los componentes tanto mecánicos, como hidráulicos y las posiciones de cada uno de sus componentes.

Figura 41. Diagrama de máquina completa



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

## 2.7. Cimentación y montaje

Para la construcción de la máquina es necesaria su cimentación ya que de esta depende su estructura firme, evitar vibraciones y hundimientos del terreno.

### 2.7.1. Dimensiones y pesos

Los pesos y las medidas son calculados de acuerdo a las dimensiones de las compuertas, como a la cámara de compactación, debido a las condiciones del mercado solo se encuentran chapas de 10,16 cm de ancho, 20,32 cm de largo y 3,81 cm de espesor.

Tabla IX. **Equivalencias aproximadas y pesos de láminas de acero**

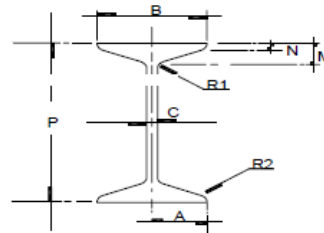
Calibre	Espesor en mm.	Espesor en pulg	Peso en Kg 4 In X 8 IN	Peso en Kg 4 In X 10 IN
29	0,33		7,9	9,9
28	0,39	1 / 64.	9,3	11,6
26	0,46		1,1	13,8
24	0,61		14,7	18,4
22	0,74	1/32.	17,8	22,3
21	0,82		19,8	24,8
20	0,89		21,5	26,9
19	1,04		25,1	31,4
18	1,22	3/16.	29,4	36,8
16	1,52	1/16.	36,6	45,8
14	1,9	5/64.	45,7	57,1
13	2,29	3/32.	55,2	69
12	2,67	7/64.	64,3	80,4
11	3,05	1/8.	73,4	91,8
10	3,43	9/64.	86,2	103,3
7	4,76	3/16.	110	140
3	6,35	1/4.	150,4	188
0	7,94	5/16.	188	235

Fuente: TECNIACEROS de Guatemala.



Tabla X. **Equivalencias aproximadas y pesos de vigas de acero**

## VIGAS DE ACERO



PERALTE P	PESO	DIMENSIONES						
		B	A	C	M	N	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
mm	Kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
76.2	8.48	59.2	27.50	4.3	8.9	4.30	6.8	2.6
100.0	8.32	50.0	22.75	4.5	6.8	5.21	4.5	2.7
101.6	11.46	67.6	31.40	4.8	10.1	4.8	7.4	2.9
120.0	11.20	58.0	26.45	5.1	7.7	5.85	5.1	3.1
127.0	14.88	76.2	35.50	5.3	11.3	5.30	7.9	3.2
152.4	18.60	84.6	39.40	5.8	12.4	5.80	8.4	3.5
160.0	17.90	74.0	33.85	6.3	9.5	7.13	6.3	3.8
177.8	22.77	93.0	43.30	6.4	13.6	6.40	8.9	3.8
200.0	26.30	90.0	41.25	7.5	11.3	8.41	7.5	4.5
203.2	27.38	101.6	47.40	6.9	14.7	6.90	9.4	4.1
228.6	32.44	110.0	51.30	7.4	15.9	7.40	9.9	4.4
254.0	37.80	118.3	55.20	7.9	17.1	7.90	10.4	4.7

Fuente. TECNIACEROS de Guatemala.

Tabla XI. **Dimensiones y pesos**

Núm.	tipo	Medidas	Espesor	Peso	Total (Libras)
5	Chapas de acero	10,16 cm X 20,32 cm	3,81 cm	2 017,67 kg	10 088,35
	Vigas tipo H	73 m	7,5 mm	26,30 kg/m	4 183,95
	Soldadura			100	100
	Caja, tanque, bomba			500	500
	Motor			500	500
	Cilindros			1 000	1 000
	Accesorios			200	200
				<b>Total</b>	<b>16 572,3</b>

Fuente: elaboración propia.

En total la maquina abarca un espacio de 5,50 m de alto por 5,10 m de largo y pesa un aproximado de 8 toneladas.

### 2.7.2. Estudio de suelos

En este proyecto se recomienda hacer un ensayo de compresión triaxial, el cual sirve para analizar la respuesta de un suelo, al esfuerzo por compresión cuando este tiene además fuerzas en forma perpendicular a su eje, es decir, cuando la muestra tiene compresión en sus paredes laterales, mediante este ensayo ya se procede a calcular el valor soporte del suelo, ver estudio en apéndice 1.

Cálculo del valor soporte del suelo según trabajo de graduación de Susana Yanneth Sunun Monzon, titulado *Diseño de edificio escolar para el cantón la vega y propuesta de mejoras al sistema de agua potable de la aldea San Lorenzo El Tejar. Municipio de Pastores Sacatepéquez.*

Datos

$\phi$  (ángulo de fricción interna) = 29,07

$\gamma$  (peso específico del suelo) = 1,26 Ton/m<sup>3</sup>

C (coeficiente de cohesión) = 0,5 m

Df (cota de cimentación o desplante) = 0,25m

Fórmula

$$q_h = C \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c + q_0 \cdot N_q \cdot d_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot S_\gamma$$

Dónde:

qh = presión total neta

C = coeficiente de cohesión

Nc, Nq y Ny = factores de capacidad de carga de Terezaghi (Anexo 1)

qo =  $\gamma \cdot D_f$  (presión vertical del terreno)

B = base del cimiento

$$S_c = 1 + 0,2 \left( \frac{B}{L} \right) * \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0,1 \left( \frac{B}{L} \right) * \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$d_c = 1 + 0,2 \left( \frac{D_f}{B} \right) * \text{tg} \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1 \left( \frac{D_f}{B} \right) * \text{tg} \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$S_c = 1 + 0,2 \left( \frac{5,1}{5,5} \right) * \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{29}{2} \right) = 1,53$$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0,1 \left( \frac{5,1}{5,5} \right) * \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{29}{2} \right) = 1,27$$

$$d_c = 1 + 0,2 \left( \frac{0,25}{5,1} \right) * \text{tg} \left( 45 + \frac{29}{2} \right) = 1,02$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1 \left( \frac{0,25}{5,1} \right) * \text{tg} \left( 45 + \frac{29}{2} \right) = 1,01$$

Según anexo 1 Factores de Capacidad de carga

$$N_c = 30,14$$

$$N_q = 18,40$$

$$N_\gamma = 22,4$$

$$q_o = \gamma \cdot D_f = (1,26)(0,25) = 0,315$$

$$q_{h_1} = 0 + 0.315 \cdot 16,44 \cdot 1,01 \cdot 1,27 + \frac{1}{2} \cdot 5,1 \cdot 1,26 \cdot 19,34 \cdot 1,01 \cdot 1,27 = 86,34 \text{ T/m}^3$$

Aplicando un factor de seguridad = 3

$$q_h = \frac{86,34}{3} = 28,78 \frac{T}{m^2} \text{ aproximado a } 25 \frac{T}{m^2}$$

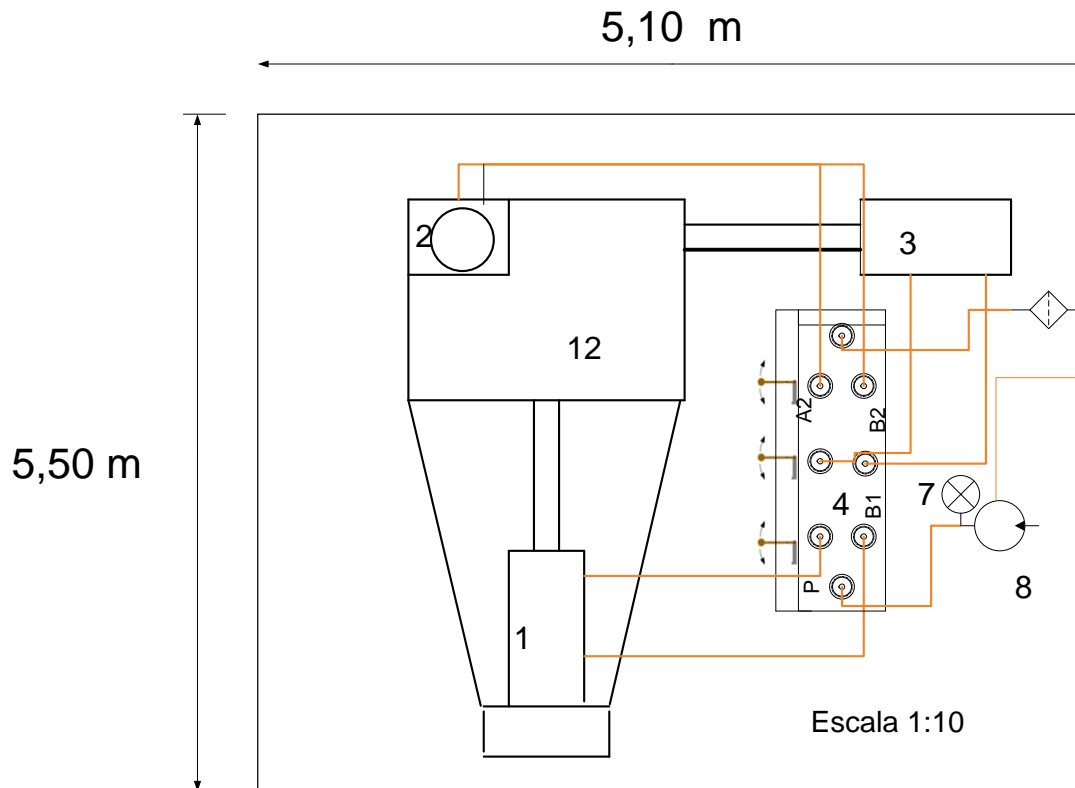
El valor soporte del suelo es aproximadamente 25 toneladas por metros cuadrados, por tal motivo el suelo soporta perfectamente, el peso de la máquina y no hay necesidad de hacer compactación de suelos, solo se necesita hacer una nivelación del suelo y posteriormente hacer la cimentación, a continuación se presentarán los lineamientos necesarios para su elaboración.

### **2.7.3. Cimentación**

Las cimentaciones de los equipos se deben diseñar evitando transmitir al terreno esfuerzos superiores a su capacidad de carga, de acuerdo a lo indicado en el estudio de mecánica de suelos. La cimentación será con base en un bloque monolítico de concreto, reforzado con pendiente mínima al centro del claro del 1 % para evitar encharcamientos; con las dimensiones necesarias para alojar toda la máquina.

Por lo que la forma y medidas totales de la máquina definirán la forma y longitudes de la cimentación, siempre y cuando la estructura de la máquina sea balanceada. De acuerdo con los planos aprobados por el fabricante de los equipos, la cimentación debe contener las anclas en su posición exacta, previéndose el entiesamiento y rigidización de la máquina para su montaje de acuerdo con su diseño.

Figura 42. Área que ocupará la cimentación



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

Diseño de la zapata según el trabajo de graduación de Esvin Rafael Ávila Pernillo.

Datos:

$$f'c = 210 \frac{kg}{cm^2} \text{ (resistencia del concreto)}$$

$$Fy = 2\,810 \frac{kg}{cm^2} \text{ (límite de fluencia del acero)}$$

$$Mux = 7,617 \text{ ton} \cdot \text{m} \text{ (momento último en el sentido X-X)}$$

$$Muy = 15,92 \text{ ton} \cdot \text{m} \text{ (momento último en el sentido Y-Y)}$$

$P_u = 30,40 \text{ ton}$  (carga axial)

$\delta_c = 2,40 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  (peso específico del concreto)

$V_s = 30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$  (valor soporte del suelo)

$\delta_s = 1,83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$  (peso específico del suelo)

$F_{cu} = 1,50$  (factor de carga última)

Diseño del área de zapata

$$P' = \frac{p_u}{f_{CU}} = \frac{5,443}{1,5} = 3,628$$

Donde:

$P'$  = carga de servicio

$P_u$  = carga última

$F_{cu}$  = factor de carga última

De la misma manera se obtienen los momentos de servicio:

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{F_{cu}} = \frac{2}{1,5} = 1,33 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{F_{cu}} = \frac{2}{1,5} = 1,33 \text{ ton} - \text{m}$$

Dónde:

$M_{tx}$  = momento de servicio en el sentido en el sentido X-X

$M_{ty}$  = momento de servicio en el sentido en el sentido Y-Y

$M_{ux}$  = momento último en el sentido X-X

Muy = momento último en el sentido Y-Y

Fcu = factor de carga última

La forma de la Zapata está limitado por la distribución en planta de las máquinas

$$\text{Área} = 5,1 \times 5,5 = 28,05$$

Revisión de la presión sobre el suelo

$$P = P' + Ps + Pcol + Pcim$$

Dónde:

P = Integración total de cargas actuantes

P' = carga de servicio Ps = (Az \* desplante \*  $\delta_s$  )

Pcol = (sección de la columna \* alto columna \*  $\delta_c$  )

Pcim = (Az \* espesor asumido \*  $\delta_c$  )

$$P' = 20,27 \text{ ton}$$

$$Ps = (1,5\text{m} * 1,5\text{m}) * 1,65\text{m} * 1,83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 6,80 \text{ ton}$$

$$Pcol = (0,5\text{m} * 0,5\text{m}) * 5,38 \text{ m} * 2,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 3,22 \text{ ton}$$

$$Pcim = (1,5\text{m} * 1,5\text{m}) * 0,5 \text{ m} * 2,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = \underline{2,70 \text{ ton}}$$

$$P = 32,99 \text{ ton}$$

Debido a que existen carga y flexión biaxial las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy}$$

Dónde:

q = presión de diseño

Az = área de la zapata

Mtx = momento de servicio en el sentido en el sentido X-X

Mty = momento de servicio en el sentido en el sentido Y-Y

Sx = módulo de sección en el sentido indicado

Entonces se tiene:

$$q = \frac{20,46}{28,05} \pm \frac{1,33}{\frac{1}{6}(5,1)(5,5)^2} \pm \frac{1,33}{\frac{1}{6}(5,1)(5,5)^2}$$

$$q = 0,729 \pm 0,0517 \pm 0,0517$$

$$q_{\max} = 0,832 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\min} = 0,626 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Lo que indica que:

$$q_{\max} > V_s$$

Excede el valor soporte del suelo, esto no debe suceder, entonces se debe aumentar el área de zapata para absorber dichas presiones.

$$q_{\min} < 0$$

Indica que existen presiones de tensión.

Diseño de acero

$$A_{s\min} = \frac{14,1 * b * d}{F_y}$$

$$A_{s\min} = \frac{14,1 * 510 * 25}{2810} = 63,97 \text{ cm}^2$$

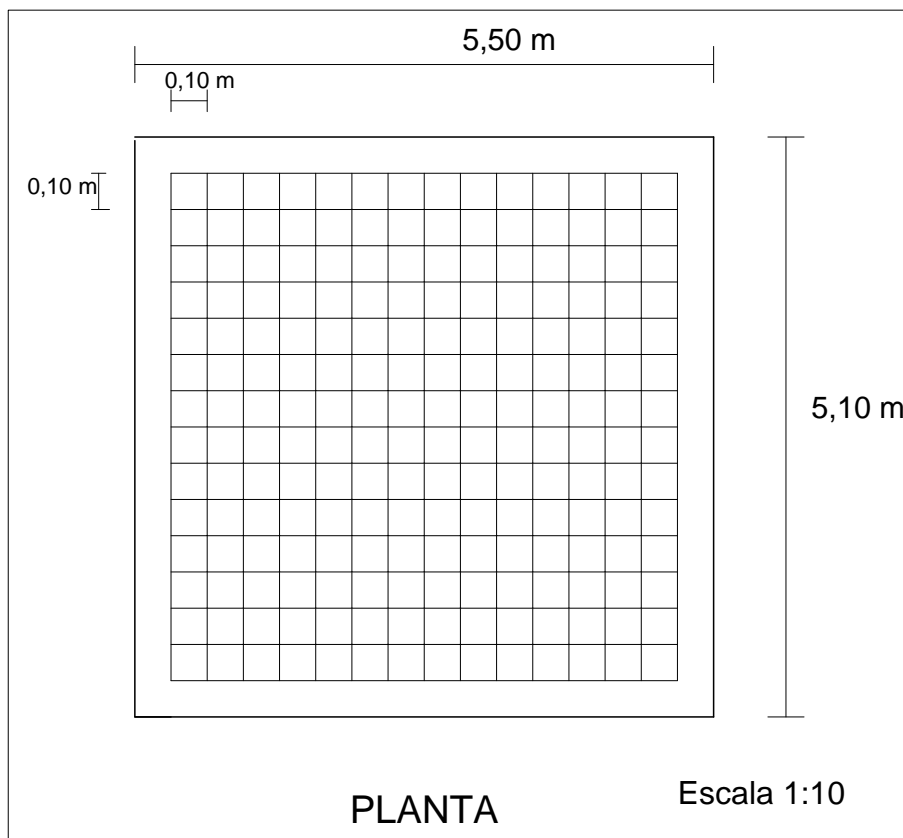


Área Varilla Núm. 4= 1,27

$$\text{Espaciamiento} = \frac{\text{Longitud}}{\frac{\text{Area Total}}{\text{Area varilla}}} = \frac{510}{\frac{63,97}{1,27}} = 10,12 \text{ aproximado } 10 \text{ cm}$$

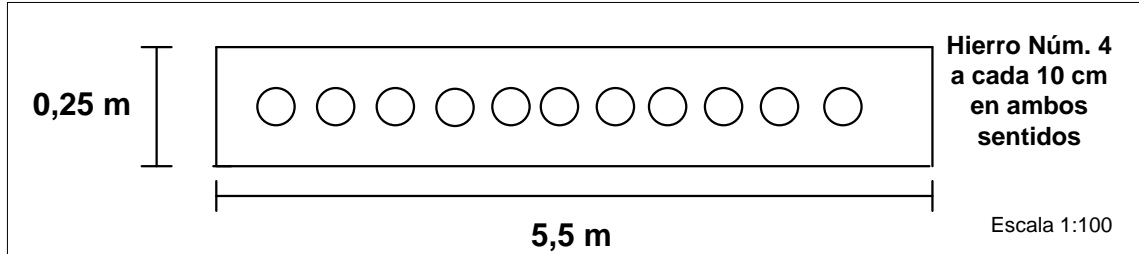
Como el área de acero requerido por el momento flector, es menor a el acero mínimo, se utiliza el acero mínimo en el sentido X y el sentido Y. Colocar varilla Núm. 4 a cada 10 cm en el sentido “X” y el sentido “Y”.

Figura 43. **Detalle de armado**



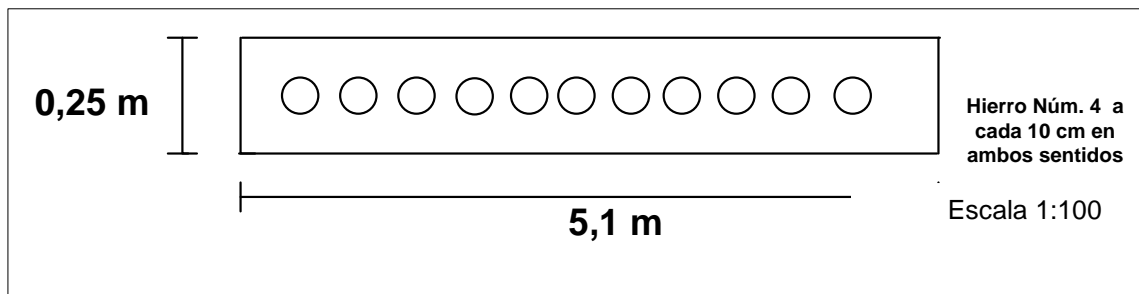
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

Figura 44. **Perfil Y-Y de la losa**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

Figura 45. **Perfil X-X de la losa**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

#### 2.7.4. Anclaje

El sistema de anclaje en una instalación de maquinaria es fundamental ya que esta depende de la fijación, el anclaje es un elemento o conjunto de elementos que, introducidos en un orificio realizado en el soporte, queda fijado como parte del mismo por presión lateral.

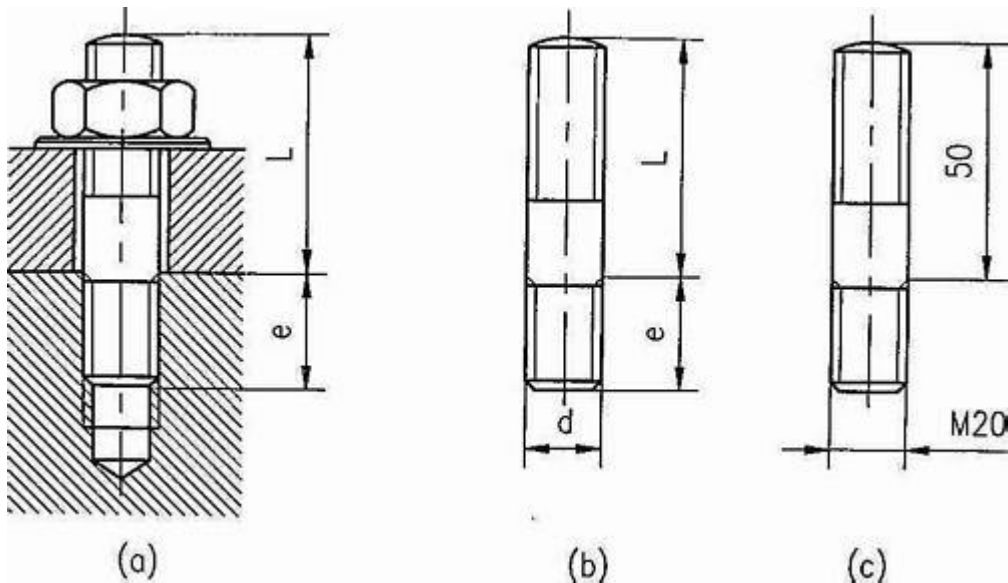
La gama de anclajes adecuados depende principalmente del tipo y la resistencia del material base. Siempre que sea posible se debe realizar la fijación sobre hormigón, por resistencia y predictibilidad del hormigón se debe conocer la dureza.

Las anclas deben ser de acero estructural y cumplir con las especificaciones de la norma vigente NMX-B-254- 1987 (en las calidades equivalentes a ASTM A-36, ASTM A-307 grado A y ASTM A- 449).

Las roscas y las cabezas de la tuercas deben cumplir con las especificaciones de los documentos normativos vigentes ASME B1.1 (1989) y ASME B18.2.1 (1996); las cabezas de las tuercas deben ser de acero y cumplir las especificaciones contenidas en la norma vigente NMX-B- 254-1987 (con la calidad equivalente a ASTM A-307 grado A).

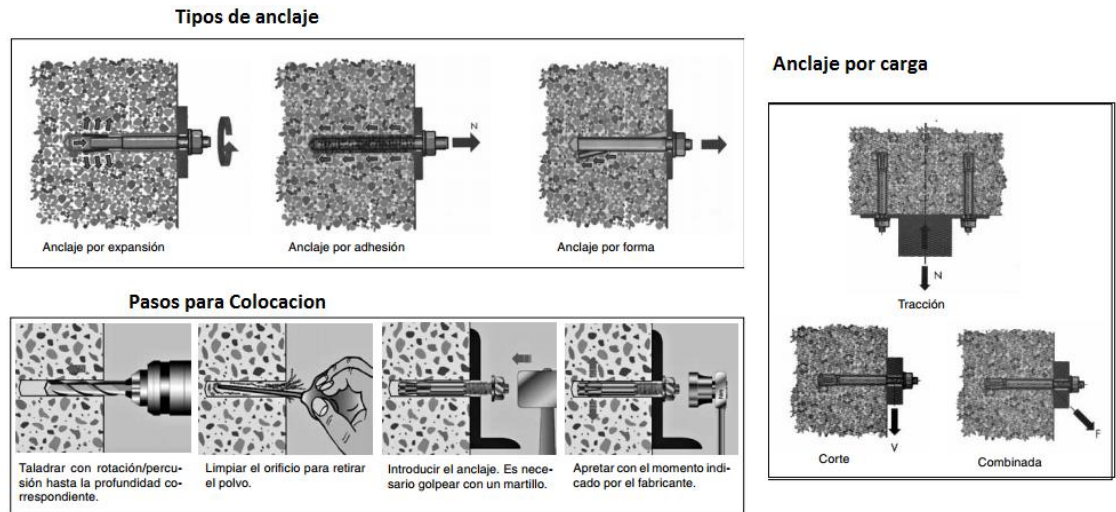
Las arandelas deben cumplir con las especificaciones contenidas en la norma vigente NMX-B-254- 1987 (con la calidad equivalente a ASTM A-325).

Tabla XII. **Espárragos de anclajes**



Fuente: Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo. *Espárragos*. p. 9.

Figura 46. Tipo de colocación de los anclajes



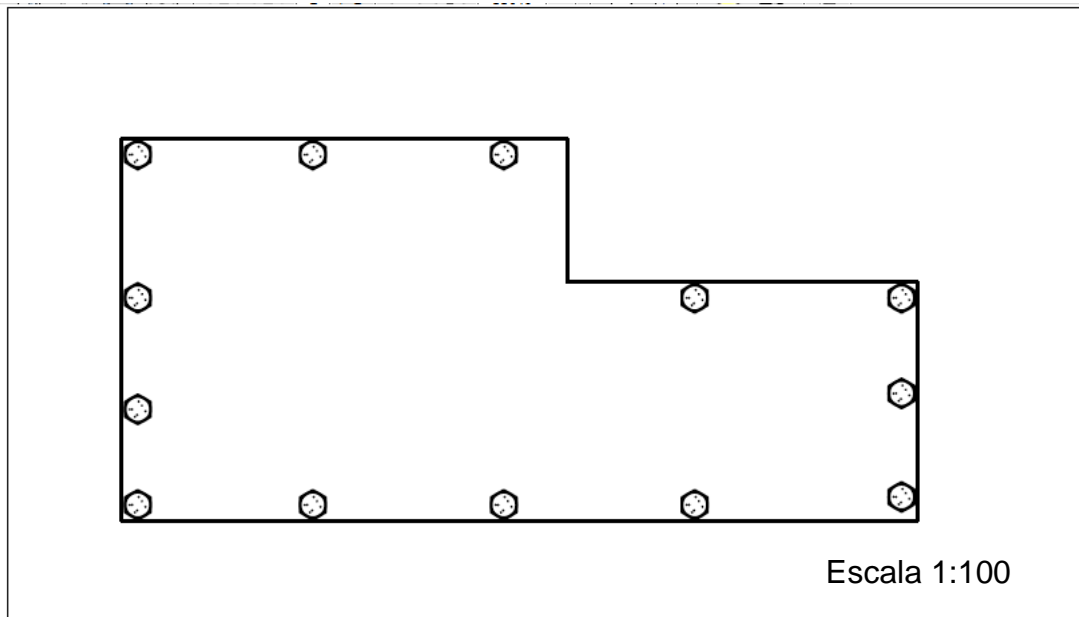
Fuente: Tabla proporcionada por Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo.

Pasos para la fijación de anclajes:

- Colocar la varilla de profundidad del taladro y perfore la profundidad requerida; limpiar. Usar aire comprimido o succión; al usar una broca de diamante; limpiar el agujero con agua y remover inmediatamente.
- Si el anclaje es químico vierta dentro del agujero y colocar una tuerca, arandela y contra tuerca, en la punta de la varilla. Apretar las tuercas unidas, no tocar ni cargar el anclaje hasta que el tiempo de curado se haya cumplido.

Para la colocación de los pernos se deberán hacerlo de acuerdo a la figura siguiente.

Figura 47. **Distribución de los pernos en la instalación de la máquina**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2010.

### **2.7.5. Sistemas antivibratorio**

En las máquinas de impactos son influenciadas negativamente por las vibraciones provenientes del entorno. En los sistemas antivibratorios habitualmente se monta la máquina fija sobre una losa de hormigón o una placa de acero, para aumentar su rigidez torsional y su precisión operación.

Si bien las máquinas herramientas de compactación (martillos, prensas) utilizan la energía cinética elevada para el conformado de metales, donde se disipa parte de esta energía en el suelo, provocando allí los niveles de vibración más bien altas, sin embargo, en el caso del proceso de conformación en frío es la repentina liberación de las tensiones - construido en el bastidor de la prensa durante la operación de prensado - al cortar a través del material.

Figura 48. **Soporte antivibratorio: amortiguador de muelle para prensas**



Fuente: Direct Industry. p. 78.

El sistema antivibratorio va instalado en la jaula de compresión directamente en la posición del martillo de compactación, este va anclado a la cimentación y atornillado a la estructura.

### **2.7.6. Mantenimiento**

El sistema de mantenimiento es vital para cualquier maquinaria ya que de este depende el funcionamiento de esta, evitando las pérdidas del equipo y pérdidas económicas por mal mantenimiento, existen varios tipos de mantenimientos como lo son: correctivo, predictivos y preventivos, los cuales se pueden utilizar para el mejor funcionamiento de la máquina.

A continuación se muestra el mantenimiento preventivo el cual es necesario implementar para el buen funcionamiento del sistema, este mantenimiento se divide dentro de los principales componentes.

Tabla XIII. **Mantenimiento circuito hidráulico**

Descripción	Periodo	Mantenimiento
Filtro	Cada 300 hora de servicio	Cambio del filtro de aceite, y verificación del aceite
Tanque	Cada año	Desmonte y limpieza del tanque
Mangueras	Revisión semanal	Revisión de fugas de aceite y rozamiento de otras piezas
Manómetros	Cada 6 meses	Verificación del estado del manómetro cambiarlo por otro para verificar su precisión
Aceite	Cada 6 meses	Cambio de aceite quitar el tapón de drenaje del tanque hasta que salga todo el aceite agregar un poco de aceite, y arrancar por unos segundos el sistema y volver a drenar el aceite y llenarlo con nuevo aceite

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Mantenimiento del sistema mecánico**

Descripción	Periodo	Mantenimiento
Motor	Cambio de aceite cada 400 horas	Cambio de aceite y filtros del sistema
Trasmisión	Cambio de aceite cada 600 horas	Cambio del aceite de la caja de trasmisión
Inspección visual	Cada día	Inspección visual como auditiva cada día del sistema de motor y transmisión como revisión de agua y aceite

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Mantenimiento del sistema estructural**

Descripción	Periodo	Mantenimiento
Guías de compuerta	Cada 4 horas	Engrasar las guías de la compuerta
Inspección visual	Cada día	Inspección visual de la estructura verificando sus uniones

Fuente: elaboración propia.





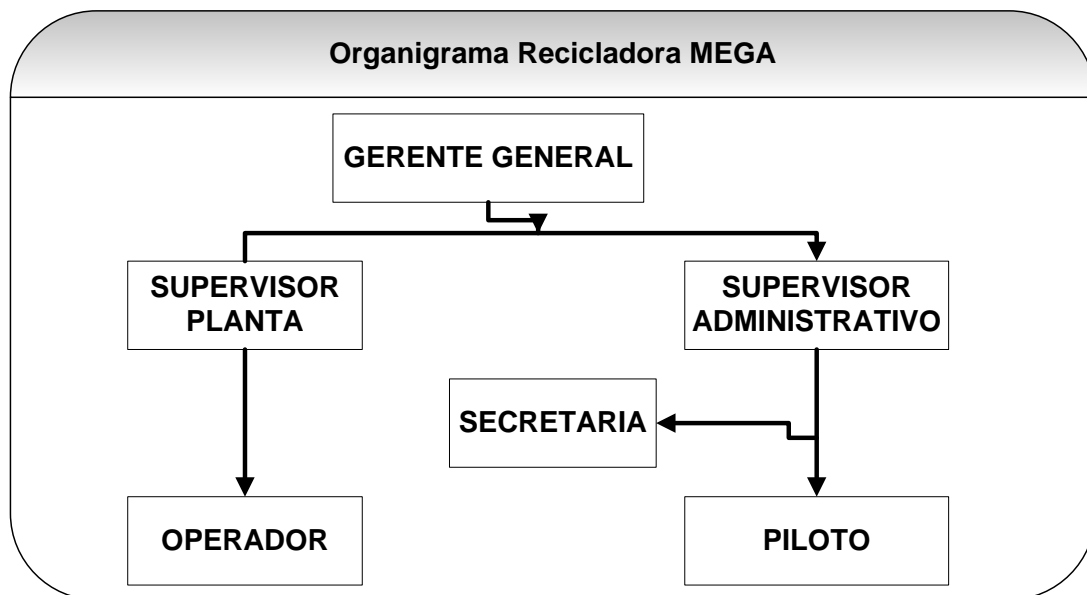
### 3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL

El estudio administrativo legal trata sobre la estructura organizacional de la empresa, los aspectos legales de la inscripción de una empresa, como el perfil adecuado para elegir el personal que estará a cargo del manejo de la máquina.

#### 3.1. Estructura organizacional

El organigrama de la recicladora MEGA está compuesto de cuatro niveles de jerarquía, el primer nivel está el gerente general, en el segundo nivel se encuentran los supervisores, tanto de planta como administrativo, en el tercer nivel y cuarto de encuentra el nivel operativo.

Figura 49. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1. Misión de la empresa**

“Hacer de nuestra empresa líder a nivel Nacional en la recolección y venta de chatarra, comprometidos con nuestros clientes, la sociedad y el cuidado del medio ambiente”.

### **3.1.2. Visión de la empresa**

“Ser la empresa líder a Nivel Nacional e internacional en el manejo y recolección de chatarra identificados y comprometidos con la sociedad y en la superación de nuestros clientes”.

## **3.2. Aspectos legales**

Los aspectos legales son importantes al momento de crear una empresa, ya que son los pasos que se deben hacer formalmente, para adquirir personalidad jurídica

### **3.2.1. Inscripción legal de la empresa**

Artículo 655 del Código de Comercio de Guatemala, se entiende por empresa mercantil el conjunto de trabajo, de elementos materiales y de valores incorpóreos coordinados, para ofrecer al público, con propósito de lucro y de manera sistemática, bienes o servicios.

Requisitos para la inscripción de empresas mercantiles:

- Comprar un formulario de solicitud de inscripción de comerciante individual y de empresa mercantil en cualquier agencia del Banco de Desarrollo Rural, S. A. Tiene un valor de Q 2,00, o bien descargar y llenar en la

página del Registro Mercantil [www.registromercantil.gob.gt](http://www.registromercantil.gob.gt) la solicitud de inscripción de comerciante individual y empresa mercantil –RM-03-. Imprimir la solicitud también puede descargarse e imprimirse para llenar la información a página.

- Pagar en cualquier agencia del Banco de Desarrollo Rural S. A. Q 100,00 para la inscripción de la empresa.
- Presentar en las ventanillas de atención al usuario del Registro Mercantil, en un folder tamaño oficio con pestaña lo siguiente:
  - El formulario o la solicitud con la información completa requerida firmado por el solicitante y con legalización notarial de dicha firma.
  - Fotocopia de su documento de identificación (DPI).
  - Recibo del pago efectuado en el banco.

### **3.2.2. Contratación de personal**

Un contrato de personal se hace mediante un contrato individual de trabajo, por el cual una persona física llamada (trabajador) queda obligada a prestar a otra (patrono), sus servicios personales a cambio de una retribución de cualquier clase o forma.

Es necesario que todos los trabajadores y patronos suscriban un contrato individual de trabajo que sirva de respaldo jurídico al inicio de la relación de trabajo, el contrato puede ser por tiempo indefinido, a plazo fijo. Sin embargo,

se debe seguir el protocolo de contratación de personal para efectuar antes dicho contrato.

- Según el Código de Trabajo el contrato individual de trabajo, sea cual fuere su denominación, es el vínculo económico-jurídico mediante el cual una persona (trabajador), queda obligada a prestar a otra (patrono), sus servicios personales o a ejecutarle una obra, personalmente, bajo la dependencia continuada y dirección inmediata o delegada de esta última, a cambio de una retribución de cualquier clase o forma.
- En el caso de los gerentes, directores, administradores, superintendentes, jefes generales de empresa, técnicos y demás trabajadores de categoría análoga a las enumeradas, dicha delegación puede, incluso, recaer en el propio trabajador.
- La exclusividad para la prestación de los servicios o ejecución de una obra, no es característica esencial de los contratos de trabajo, salvo en caso de incompatibilidad entre dos o más relaciones laborales, y solo puede exigirse cuando así se haya convenido expresamente en el acto de la celebración del contrato.
- La circunstancia de que el contrato de trabajo se ajustare en un mismo documento con otro contrato de índole diferente o en concurrencia con otro u otros, no le hace perder su naturaleza y por lo tanto a la respectiva relación le son aplicables las disposiciones de este código.

Según el artículo 29 del Código de Trabajo, el contrato escrito de trabajo debe contener:

- “Los nombres, apellidos, edad, sexo, estado civil, nacionalidad y vecindad de los contratantes”.
- “La fecha de la iniciación de la relación de trabajo”.
- “La indicación de los servicios que el trabajador se obliga a prestar. El lugar o los lugares donde deben prestarse los servicios o ejecutarse la obra”.
- “La designación precisa del lugar donde viva el trabajador cuando se le contrata para prestar sus servicios o ejecutar una obra en lugar distinto de aquel donde viva habitualmente”.
- “La duración del contrato o la expresión de ser por tiempo indefinido o para la ejecución de obra determinada”.
- “El tiempo de la jornada de trabajo y las horas en que debe prestarse”.
- “El salario, beneficio, comisión o participación que debe recibir el trabajador; si se debe calcular por unidad de tiempo, por unidad de obra o de alguna otra manera, y la forma, período y lugar de pago. En los casos en que se estipule que el salario se ha de pagar por unidad de obra, se debe hacer constar la cantidad y calidad de material, las herramientas y útiles que el patrono convenga en proporcionar y el estado de conservación de los mismos, así como el tiempo que el trabajador pueda tenerlos a su disposición. El patrono no puede exigir del trabajador cantidad alguna por concepto de desgaste normal o destrucción accidental de las herramientas, como consecuencia de su uso en el trabajo”.

- “Las demás estipulaciones legales en que convengan las partes”.
- “El lugar y la fecha de celebración del contrato; y las firmas de los contratantes o la impresión digital de los que no sepan o no puedan firmar, y el número de DPI”.

### **3.2.3. Prestaciones legales**

Según la Constitución Política de la Republica en cuyo artículo 102 se establece las prestaciones mínimas, las cuales un patrono está obligado a darles a sus trabajadores, de las que se pueden mencionar.

-Aguinaldo (Decreto 76-78), “es un beneficio económico anual el cual todo patrono debe pagar a los trabajadores, esto es el equivalente a no menor del cien por ciento del salario mensual, esta prestación tiene por objeto sufragar los gastos de final de año o fiestas navideñas, las fechas que cubre esta prestación están entre el 01 de diciembre al 30 de noviembre del siguiente año, de igual manera si un trabajador solo ha trabajado una fracción de ese tiempo, se le pagará de forma proporcional sobre su sueldo base”.

- Bono 14, “es una bonificación anual que todo patrono debe de pagar a sus trabajadores, es equivalente al cien por ciento del salario ordinario se le denomina bono 14, Éste da derecho al trabajador a devengar un sueldo base anual, siempre y cuando su relación laboral haya tenga cumplidos 12 meses laborados entre las fechas del 01 de julio al 30 de junio del siguiente año, caso contrario, el cálculo se haría de forma proporcional”.

- Vacaciones, “todo trabajador después de un año de servicios al mismo patrono tiene el derecho a gozar de quince días hábiles de descanso

remunerados, las vacaciones no son compensables en dinero, únicamente para efecto de cálculo de indemnización”.

El Código de Trabajo establece que la concesión de vacaciones se debe dejar testimonio escrito a petición del patrono o del trabajador. Tratándose de empresas particulares se presume, salvo prueba en contrario, que las vacaciones no han sido otorgadas si el patrono a requerimiento de las autoridades de trabajo, no muestra la respectiva constancia firmada por el interesado o con su impresión digital, si no sabe hacerlo.

-Bonificación incentivo, “se crea la bonificación e incentivo bajo el Decreto 78-79 para los trabajadores del sector privado con el objetivo de estimular y aumentar la productividad y eficiencia. El monto de la bonificación incentivo fue de Q 250,00 que se debe pagar a los empleados junto con el sueldo mensual devengado”.

-Indemnización “la ley establece que el trabajador puede reclamar su indemnización en caso de despido por parte de su empleador, en el caso de ser el trabajador que renuncie a su empleo, el patrono no está obligado a pagar dicha prestación”.

#### **3.2.4. Ley del Impuesto al Valor Agregado (IVA)**

Es un impuesto directo al consumo los que realmente pagan el IVA son los consumidores finales de cualquier tipo de bienes y servicios, su pago es obligatorio para toda persona individual o jurídica, en esta ley pagaran el impuesto con una tarifa del doce por ciento (12 %) sobre la base disponible. La Constitución Política de Guatemala indica, en su artículo 171, que el Impuesto al Valor Agregado se establece sobre los actos y contratos gravados por las



normas de la presente ley, cuya administración, control, recaudación y fiscalización corresponde a la Dirección General de Rentas Internas de la Superintendencia de Administración Tributaria SAT.

### 3.2.5. Ley del Impuesto Sobre la Renta

Es el impuesto el cual recae sobre las rentas o ganancias de cualquier actividad económica, el objetivo del impuesto cae sobre la obtención de renta que de manera general considera la renta de, toda persona individual o jurídica nacional o extranjera, domiciliada o no en el país la inversión de capital, del trabajo o de la combinación de ambos. Y todas las rentas y ganancias de capital obtenidas en el territorio nacional.

Tabla XVI. **Estructura del ISR**

Estructura del ISR	
Régimen General Artículo 44	Retención 5 %, o pagos directos a SAT
Régimen Optativo Artículo 72	Régimen de pago del 31 % por pagos trimestrales y liquidación anual
Régimen de Asalariados Artículos 37 y 43	Pago de impuesto conforme escala progresiva de tarifas por el empleador

Fuente: elaboración propia.

#### Régimen de pago

Las personas jurídicas y las individuales domiciliadas en Guatemala, así como los otros patrimonios afectos y entes a que se refiere el segundo párrafo del artículo 3 de esta ley, que desarrollan actividades mercantiles, con inclusión de las agropecuarias, y las personas individuales o jurídicas enumeradas en el

artículo 44 “A”, podrán optar por pagar el impuesto aplicando a la renta imponible determinada conforme a los artículos 38 y 39 de esta ley, y a las ganancias de capital, el tipo impositivo del treinta y uno por ciento (31 %). En este régimen, el impuesto se determinará y pagará por trimestres vencidos, sin perjuicio de la liquidación definitiva del período anual.

El período de liquidación definitiva anual principia el uno de enero y termina el treinta y uno de diciembre de cada año y deberá coincidir con el ejercicio contable del contribuyente. Para el caso de contribuyentes que realicen actividades temporales menores de un año, la administración tributaria, a solicitud de los mismos, podrá autorizar períodos especiales de liquidación definitiva anual, los cuales iniciarán y concluirán en las fechas en que se produzca la iniciación y el cese de la actividad, respectivamente.

Tabla XVII. **Régimen más conveniente del impuesto ISR**

Para establecer si este régimen es conveniente para su empresa debe observarse lo siguiente:

<b>Descripción</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
% de Renta Imponible sobre Ingresos Totales	10%	16%	30%
Tarifa Artículo 72 – Régimen Optativo	31%	31%	31%
Tasa efectiva ISR sobre ingresos totales	3.1%	5%	9.3%
Tasa en el Régimen General Arts. 44 y 44 “A”	5%	5%	5%
(Ahorro) ó Carga tributaria adicional al optar por el 5%	1.9%	0%	(4.3%)
<b>Régimen más conveniente</b>	<b>Optativo 31%</b>	<b>General 5%</b>	<b>General 5%</b>

Fuente: Impuesto sobre la Renta Administración tributaria SAT Decreto ley 18-04.

### 3.3. Perfil de puestos

Un análisis de puestos es el procedimiento específico que permite determinar las conductas, tareas y funciones que necesitan para obtener el puesto de trabajo así como las aptitudes, conocimientos, competencias y habilidades que son importantes para un desempeño exitoso en el puesto específico que puedan desempeñar, a continuación se presenta una tabla para los puestos que se desean obtener.

Tabla XVIII. **Perfil de puesto de gerente general**

Perfil puesto de gerente general	
Nombre del puesto	Gerente general
Jornada de trabajo	Jornada diurna
Sección a su cargo	Área de Producción y administración
Puestos bajo su mando	Niveles 2,3 y 4
Contactos	De forma interna con las áreas de trabajo
Experiencia	Mínima de 3 años
Edad	Entre 27 y 50 años
Estado Civil	Indistinto
Don de mando	Indispensable
Sexo	Masculino
Características	Iniciativa, creatividad y capacidad de juicio

Fuente: elaboración propia.

#### Descripción general del puesto

Del gerente general dependerá el éxito o fracaso de la empresa, ya que es el eslabón que permite encaminar cada proceso, entre sus actividades diarias tendrá el orientar los esfuerzos de cada personal, hacia las metas y objetivos organizacionales de la empresa, deberá contar con los conocimientos

técnicos de los metales ferrosos como los metales, así como asegurar los insumos de material para la elaboración de las pacas de chatarra y la entrega a tiempo de las mismas hacia las ventas.

Tabla XIX. **Perfil de puestos de supervisor administrativo**

Perfil puesto de supervisor administrativo	
Nombre del puesto	Supervisor Administrativo
Jornada de trabajo	Jornada diurna
Sección a su cargo	Administracion
Puestos bajo su mando	Niveles 3 y 4
Contactos	De forma interna con las áreas de trabajo
Experiencia	Mínima de 3 años
Edad	Entre 27 y 50 años
Estado Civil	Indistinto
Don de mando	Indispensable
Sexo	Masculino
Características	Iniciativa, creatividad y capacidad de juicio
Conocimientos necesarios	Experiencia, criterio, iniciativa

Fuente: elaboración propia.

#### Descripción general del puesto

El supervisor administrativo es el encargado de planear, dirigir, coordinar, controlar y dirigir las actividades financieras, administrativas y contables entre sus actividades diarias están, llevar calendarizado todos los pedidos de compra y venta, estar informado sobre la producción, obtener la materia prima en el tiempo y las cantidades requeridas, asegurar los abastos por parte de los recolectores, mantener informado al gerente general en cuanto a los aspectos administrativos de la recicladora, tratar con los recolectores potenciales de la

planta, así como orientar al personal administrativo hacia los objetivos organizacionales de la empresa.

Tabla XX. **Perfil de puesto de secretaria**

Perfil puesto de secretaria	
Nombre del puesto	Secretaria
Jornada de trabajo	Jornada diurna
Sección a su cargo	Ninguna
Puestos bajo su mando	Ninguna
Contactos	De forma interna con las áreas de trabajo
Experiencia	Ninguna
Edad	Entre 25 y 35 años
Estado Civil	Indistinto
Sexo	Femenino
Características	Buena presentación, salud, facilidad de palabra
Conocimientos necesarios	Experiencia, criterio, iniciativa

Fuente: elaboración propia.

#### Descripción general del puesto

Las funciones de secretaria son básicamente de apoyo a la dirección de la empresa, así como atender llamadas de la gerencia, apoyo en la coordinación de personal entre sus actividades diarias están capturar documentos internos y externos de la empresa, recibir y distribuir los documentos internos y externos de la recicladora, mantener el orden los archivos tanto administrativos como del personal y debido a su cargo debe tener y desarrollar aptitudes de trato amable hacia las personas internas y externas de la empresa como alto nivel de responsabilidad.

Tabla XXI. **Perfil del puesto de operador**

<b>Perfil del puesto de operador</b>	
Nombre del puesto	Operador de maquina compactadora
Descripción General del puesto	Operar de forma eficiente la máquina compactadora de chatarra, realizando pacas de 200 libras de peso.
Formación Académica	Tercero Básico
Experiencia	Mínima de 3 años
Conocimientos Especificos	Conocimientos en hidráulica Manejo de mandos hidráulicos Manejo de sistemas mecánicos Conocimiento en tipos de chatarra
Idioma	Español
Edad	18-45 años
Sexo	Preferencia masculino
Estado civil	Casado
<b>Competencias</b>	
Técnicas	Habilidad numérica Razonamiento lógico
Valores	Honestidad, lealtad, responsabilidad, respeto
Sociales	Actitud de servicio, dominio del tema
Salario	Salario mínimo
Horario	7:00 am a 4:00 pm

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Estudio de logística

Para la recaudación de chatarra se hace por medio de los recaudadores que a menudo salen a las calles, sectores industriales y talleres de los cuales los desechos son a menudo material de chatarra, el transporte de chatarra está normado según la Constitución Política de la República de Guatemala y el Código Municipal, Decreto número 12-2002 del Congreso de la República.

Para la recolección del servicio de transporte de material de chatarra se utilizan:

- Picop con carrocería
- Camión de 4 a 10 toneladas
- Camión de carga pesada 25 toneladas

Para el traslado del material en este caso las pacas de chatarra que se transportarán del Bulevar El Milagro zona 6 de Mixco Guatemala a Sidegua ubicada en el Km 65,5 Masagua, Escuintla, Guatemala. Se utilizarán plataformas de carga ya que su espacio favorece el uso de montacargas en cualquier sentido de entrada ya sea lateral o trasero las plataformas utilizadas serán:

Características de la plataforma de 3 ejes traseros:

- Carga 33 000,00 kg
- Largo 14,8 m
- Ancho 2,6 m

Característica de la plataforma de 2 ejes traseros:

- Carga 31 000,00 kg
- Largo 12,19 m

- Ancho 2,6

Los vehículos que hagan uso de la vía pública para transportar material de chatarra deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar en perfectas condiciones de uso, contar con luces delanteras, luces traseras, luces de alto, pida vías, luces de emergencia, cinturón de seguridad, extintor, llantas en buenas condiciones, luz y alarma de reversa, llanta de repuesto y demás requisitos exigidos por la Ley de Tránsito y su Reglamento.
- Contar con tarjeta y placa de circulación vigente.
- Cumplir con lo establecido en el Acuerdo Gubernativo número 1084-92 del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, relativo a los pesos y dimensiones máximos.
- No comprometer la estabilidad del vehículo o la visibilidad del conductor o de otros conductores.
- No producir ruido, polvo u otras molestias que puedan ser evitadas.
- No ocultar, aunque sea parcialmente, los dispositivos de alumbrado o de señalización luminosa, las placas o distintivos reglamentarios o los retrovisores laterales.
- Transportar personas en emplazamientos distintos a los destinados y acondicionados para ello en el vehículo.



- Apartarse de las especificaciones técnicas formuladas por el fabricante del vehículo, respecto del volumen, peso y particularidades de la carga que pueda transportar.
- Todo vehículo está sujeto a las verificaciones periódicas que fijen las autoridades de tránsito.
- Para el transporte del material de chatarra se deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - El material de chatarra transportado no deberá sobresalir del contenedor o carrocería donde se transporta para evitar arrastrarse sobre la superficie de rodamiento o dificultar la visibilidad de los demás conductores.
  - El material de chatarra no deberá dificultar la estabilidad o conducción del vehículo, ocultar sus luces, espejos retrovisores o placas de circulación.
  - Las maniobras de carga y descarga deberán llevarse a cabo fuera de la vía pública.
  - Trasladar dicha carga únicamente a través de contenedores y carrocerías, la que se deberá asegurar utilizando accesorios propios para acondicionarla y fijarla, tales como tensores, cadenas, cables de acero, flejes, lonas, todos en buen estado y de acuerdo al volumen y el tipo del material transportado. Sin embargo, cuando la chatarra no esté compactada, o por las características de la carga sea susceptible de caerse, romperse o

esparcirse, se transportará únicamente en vehículos que posean contenedor, o en cajas que impidan que se salga lo transportado, las que deberán estar cubiertas para impedir la expulsión de partículas al exterior.

- Sujetarse a las rutas que la Entidad Metropolitana Reguladora de Transporte y Tránsito del Municipio de Guatemala y sus Áreas de Influencia Urbana (EMETRA), establezca para la circulación y práctica de maniobras de carga y descarga. Restricciones que impondrá la autoridad con base a dimensiones, pesos, tipo de carga, intensidad del tránsito, características de las vías y el interés público.

Queda prohibido dentro del municipio de Guatemala:

- Trasladar chatarra en plataformas o en cualquier otro tipo de vehículo de forma descubierta y expuesta.
- Sujetar la carga por medio de postes, tubos, láminas o dispositivos hechos con la misma chatarra o a través de cualquier otra forma de aseguramiento distinta de las que se especifican en el presente Reglamento.
- Trasladar personas en el área de carga específicamente designada para el traslado de la chatarra o encima de ella.

Figura 50. **Plataforma para el transporte de las pacas**



Fuente: fotos galería Google. Consulta diciembre de 2013.

## **4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El estudio de impacto ambiental contempla los cumplimientos legales en Guatemala, la evaluación de riesgos ambientales, las medidas de contingencia que pueda darse durante el proceso de producción.

### **4.1. Cumplimiento legal**

Se encarga de velar por el cumplimiento de las leyes ambientales, también se encarga de aplicarla de conformidad con la ley, el procedimiento de verificación de infracciones y su aplicación cuando procediere, asimismo coordinar y brindar la colaboración necesaria a las instituciones del estado, sus entidades descentralizadas y autónomas, unidades ejecutoras, municipalidades y demás empresas públicas estatales.

#### **4.1.1. Marco legal**

En el artículo 97 de la Constitución Política de Guatemala.- Medio ambiente y equilibrio ecológico. “Establece que el estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

Según el decreto número 68-86 del Congreso de la República, ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, “regula el mantenimiento del

equilibrio ecológico y la calidad del ambiente de los habitantes, y establece que todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que, por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional”.

#### **4.1.2. Entidades gubernamentales involucradas**

En Guatemala como en todo el mundo existen muchas entidades públicas de gobierno, departamentales y municipales, con competencia ambiental, y las entidades privadas creadas con igual objetivo, a efecto de actuar en forma conjunta, en la búsqueda de respuestas y soluciones que se les pueda dar a distintos fenómenos de contaminación causados por el hombre directamente en la industria.

##### **4.1.2.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Natural es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del sector público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el que hacer institucional, económico, social y ambiental.

#### **4.1.2.2. Ministerio de Trabajo y Previsión Social (MTPS)**

El Ministerio de Trabajo y Previsión Social es la institución del estado de Guatemala encargada de guardar y promover el cumplimiento eficiente y eficaz de la legislación, políticas y programas relativos al trabajo y la previsión social, a favor de la sociedad y busca ser un Ministerio, que promueva la cultura de respeto a la legislación laboral y el bienestar de la sociedad.

#### **4.2. Estudio de impacto ambiental**

El estudio de impacto ambiental es un conjunto de análisis sobre los efectos que tiene un determinado proyecto, sobre el ambiente natural que se realiza con el objetivo de tener un elemento más, a la hora de decidir acerca de la conveniencia o la mejor forma de llevar a cabo el proyecto. El estudio tiene el alcance y el contenido que determina específicamente cada legislación. Independientemente de las leyes vigentes en la zona es aconsejable realizar un estudio de impacto ambiental para evitar futuros problemas.

##### **4.2.1. Datos generales**

Nombre del Proyecto: Diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero

Empresa: Recicladora Mega

Domicilio: Bulevar El Milagro 35-52, zona 6 de Mixco, Guatemala.

#### **4.2.2. Introducción**

Un estudio ambiental es conocido como el procedimiento técnicolegal, que sirve para prevenir, identificar y gestionar las consecuencias ambientales de un proyecto, según la normativa legal vigentes en Guatemala se establece que para cada proyecto que se desee implementar se deberá elaborar un estudio de impacto ambiental y asegurar la integridad física de cada persona que trabaja para la empresa.

#### **4.2.3. Identificación de área de influencia**

El proyecto está situado en la colonia El Milagro, ubicada en el extremo oeste de la ciudad capital, Se localiza a 90° 36' 23" de longitud oeste y 14° 37' 59" de latitud norte y asentado en la cordillera principal de Los Andes, se encuentra dentro de la zona urbana de la ciudad capital, su temperatura es de 26° centígrados con un porcentaje de humedad del 55 %, al norte se encuentra el riachuelo El Zapote y al este con el cerró Alux.

#### **4.2.4. Análisis de riesgo del impacto ambiental**

El análisis de riesgos identifica los posibles peligros que puedan generarse en el manejo y mantenimiento de la máquina, es importante mencionar que existen diversos ambientes tanto técnicos, naturales y humanos que pueden aumentar la probabilidad, que exista en accidente en el cual se ponga en apuro, la salud humana, como la del medio ambiente.

Tabla XXII. **Evaluación ambiental**

<b>Emisiones a la atmósfera</b>	
Gases	Dióxido de carbono y por agua en forma de vapor, también contiene sustancias nocivas o tóxicas como el monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> ), más raramente óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) y aerosoles.
Partículas	Se genera polvo en la carreteras en los patios que no cuentan con pavimento
Generación de olores	No genera olores
Ruido	35-60 decibeles los cuales son soportables.
<b>Fuentes de abastecimiento</b>	
Agua potable	Compra de agua en cisternas
aguas residuales	Domésticas
<b>Efectos sobre suelo</b>	
Movimiento de tierras	Se hará una breve compactación del suelo
<b>Desechos solidos</b>	
Tipo de desechos solidos	Industrial
Volumen de desechos solidos	5-100 Kg / día
Disposición final de los desechos sólidos	Empresa privada
<b>Uso de combustibles</b>	
Tipo de combustible	Diésel
Cantidades de combustible	716 galones / mes
Tipo de almacenamiento	Tanques de almacenamiento

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla describe los posibles riesgos que pueda darse durante la operación de la máquina.



Tabla XXIII. **Identificación de posibles riesgos**

<b>Riesgos</b>	<b>Localización</b>
Derrame de combustible	Tanque de combustible y manipulación de combustible
Derrame de aceite	Tanque de aceite hidráulico, cilindros hidráulicos, tubería hidráulica, motor de combustión interna y manipulación de aceite
Incendios	Sistema eléctrico de motor de combustión interna, jaula de compactación
Accidentes del personal	Se puede presentar en toda la máquina
Derrames de líquidos	Jaula de compactación
Gases de combustión	Motor de combustión interna
Falla de estructura	Martillo hidráulico, jaula de compactación, compuertas y cimentación

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Probabilidad de evaluación de escenarios de riesgo**

<b>Probabilidad</b>	<b>Descripción</b>
A	Suceso de incidentes repetidos (varias veces por mes )
B	Suceso de incidentes repetidos ( una vez por mes )
C	Suceso que ocurra (cada seis meses)
D	No es probable que ocurra una vez cada año
E	Imposible que ocurra una vez cada 10 años

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Consecuencia de evaluación de escenario de riesgo**

Consecuencia	Peligrosidad	Impacto ambiental	Extensión	Población afectada
I	Fatalidad/impactos serios al público	De gran magnitud / duración extendida	Muy extenso	Más de 100
II	Serios daños al personal/limitado impacto sobre el público	Serio/significante e compromiso del recurso	Extenso	Entre 25 y 100
III	Tratamiento medio para el personal /no impacto al público	Moderado o de corta duración	Poco extenso	Entre 5 y 25
IV	Impacto menor al personal	Menor /poco o no necesita respuesta	Puntual	< 5 Personas

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan las tablas de matriz de riesgos para determinar la magnitud que puede llegar a causar el riesgo al momento de producirse.

Tabla XXVI. **Matriz de riesgos “derrame de combustibles”**

Consecuencias	Probabilidad					P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población afectada
	A	B	C	D	E	
I						
II			I,P			
III				E	H	
IV						

Fuente: elaboración propia.

Descripción

Posible falla en tanque de combustible, mangueras de combustible, filtro de combustible.

Tabla XXVII. **Matriz de riesgos “derrame de aceites”**

Consecuencias	Probabilidad					
	A	B	C	D	E	
I						P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población afectada
II						
III			I,P	E	H	
IV						

Fuente: elaboración propia.

Descripción

Falla en tanque de aceite hidráulico, ruptura de mangueras, ruptura de aceitera de motor y filtros de aceites.

Tabla XXVIII. **Matriz de riesgos “incendios”**

Consecuencias	Probabilidad					
	A	B	C	D	E	
I						P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población afectada
II				E		
III			I,P		H	
IV						

Fuente: elaboración propia.

Descripción

Posible incendio en los depósitos de combustibles, jaula de compactación, sistema eléctrico.

Tabla XXIX. **Matriz de riesgos “accidentes del personal”**

Consecuencias	Probabilidad					P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población Afectada	
		A	B	C	D		E
I	P						
II							
III		I		E	H		
IV							

Fuente: elaboración propia.

Descripción

Posibles accidentes en la jaula de compresión, martillo y caída de la máquina.

Tabla XXX. **Matriz de riesgos “derrame de líquidos”**

Consecuencias	Probabilidad					P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población afectada	
		A	B	C	D		E
I							
II							
III	P	I		E	H		
IV							

Fuente: elaboración propia.

Descripción

Posibles líquidos en la jaula de compresión provenientes de las chatarras a compactar.

Tabla XXXI. **Matriz de riesgos “gases de combustión”**

Consecuencias	Probabilidad					P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población afectada	
		A	B	C	D		E
I							
II					H		
III					I,P		E
IV							

Fuente: elaboración propia.

Descripción

Posibles fugas del sistema de escape, mal funcionamiento del motor de combustión interna.

Tabla XXXII. **Matriz de riesgos “falla de estructura”**

Consecuencias	Probabilidad					P= Peligrosidad I=Impacto ambiental E=Extensión H= Población afectada	
		A	B	C	D		E
I							
II					H,P		
III					I,E		
IV							

Fuente: elaboración propia.

## Descripción

Posible falla en el martillo, jaula de compresión, estructura de la máquina estructura del motor de combustión interna y falla en la soldadura.

### **4.2.5. Identificación de alternativas**

En esta fase, corresponderá identificar las posibles alternativas que permitan dar solución al problema definido. La primera alternativa a analizar es la denominada optimización de la situación base, luego de las alternativas identificadas deberán descartarse las que no son factibles por motivos técnicos, presupuestarios, legales u otros. Las alternativas viables pasarán a la fase de evaluación, para determinar cuál de ellas es la más eficiente desde el punto de vista técnico y económico.

Es muy importante diseñar el proyecto de manera que cumpla con las exigencias ambientales, de esta manera se evitarían muchas complicaciones posteriores. Los tres ítems más importantes a tener en cuenta son el agua, el aire y los residuos. Según el tipo de efluentes que posea el proyecto se deberá contemplar la construcción de una planta de tratamiento de desechos líquidos.

Para el caso de los residuos peligrosos se puede acudir a realizar plantas de tratamiento las cuales modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo.

Tabla XXXIII. **Identificación de alternativas**

<b>Alternativas de contaminación</b>	
Gases	En el caso que el gas de combustión sobre pase los niveles de dióxido de carbono se procederá a cambiar la bomba de inyección o inyectores
Partículas	En el caso que las partículas de polvo sobre pasen lo establecido se pavimentará los espacios que no cuentan con pavimento
Generación de olores	No genera olores
Ruido	En el caso que el ruido sea excesivo para la salud humana se proveerá de equipo al personal o se aislará la zona de ruido
<b>Fuentes de abastecimiento</b>	
Agua potable	Compra de agua en cisternas
Aguas residuales	En el caso que se tenga distintos tipos de aguas se hará un mantenimiento de aguas residuales.
<b>Efectos sobre suelo</b>	
Movimiento de tierras	No se contemplan mayor movimiento de tierras
<b>Desechos solidos</b>	
Tipo de desechos solidos	Industrial
Volumen de desechos solidos	Si se sobre pasa los niveles de basura se multarán a los proveedores de chatarra los cuales entreguen demasiada cantidad de basura
Disposición final de los desechos solidos	Empresa privada
<b>Uso de combustibles</b>	
Tipo de combustible	Diésel
Cantidades de combustible	716 galones / mes
Tipo de almacenamiento	Tanques de almacenamiento

Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Medidas de mitigación**

Son medidas a tomar como contención a situaciones de emergencia, tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución. Se expresarán en un plan de contingencias, las cuales se tendrán que poner en práctica a la hora de cualquier evento que pueda dañar a la integridad física de las personas, como la contaminación del medio ambiente.

#### **4.3.1. Plan de Contingencia**

Debe resguardar el lugar de operaciones y poseer las herramientas adecuadas para ejecutar las acciones, con el fin de resolver distintas eventualidades que pudieran presentarse como: accidentes laborales, incendios, sismos. Se deberán valorar los diferentes escenarios, esta actividad es la más intuitiva y sin embargo una de las más importantes ya que sienta las bases de toda la planificación posterior.

#### **Unidad de Contingencias**

Es la encargada de velar por la seguridad del personal en cualquier circunstancia de peligro que se presente, el alcance de los daños ocasionados de acuerdo a la circunstancia del evento, para esto debe contar con personal interno de la empresa, los cuales tengan conocimiento del normativo para actuar bajo cualquier eventualidad que se esté presentando.



## Jefe de Unidad de Contingencias

Es el encargado de avisar a la unidad de socorro según sea el caso, coordina las acciones con las entidades, que prestarán apoyo y personal de primeros auxilios y ordenar la evacuación del personal según sea necesario este tiene que ser una persona, para poder atender cualquier problema que se presente y debe ser del personal de turno, si existen dos turnos se debe asignar dos jefes de unidad de contingencias.

## Personal de Unidad de Contingencias.

El personal es encargado en el momento de ser alertados, acudan al lugar de los hechos, colaborar con las entidades que prestan los servicios de socorro, manipulación de equipo de primeros auxilios y equipo contra incendios, acatar las órdenes del jefe de unidad de contingencias.

## Personal capacitado en primeros auxilios

Todo el personal que trabaje en la manipulación y operación de la máquina será capacitado para afrontar cualquier riesgo identificado, incluyendo la instrucción técnica en métodos de primeros auxilios, transporte de víctimas sin equipo, liberación de víctimas por accidentes, utilización de máscaras y equipos respiratorios, primeros auxilios y organización de las operaciones de socorro. Asimismo, la capacitación incluirá el reconocimiento, identificación y señalización de las áreas susceptibles de ocurrencias de fenómenos naturales.

## Equipos contra incendios

Se contará con equipos contra incendios en toda la empresa en lugares estratégicos, se deben verificar que los extintores cumplan con los requerimientos apropiados, se contará con equipo de primeros auxilios conteniendo lo más esencial para su mejor traslado. Se recomienda tener disponible como mínimo lo siguiente: medicamentos para tratamiento de accidentes leves, camillas y equipo de radio.

Los centros de asistencias médicas más cercanos de la zona de estudio se encuentran los siguientes.

Tabla XXXIV. **Instituciones de apoyo en caso de una contingencia**

<b>Nombre</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
Bomberos Municipales	12 avenida y 6 a calle, zona 19 colonia La Florida	24377337
Bomberos Voluntarios	5a Av. 20 calle zona 5 Primero de Julio Mixco Guatemala	24310210
Bomberos Municipales	Boulevard El Milagro 52-34 zona 6 de Mixco	24323149
Hospital Roosevelt	Calzada Roosevelt y 5a. Calle, zona 11, Ciudad de Guatemala	2321-7400
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS	IGSS 7-19 (Accidentes) Z.4 Mixco (Guatemala)	2412-1224
Hospital San Juan de Dios	1a. Avenida 10-50, zona 1	22530423 al 29

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.2. Plan de Seguridad para la Salud Humana**

Es la forma de contribuir a proteger a la población laboral contratada, ante la ocurrencia de cualquier percance durante las horas laborales, se debe contar con un botiquín de primeros auxilios, una camilla para accidentes, así como el uso obligatorio de protección personal los cuales están conformados por: botas con punta de acero, cascos, guantes, chaleco refractivo, y cuando el área de trabajo sobrepasa los 90 decibles es obligatorio el uso de tapones auditivos.

Medidas de mitigación en caso de un terremoto.

- Mantener la calma.
- Dirigirse al sitio de reunión señalado.
- Reunirse con el personal del área de trabajo y verificar si ya se encuentran todos en el lugar.
- En caso de un desaparecido informar al jefe de contingencias.

Medidas de mitigación en caso de un incendio

- Seguir la señalización de evacuación de incendios.
- Se recomienda mantener por lo menos un extinguidor en todas las áreas de trabajo.
- Disponer de toneles llenos de arena con sus respectivas palas para mitigar los incendios de cualquier tipo.

- Educar al personal en el uso de extintores y el correcto almacenaje de materiales inflamables dentro de la recicladora.

#### **4.3.3. Plan de Seguridad Ambiental**

Este plan va enfocado a los efectos más evidentes que la máquina causará al medio ambiente, los cuales de una u otra manera afectan directamente e indirectamente al ambiente.

- Ruido

En lo referente al ruido se podrá percibir el ruido de motor de combustión interna como el de la bomba hidráulica y de los cilindros, los cuales no afectarán de gran manera ya que el ruido se encuentra entre los 35-60 decibeles los cuales son soportables.

- Vibración

En el caso de la vibración será de menor magnitud ya que el diseño cuenta con cimentación y sistemas antivibratorios.

- Mayor tránsito vehicular en la zona

El tránsito vehicular se reducirá con la apertura de horarios donde se represente un menor congestionamiento en la zona.

#### **4.3.4. Sistema de disposición de desechos**

En el caso de los desechos que representará la máquina se encuentran los líquidos como, los aceites minerales los cuales se reciclarán colocándolos en lugares asignados para su venta, también se encuentran desechos sólidos los cuales se tendrán recipientes adecuados para su almacenamiento adecuado.

#### **4.3.5. Plan de Monitoreo Ambiental**

Consiste en la supervisión de los equipos de seguridad industrial, primeros auxilios, equipo contra incendios, identificación de variables de las cuales tendrá como encargado el jefe de la unidad de contingencias, llenando semanalmente su libro de bitácoras de monitoreo.

## 5. ESTUDIO ECONÓMICO

### 5.1. Costos de sistema hidráulico

El estudio económico del proyecto contiene todos los costos de la construcción de la máquina, como lo son: el sistema hidráulico, el sistema mecánico, los gastos del personal técnico a cargo del armado de la máquina.

Tabla XXXV. **Costos del sistema hidráulico**

<b>Costos de sistema hidráulico</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>	<b>Total</b>
3	Cilindro hidráulico doble efecto	Q 20 500,00	Q 61 500,00
1	Bomba hidráulica	Q 4 500,00	Q 4 500,00
1	Tanque de almacenamiento	Q 2 500 00	Q 2 500,00
1	Filtro hidráulico	Q 350,00	Q 350,00
1	Manguera de succión 1 pulgada de diámetro (Resistente a 3 000 Psi )	Q 600,00	Q 600,00
5	Manguera de presión 3/4 de pulgada de diámetro (Resistente a 3 000 Psi)	Q 450,00	Q 2 250,00
15	Tubería	Q 90,00	Q 1 350,00
1	Mando hidráulico	Q 1 500,00	Q 1 500,00
1	Manómetro de presión	Q 400,00	Q 400,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 74 950,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Costos del sistema mecánico

Los costos del sistema mecánico comprenden únicamente el sistema de potencia de la máquina, hasta lo que es el acople para la bomba hidráulica y sus costos se representan en la siguiente tabla. El valor de estos costos están sujetos a variación por cambios en tasa del quetzal con respecto al dólar, derechos de importación de equipos, impuestos, etc.

Tabla XXXVI. Costos del sistema mecánico

<b>Costos del sistema mecánico</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>	<b>Total</b>
1	Motor y transmisión	Q 12 000,00	Q 12 000,00
1	Eje cardan	Q 400,00	Q 400,00
1	Acople a bomba hidráulica	Q 350,00	Q 350,00
1	Batería	Q 800,00	Q 800,00
1	Tanque de combustible	Q 500,00	Q 500,00
1	Tablero	Q 50,00	Q 50,00
1	Manómetro de presión	Q 200,00	Q 200,00
1	Manómetro de temperatura	Q 235,00	Q 235,00
1	Switch de encendido	Q 45,00	Q 45,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 14 580,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Costos de jaula de compresión

En los costos de la jaula de compresión están incluidos las compuertas y el sistema de sujeción de los cilindros, en lo que respecta a las láminas de acero antidesgaste, vienen de una medida estándar solo lo que varía es su grosor. El valor de estos costos está sujeto a variación por cambios en tasa del quetzal con respecto al dólar, derechos de importación de equipos, impuestos, entre otros. Los precios de la jaula vienen dados en la siguiente tabla.

Tabla XXXVII. Costos de jaula de compresión

<b>Costos de Jaula de Compresión</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>	<b>Total</b>
1	Láminas de acero placa antidesgaste 1 ½ pulgada de grosor	Q 35 000,00	Q 35 000,00
5	Vigas tipo H de 6 metros por 4 pulgadas	Q 650,00	Q 3 250,00
7	Vigas tipo H de 6 metros por 6 pulgadas	Q 850,00	Q 5 950,00
3	Lámina de acero de 1 pulgada	Q 6 500,00	Q 19 500,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 63 700,00</b>

Fuente: elaboración propia.



#### 5.4. Costos de planos de diseño

Estos planos de diseño son indispensables para la elaboración de la máquina, ya que presentan detalles del armado de la misma, estos planos necesitan la revisión de varios expertos para la puesta en marcha. Pueden ser elaborados por dibujantes técnicos, ingenieros o arquitectos, a continuación se presentan los costos de los planos de diseño, estos costos pueden aumentar de valor según la complejidad del diseño.

Tabla XXXVIII. Costos de plano de diseño

<b>Costos de plano de diseño</b>			
<b>Hojas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>	<b>Total</b>
6	Planos	Q 200,00	Q 1 200,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 1 200,00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 5.5. Costos de cimentación y montaje

En los costos de cimentación va incluido todo lo concerniente al hormigón y su estructura de hierro con sus anclajes y el montaje de las piezas pesadas, en los costos puntuales de la cimentación se recomienda la contratación de una empresa constructora, que pueda contribuir a las especificaciones técnicas que se describieron en este proyecto, los costos se describen en la siguiente tabla.

Tabla XXXIX. **Costos de cimentación y montaje**

<b>Costos de cimentación y montaje</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>		<b>Total</b>
Cimentación	Q	20 000,00	Q 20 000,00
Montaje	Q	5 000,00	Q 5 000,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 25 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 5.6. **Costos de corte y soldadura**

En los costos de corte y soldadura se debe considerar, el personal técnico especial para este tipo de trabajo, ya que de estos depende el aprovechamiento óptimo del material, en los cortes se consideran los discos de corte, estos se compran por unidad y los electrodos por libra y sus costos se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla XL. **Costos de corte y soldadura**

<b>Costos de corte y soldadura</b>			
5	Discos de corte	Q 60,00	Q 300,00
30	Electrodo	Q 50,00	Q 1 500,00
1	Energía eléctrica	Q 700,00	Q 700,00
1	Corte con plasma	Q 5 500,00	Q 5 500,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 8 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 5.7. Costos de mano de obra

Estos costos de mano de obra van relacionados, con el montaje de la máquina, se cuenta desde la estructura como lo es: el armado de la jaula de compactación, compuertas móviles, la instalación del sistema mecánico, el montaje de los cilindros hidráulicos y todo el sistema; al momento de realizarse la instalación deberá ser supervisada por el ingeniero a cargo del montaje de la maquinaria, a continuación se presenta la tabla de costos.

Tabla XLI. Costos de mano de obra

<b>Costos de mano de obra</b>			
<b>Días</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>	<b>Total</b>
30	Soldador	Q 300,00	Q 9 000,00
30	Auxiliar de soldador	Q 75,00	Q 2 250,00
5	Técnico en hidráulica	Q 200,00	Q 1 000,00
5	Técnico mecánico	Q 200,00	Q 1 000,00
<b>Total</b>			<b>Q 13 250,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 5.8. Costos de estudio de suelos

Es importante contar con un estudio de suelos en el montaje de la maquinaria, ya que de este depende la garantía de construcción de la misma, y evitar daños ocasionadas por hundimientos repentinos los cuales puedan dañar el equipo y sus accesorios.

### 5.8.1. Costos de estudio de suelos

El estudio de suelo se realizó de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería en el Laboratorio de Suelos, en los costos se incluye la mano de obra del laboratorista como todos los instrumentos que se emplearon para la realización del análisis del suelo, a continuación se presentan sus costos en la siguiente tabla.

Tabla XLII. Costo de estudio de suelos

<b>Costos de estudio de suelos</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo en Quetzales</b>	<b>Total</b>
1	Costo del estudio	Q 500,00	Q 500,00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 500, 00</b>

Fuente: elaboración propia.



## 6. ESTUDIO FINANCIERO

Busca determinar la factibilidad de los costos de producción, costos fijos, costos variables de la máquina y para encontrar los indicadores financieros los cuales determinan la decisión de aprobar el proyecto.

### 6.1. Costos de producción

Los costos de producción son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento, estos costos son planificados determinan en la empresa mediante los cálculos técnicoeconómicos de la magnitud de los gastos para la fabricación de toda la producción a continuación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XLIII. Costo de producción expresada en quetzales

<b>Costos de producción</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Costos por mes</b>	<b>Costos por año</b>
Mano de obra	Q 5 000,00	Q 60 000,00
Mantenimiento	Q 10 000,00	Q 120 000,00
Materia Prima	Q 261 150,00	Q 3 133 800,00
Combustible	Q 21 500,00	Q 258 000,00
<b>TOTAL</b>		<b>Q 3 571 800,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 6.1.1. Costo de operaciones

Los costos de operación hacen referencia al dinero costado por una empresa u organización en el desarrollo de sus actividades, en otras palabras, son aquellos destinados a mantener un activo en su condición; los gastos de operación pueden dividirse en: gastos administrativos, los sueldos, los servicios de oficinas. Se destinan al funcionamiento del negocio y no se concretan a la espera de un beneficio futuro, sino que su función es permitir la subsistencia de la actividad comercial que sea rentable.

A continuación se presenta la tabla conteniendo los costos de operaciones expresada en quetzales.

Tabla XLIV. Costo de operaciones expresada en quetzales

<b>Costos de operación</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Costos por mes</b>	<b>Costos por año</b>
Costos de operación	Q 36 500,00	Q 3 550 908,00
Costo de transporte de pacas	Q 18 547,92	Q 222 575,00
Costos de administracion	Q 15 000,00	Q 180 000,00
<b>TOTAL</b>		<b>Q 3 953 483,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 6.2. Costos fijos

Los costos fijos son aquellos costos que la empresa debe pagar obligatoriamente, aun cuando la empresa opere en su etapa de lanzamiento, es decir produzca o no produzca beneficios, estos representan un verdadero problema para las empresas, principalmente cuando por alguna razón, sus

ingresos o productividad disminuyen, ya que en cualquier caso, tendrán que seguir asumiendo los costos fijos, y a nadie le agrada que mientras los ingresos bajen los costos no.

La siguiente tabla representa los costos fijos de la máquina para producir pacas.

Tabla XLV. **Costos fijos expresados en quetzales**

<b>Costos fijos</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Costo por mes</b>	<b>Costo por año</b>
Administrador	Q 7 000,00	Q 84 000,00
Contador	Q 3 200,00	Q 38 400,00
Teléfono	Q 500,00	Q 6 000,00
Luz	Q 400,00	Q 4 800,00
Alquiler	Q 3 500,00	Q 42 000,00
Papelería y útiles	Q 100,00	Q 1 200,00
Equipo de seguridad	Q 300,00	Q 3 600,00
<b>TOTAL</b>		<b>Q 180 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 6.3. **Costos variables**

Los costos variables son los gastos que cambian en proporción a la actividad de una empresa. Estos están en función de las actividades que desempeña la empresa en ese momento, estos costos pueden subir o bajar, son atenuantes a cualquier cambio provisto, ya sea de un servicio o de un mercado particular.



La siguiente tabla representa los costos variables de la máquina para producir pacas.

Tabla XLVI. **Costos variables expresada en quetzales**

<b>Costo de transporte de pacas</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Costo por mes</b>	<b>Costo por año</b>
Piloto	Q 5 000,00	Q 60 000,00
Combustible	Q 9 500,00	Q 114 000,00
Mantenimiento	Q 4 000,00	Q 48 000,00
Impuestos de circulación	Q 47,92	Q 575,00
<b>TOTAL</b>		<b>Q 222 575,00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 6.4. Costos totales unitarios

Los costos unitarios de las pacas de chatarra van a depender mucho del mercado internacional, esto se refleja en los costos de la materia prima que afecta al costo unitario por pacas serán de Q 189,23 por cada paca producida.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costos fijos} + \text{Costos de producción} + \text{Costos de operación}}{\text{Producción de pacas por año}}$$

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Q } 180\,000,00 + \text{Q } 222\,575,00 + \text{Q } 3\,550\,908,00}{20\,892}$$

$$\text{Costo unitario} = \text{Q } 189,23$$

## 6.5. Capital de trabajo

Se define como capital de trabajo a la capacidad de una empresa para llevar a cabo sus actividades con normalidad en el corto plazo, resulta útil para establecer el equilibrio patrimonial de cada empresa, ya que se utiliza como una herramienta fundamental a la hora de realizar un análisis interno de la firma, ya que evidencia un vínculo muy estrecho con las operaciones diarias que se concretan en ella. El capital de trabajo se estima para un mes de producción considerando los costos de producción y la inversión fija del proyecto.

Tabla XLVII. Costo de inversión fija del proyecto

<b>Costos de Inversión Fija</b>	
Costos de sistema hidráulico	Q 74 950,00
Costos del sistema mecánico	Q 14 670,00
Costos de jaula de compresión	Q 63 700,00
Costos de plano de diseño	Q 1 200,00
Costos de corte y soldadura	Q 8 000,00
Costos de estudio de suelos	Q 500,00
Costos de mano de obra	Q 13 250,00
Costos cimentación y montaje	Q 25 000,00
<b>Total</b>	<b>Q 201 270,00</b>

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la tabla donde se resume la inversión total, la cual es necesaria para dar marcha al proyecto.

Tabla XLVIII. **Inversión total del proyecto por mes iniciado el proyecto**

<b>Inversión total del proyecto</b>	
Costos de inversión fija	Q 201 270,00
Costo de operación	Q 329 456,92
<b>TOTAL</b>	<b>Q 530 726,92</b>

Fuente: elaboración propia.

## **6.6. Financiamiento de inversión fija**

Para la realización del proyecto de construcción de la máquina se considera tener una fuente de financiamiento del 30 por ciento de la inversión y otro 70 por ciento del capital propio.

### **6.6.1. Financiamiento interno y externo**

El financiamiento interno del proyecto está proyectado un 70 por ciento, la cual asciende a la suma de Q371 508,84 y el préstamo externo el cual es del 30 por ciento es igual a Q159 218,08, se obtendrá de un préstamo en uno de los bancos del sistema, con una tasa de interés del 15,4 por ciento del cual se describe en la siguiente tabla.

Tabla XLIX. **Interés, cuotas y deudas del financiamiento del proyecto**

<b>Año</b>	<b>Cuotas</b>	<b>Intereses de cuotas</b>	<b>Capital amortizado</b>	<b>Deuda</b>
0				Q 159 218,08
1	Q 47 947,84	Q 24 519,58	Q 23 428,26	Q 135 789,81
2	Q 47 947,84	Q 20 911,63	Q 27 036,21	Q 108 753,60
3	Q 47 947,84	Q 16 748,05	Q 31 199,79	Q 77 553,81
4	Q 47 947,84	Q 11 943,29	Q 36 004,56	Q 41 549,26
5	Q 47 947,84	Q 6 398,59	Q 41 549,26	Q -

Fuente: elaboración propia.

### **6.7. Precio de venta**

Para los precios de venta se tomarán los montos de la tabla 2, los cuales indican los valores en toneladas métricas de chatarra que maneja Sidegua a la fecha.

### **6.8. Estados financieros**

Los estados financieros muestran las entradas y salidas de efectivo, los cuales utilizan las instituciones para dar a conocer la situación económica y financiera, con el objetivo de cumplir las obligaciones a terceros. Esta información resulta útil para la administración para gestores, acreedores o propietarios.

## 6.9. Evaluación financiera

Esta sección tiene como objetivo realizar una comparación para determinar la factibilidad de adquirir una maquina compactadora de chatarra con el fin de producir pacas de chatarra para luego satisfacer la demanda, en donde se define la factibilidad antes de realizar la ejecución a través de los indicadores financieros: VAN, Relación Beneficio Costo y TIR.

### 6.9.1. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es una herramienta en la cual se puede conocer mediante un análisis, todas las unidades a vender, en cuales incluyan todos los costos tanto fijos como variables para que la empresa no tenga ni perdidas ni ganancia; arriba de este punto de equilibrio ya se empieza a percibir ganancia y por debajo del punto se tienen perdidas.

Tabla L. Datos para la obtención del punto de equilibrio del sistema

<b>Punto de equilibrio</b>	
Precio de venta unitario	Q 200,00
Unidades vendidas	1 741
Ingreso total	Q 348 200,00
Costo fijo total	Q 329 456,91
Costo Variable total	Q 330 847,00
Costo Variable Total / unidades vendidas	Q 10,00

Fuente: elaboración propia.

Cantidad de equilibrio

Costos

$$C(x)=CF+CV$$

CF= Costo Fijo

CV=Costo Variable

X= Cantidad de pacas

Ingresos

$$I(x)=10X$$

Utilidad

$$U=I - C$$

$$C(x)= 329\ 456,91+10X$$

$$IT=200X$$

$$U=200X-(329\ 456,91+10X)$$

$$U=200X-329\ 456,91-10X$$

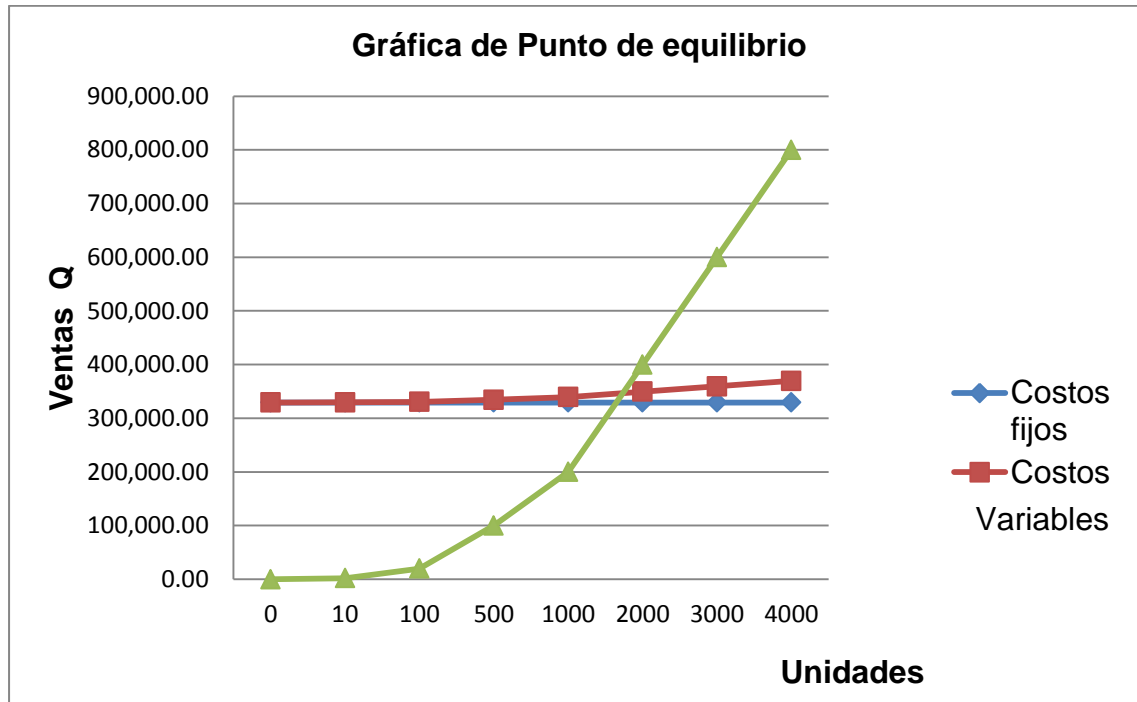
$$U=190X-329\ 456,91$$

El punto de equilibrio se da cuando la utilidad es igual a cero

$$0=190X-329\ 456,91$$

$$X=1\ 734\ \text{pacas}$$

Figura 51. Gráfica de punto de equilibrio



Fuente: elaboración propia.

Cantidad de equilibrio, 1 734 unidades se necesitan producir para cubrir los costos aproximadamente.

### 6.9.2. Flujos netos de fondos

A continuación se presenta el cálculo de los flujos netos de fondos en donde se muestran los ingresos y egresos por años del proyecto.

Tabla LI. **Flujo neto de fondos**

<b>Flujo neto de fondos</b>					
<b>Concepto</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Ingresos</b>					
Ventas	Q 4 178 400,00	Q 4 178 400,00	Q 4 178 400,00	Q 4 178 400,00	Q 4 178 400,00
Capital de trabajo	Q 212 290,77	Q 212 290,77	Q 212 290,77	Q 212 290,77	Q 212 290,77
Valor de rescate	Q 159 218,08	0	0	0	Q 50 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 4 549 908,84</b>	<b>Q 4 390 690,77</b>	<b>Q 4 390 690,77</b>	<b>Q 4 390 690,77</b>	<b>Q 4 440 690,77</b>
<b>Egresos</b>					
Costos de producción	Q 3 956 003,00	Q 3 956 003,00	Q 3 956 003,00	Q 3 956 003,00	Q 3 956 003,00
<b>Flujo neto de fondos</b>	<b>Q 593 905,84</b>	<b>Q 434 687,77</b>	<b>Q 434 687,77</b>	<b>Q 434 687,77</b>	<b>Q 484 687,77</b>

Fuente: elaboración propia.

### 6.9.3. Criterio de evaluación

Uno de los valores importantes para el proyecto es el Valor Actual Neto (VAN), en donde, si el resultado es mayor o igual a cero, se considera aceptable ya que los beneficios del proyecto son superiores a los costos. Si el resultado es menor a cero se considera que el proyecto no es aceptable porque los beneficios son inferiores a los costos. Si el resultado es mayor que cero, significa que es suficiente para cubrir la inversión realizada, los costos y gastos, así como el porcentaje mínimo esperado por el inversionista en la duración del proyecto.

La relación beneficio costo (B/C) indica la validez con que se utilizan los recursos del proyecto. Si se tiene un resultado igual o mayor que la unidad, el proyecto de inversión deberá aceptarse, de lo contrario deberá rechazarse.



La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador financiero que da como resultado el retorno porcentual que en promedio anual rinde el proyecto, proporciona una medida de eficiencia que refleja cuanto paga un proyecto en términos de ingreso sobre sus costos.

TREMA se constituye como la tasa que exige un inversionista, esta se relaciona con Cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) y la TIR en donde si la  $TIR > CPPC$ , el proyecto puede realizarse y si la  $TIR < CPPC$  el proyecto no debe realizarse.

#### **6.9.3.1. TREMA**

Es la tasa que se le exige a un proyecto de manera que cubra, las salidas de dinero de operación, intereses que se deben pagar con capital ajeno; el valor de la TREMA utilizado en la evaluación de proyectos de alternativas constituye uno de los parámetros más importantes tomado por los empresarios ya que comprenden los costos ponderados de deuda y de capital propio.

Fórmula de la TREMA

$$TREMA = i + f + i \cdot f$$

Donde

$i$  = Premio al riesgo

$f$  = Tasa de inflación

Tabla LII. **Valores para elaborar la TREMA**

<b>TREMA</b>	
Rentabilidad promedio del sector	22 %
La Inflación promedio durante cinco años atrás	4,43 %
Tasa Positiva Bancaria	7 %
Tasa libre de riesgos	5 %

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en la Biblioteca del Banco de Guatemala.

Para calcular la TREMA del Proyecto se utilizan los datos de la tabla LII

Rentabilidad Promedio del Sector

Tasa Libre de Riesgo

$$\text{TREMA} = i + F + i F$$

$$\text{TREMA} = i + F + i F$$

$$\text{TREMA} = 20 \% + 4,43 \% + (20 \%)(4,43)$$

$$\text{TREMA} = 5 \% + 4,43 \% + (5 \%)(4,43)$$

$$\text{TREMA} = 25,32 \%$$

$$\text{TREMA} = 9,65 \%$$

Tasa Pasiva Bancaria

$$\text{TREMA} = 25,32 \% + 9,65 \% + 11,74 \%$$

$$\text{TREMA} = i + F + i F$$

$$\text{TREMA} = 15,74 \%$$

$$\text{TREMA} = 7 \% + 4,43 \% + (5 \%)(7,43)$$

$$\text{TREMA} = 11,74 \%$$

Mezcla deuda-capital propio y costo promedio ponderado

La mezcla deuda-capital propio (D-C) establece los porcentajes de deuda y financiamiento de capital propio para un inversionista, en este caso se aplicará el 30-70 30 % de su capital proviene de deuda y un 70 % capital propio para el proyecto, esto es llamado Costo promedio ponderado de capital (CPPC)

Cálculo del costo de deuda.

$$K_i = d(1-t)$$

Dónde:

$K_i$  = Costo después de impuestos del financiamiento

$d$  = Tasa activa Bancaria

$t$  = Tasa fiscal

$$K_i = (10\%) \times (1 - 30\%)$$

$K_i = 6,9\%$  Costo del capital de la deuda

Cálculo del Costo promedio ponderado de capital (CPPC).

$$\text{CPPC} = (\%R * CL) + (\%Y * TREMA)$$

Donde

$\%R$  = % Deuda largo plazo

$CL$  = Costo deuda largo plazo

$\%Y$  = % Capital Propio

$$\text{CPPC} = (30\%) (6,9\%) + (70\%) (15,57)$$

$$\text{CPPC} = 2,07 + 10,89$$

$$\text{CPPC} = 12,96\%$$

### **6.9.3.2. Estimación de los indicadores financieros**

A continuación se presentan las tablas del cálculo y la estimación del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) del proyecto con una tasa del 10 %.

Tabla LIII. **Estimación de los indicadores financieros VAN, TIR y B/C**

Año	Ingresos	Costos	Flujo de trabajo	Tasa (1+t)-n	Ingresos Actualizados	Egresos Actualizados
0	Q -	Q 201 270,00	Q (201 270,00)	1	Q -	Q 201 270,00
1	Q 4 178 400,00	Q 3 956 003,00	Q 222 397,00	0,909090909090909	Q 3 798 545,45	Q 3 596 366,36
2	Q 4 178 400,00	Q 3 956 003,00	Q 222 397,00	0,826446280991	Q 3 453 223,14	Q 3 269 423,96
3	Q 4 178 400,00	Q 3 956 003,00	Q 222 397,00	0,751314800901	Q 3 139 293,76	Q 2 972 203,60
4	Q 4 178 400,00	Q 3 956 003,00	Q 222 397,00	0,683013455365	Q 2 853 903,42	Q 2 702 003,27
5	Q 4 228 400,00	Q 3 956 003,00	Q 222 397,00	0,620921323059	Q 2 625 503,72	Q 2 456 366,61
<b>Total</b>	<b>Q 20 942 000,00</b>	<b>Q 19 981 285,00</b>	<b>Q 960 715,00</b>		<b>Q 15 870 469,50</b>	<b>Q 15 197 633,83</b>

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de los valores obtenidos se representan en la siguiente tabla.

Tabla LIV. **Resultados del VAN, TIR y B/C**

Tipo	Valor	Criterio
<b>VAN</b>	Q 672 835 67	<b>Se acepta</b>
<b>TIR</b>	108 %	<b>Se acepta</b>
<b>B/C</b>	Q 1,04	<b>Se acepta</b>

Fuente: elaboración propia.

### 6.9.3.3. **Resultados VAN, TIR y Relación Beneficio-Costo**

Los resultados de los valores obtenidos en la estimación del Valor Actual Neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C) son los siguientes.

- VAN es igual a 672 835,67 lo que significa que la inversión es suficiente para cubrir los costos y gastos del proyecto.
- TIR es igual al 108 % lo que significa que el proyecto posee como máximo rendimiento real de un 108 % lo cual indica que es mayor al (CPPC) 12,96 % lo cual nos indica que es factible invertir en el proyecto.
- La Relación Beneficio Costo es igual a 1,04 lo que indica que es mayor a uno por lo tanto el proyecto es factible

#### 6.9.3.4. Capacidad de pago

La solvencia de pago del préstamo en donde se puede observar que el primer año se tiene la solvencia económica para solventar el préstamo bancario así como en los demás años.

Tabla LV. **Solvencia del proyecto de pago de préstamo**

<b>Año</b>	<b>Fondos</b>	<b>Cuota de préstamo</b>	<b>Fondos menos Cuota de préstamo</b>	<b>Solvencia</b>
1	Q 593 905,84	Q47 947,84	Q 545 958,00	109 %
2	Q 434 687,77	Q47 947,84	Q 386 739,92	112 %
3	Q 434 687,77	Q47 947,84	Q 386 739,92	112 %
4	Q 434 687,77	Q47 947,84	Q 386 739,92	112 %
5	Q 484 687,77	Q47 947,84	Q 436 739,92	111 %

Fuente: elaboración propia.

#### **6.9.3.5. Periodo de recuperación de la inversión**

El periodo de recuperación de la inversión interna del proyecto de la inversión inicial Q530 726,92, se realizará en 2 años con dos meses de operación del proyecto.

#### **6.10. Análisis de sensibilidad**

El mercado de la compra de chatarra va de la mano con los mega proyectos que las potencias mundiales logren implementar, el precio de estos cambia considerablemente o baja según sea el cambio, la compra de chatarra en estos últimos años se ha mantenido y la venta de pacas de chatarra considerando su peso de 200 libras su venta promedio es de 200 quetzales lo cual puede llegar a elevarse, al igual que la materia prima.

Al igual que si sube o baja la materia prima en este caso bajará o subirá el precio de venta, manteniéndose los costos de ganancia y su punto medio de ventas se mantendrá en 1 734 unidades para recuperar la los costos.



## CONCLUSIONES

1. Cada cilindro se diseñará para mantener una presión máxima  $P_{\max} = 3\ 500$  psi. Por lo tanto: mangueras, acoples y otros componentes también fueron diseñados para soportar esta presión de trabajo. Obteniendo de esta manera el diseño de una bomba que manejará 40 GPM, requiriendo una potencia de aproximadamente 180 hp que generará un motor de combustión interna.
2. De acuerdo a lo requerido por los cilindros hidráulicos, la cámara de compactación se diseñó con un acero de placa antidesgastante T- 500 la cual está tratada térmicamente (477-534 BHN) el cual tiene las propiedades necesarias para que la chatarra que se compacte no cause daños de abrasión.
3. El motor de combustión interna en este caso debe ser capaz de suministrar la suficiente potencia para accionar la bomba hidráulica, por tal motivo se sugiere un motor de 220 hp.
4. Para el montaje de la máquina se elaboró un ensayo de compresión triaxial del cual se sacó el valor soporte del suelo, el cual refirió un valor de 25 toneladas por metro cuadrado, por tal motivo se puede afirmar que el suelo soporta la máquina en su totalidad.





## RECOMENDACIONES

1. Garantizar la calidad de los materiales que se especifican en el diseño, ya que de estos garantiza la duración de la máquina y el perfecto funcionamiento.
2. Se sugiere capacitar a los trabajadores, sobre aspectos de mantenimiento y operación de la máquina para garantizar de esta forma su perfecto uso y la vida útil.
3. Actualizar los presupuestos realizados al momento de llevar a cabo el proyecto, ya que debe tomarse en cuenta el tipo de cambio y las circunstancias bajo las cuales se vaya a proceder con el proyecto.
4. Garantizar la supervisión técnica de la construcción a través de un ingeniero mecánico o mecánico industrial para que se cumpla con lo establecido en los planos y diseños.
5. Orientar al personal para el uso de los sistemas que componen la máquina así como el cuidado del medio ambiente.



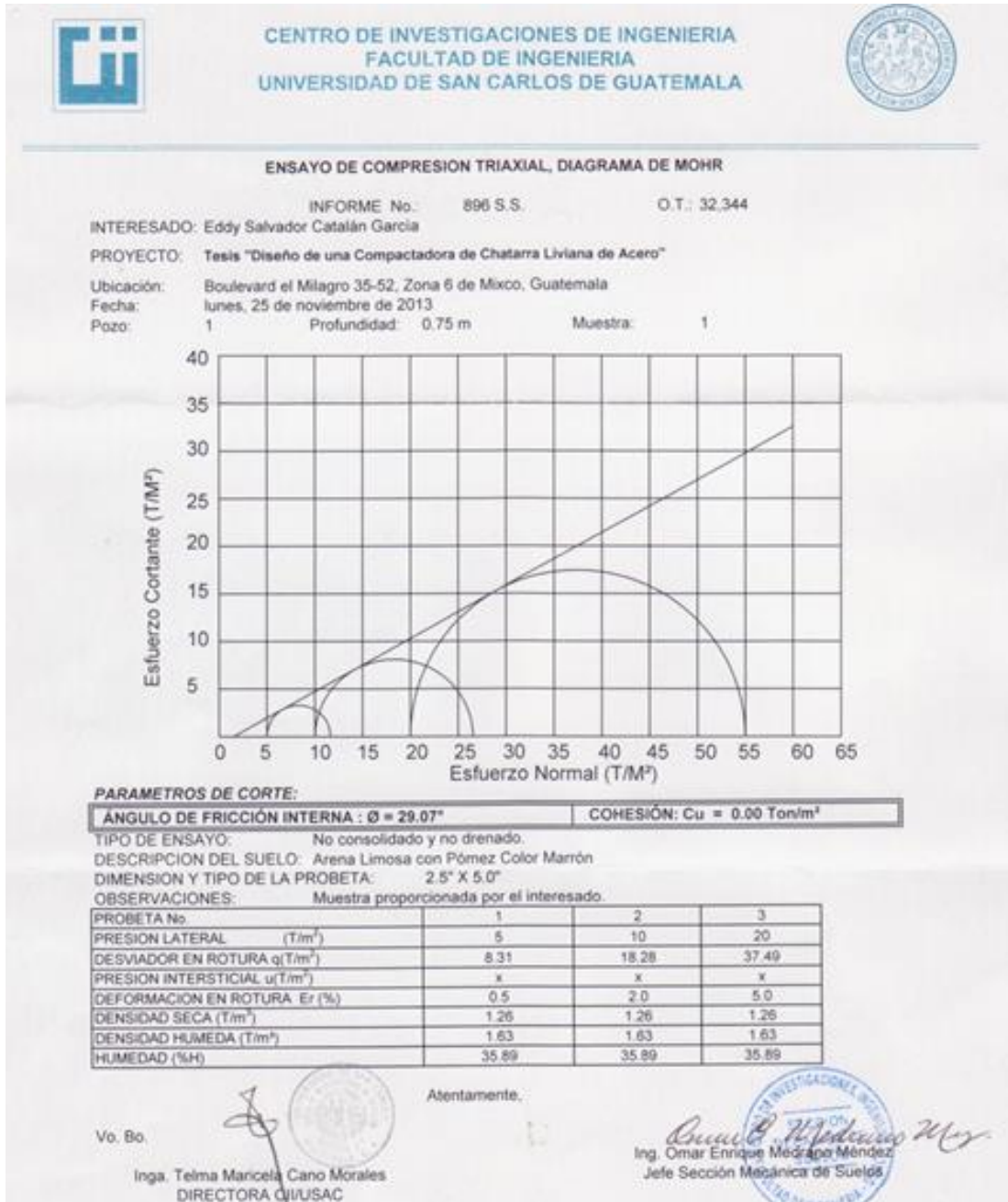
## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁVILA PERNILLO, Esvin Rafael. *Diseño y planificación del salón municipal de usos múltiples y alcantarillado sanitario y pluvial para el sector Monterrey y Méndez, El Tejar, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 209 p.
2. BLANK, Leland T. *Ingeniería económica*. 6a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2010. 740 p. ISBN 958-600-966-1.
3. CZEKAJ, Daniel. *Aplicaciones de la ingeniería maquinaria hidráulica en embarcaciones pesqueras pequeñas*. Roma: FAQ Fiat Panis, 1988. 300 p. ISBN 92-5-302698-7.
4. SUNÚN MONZÓN, Susana Yaneth. *Diseño de edificio escolar para el cantón la vega y propuesta de mejoras al sistema de agua potable de la aldea San Lorenzo El Tejar, municipio de Pastores, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 152 p.



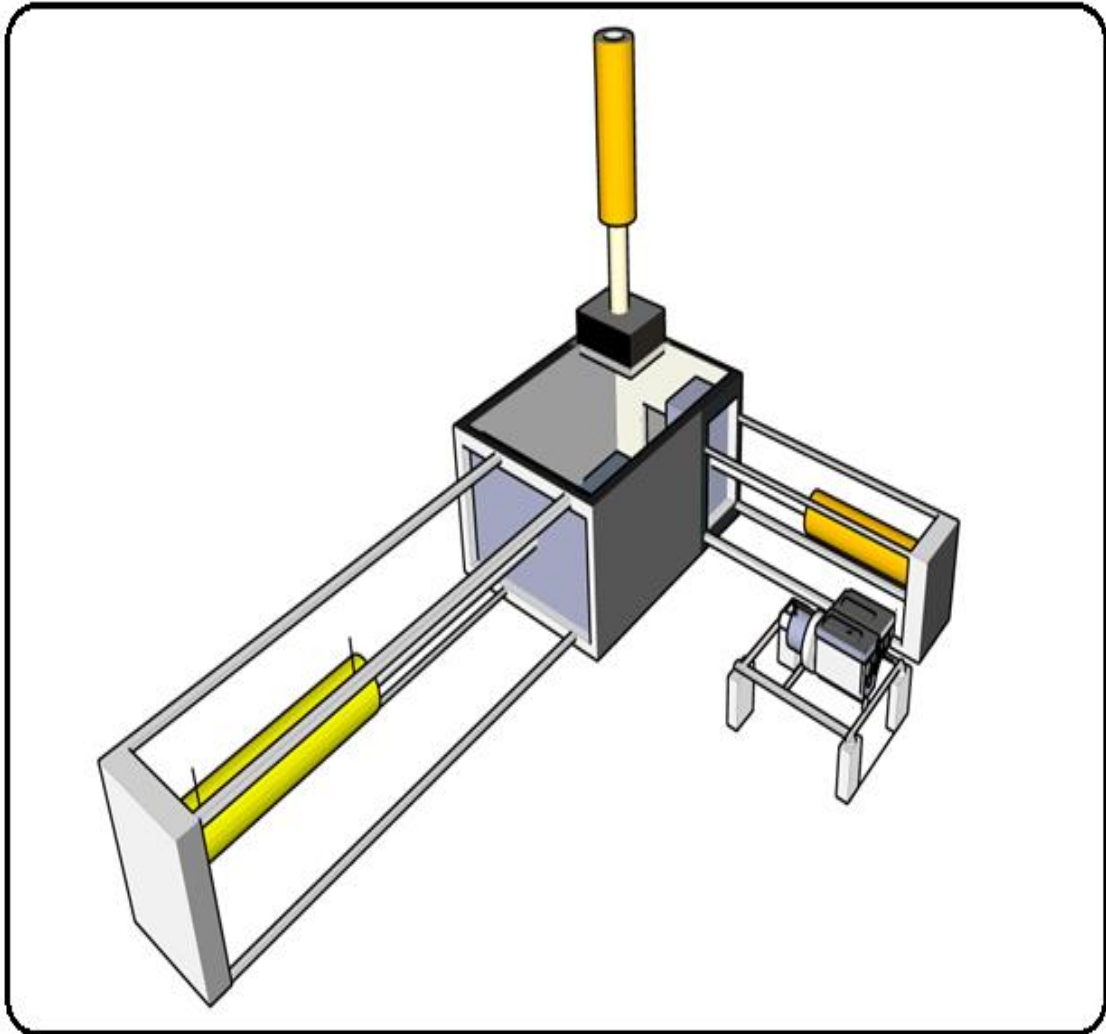
# APÉNDICES

## Ensayo de compresión Triaxial



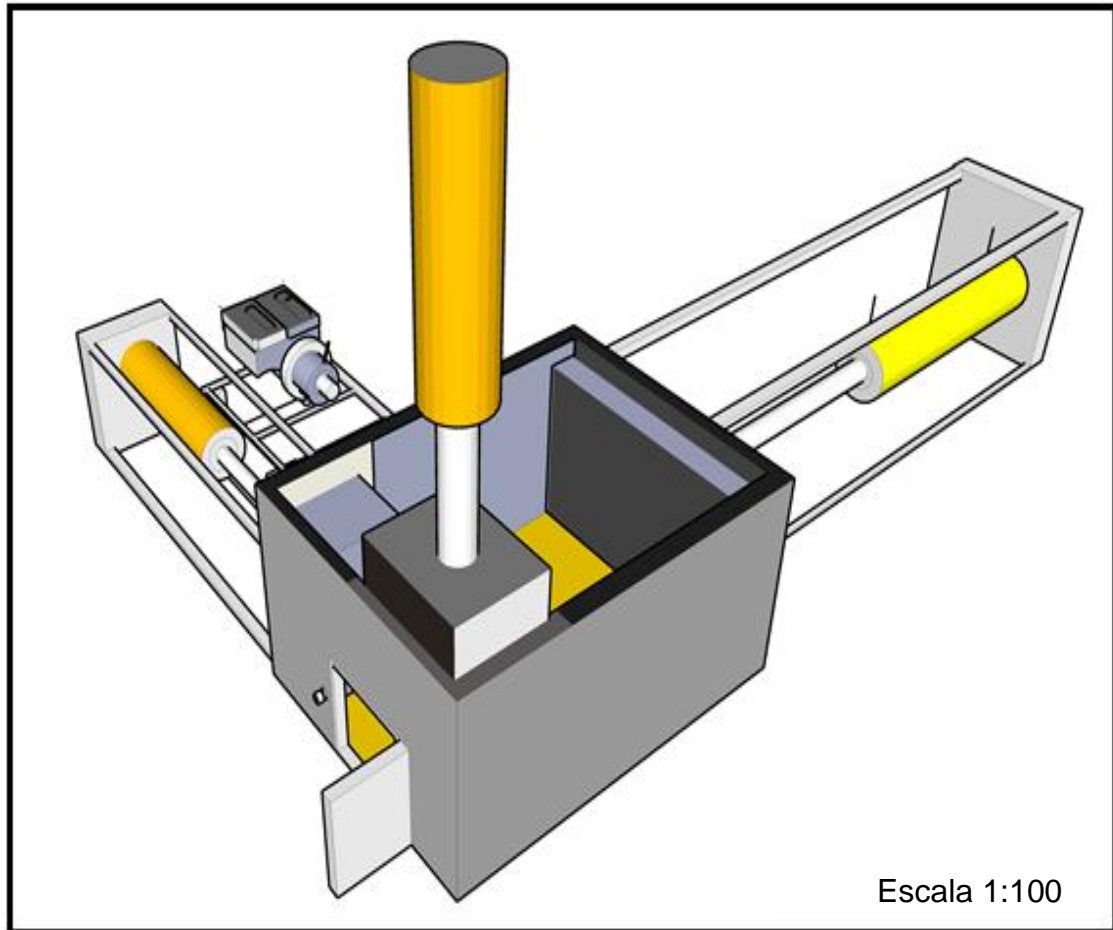
Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, USAC.

## Diagrama de máquina completa vista frontal



Fuente: elaboración propia, con programa Sketchup 2013.

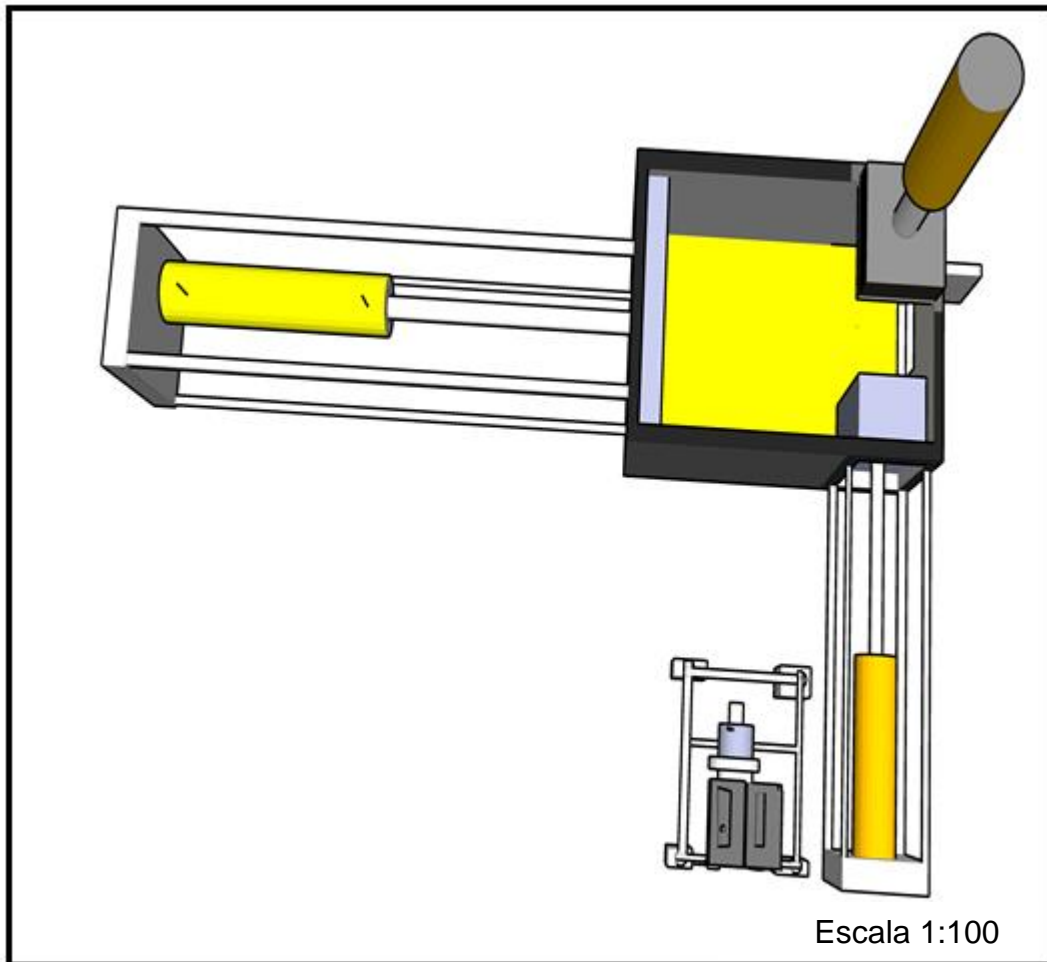
### Diagrama de máquina vista trasera



Fuente: elaboración propia, con programa Sketchup 2013.

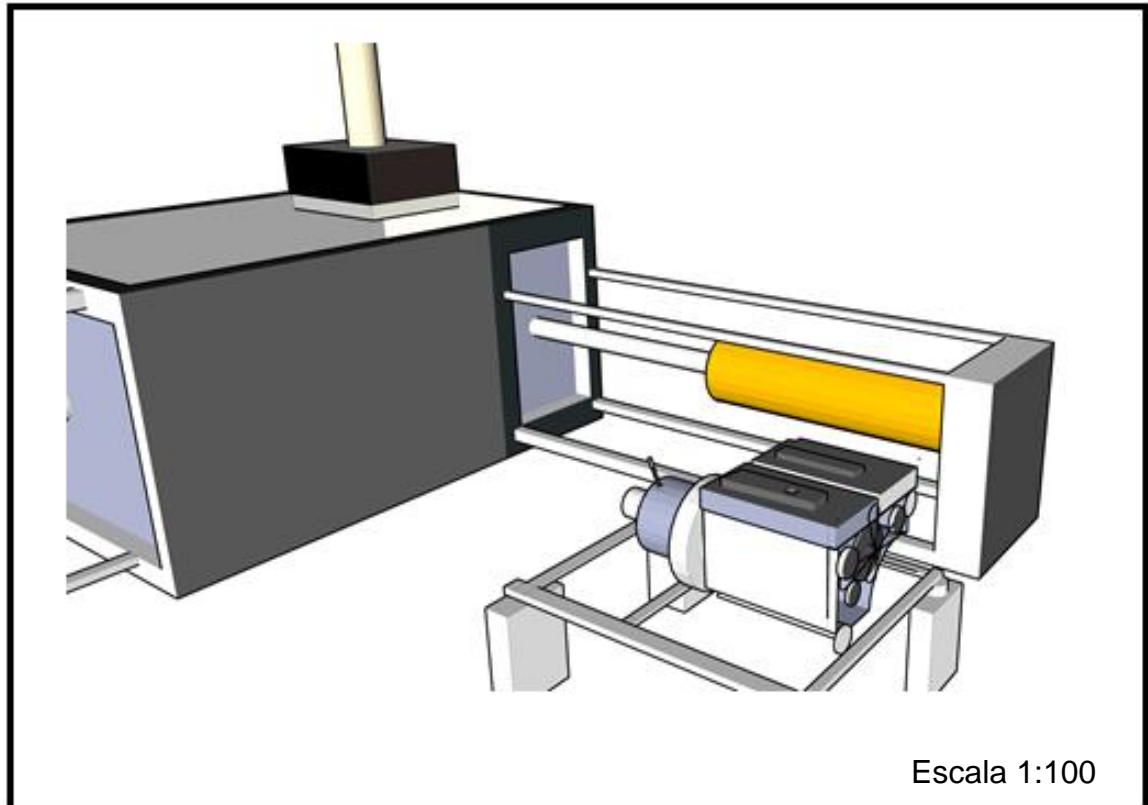


## Diagrama de máquina completa vista de planta



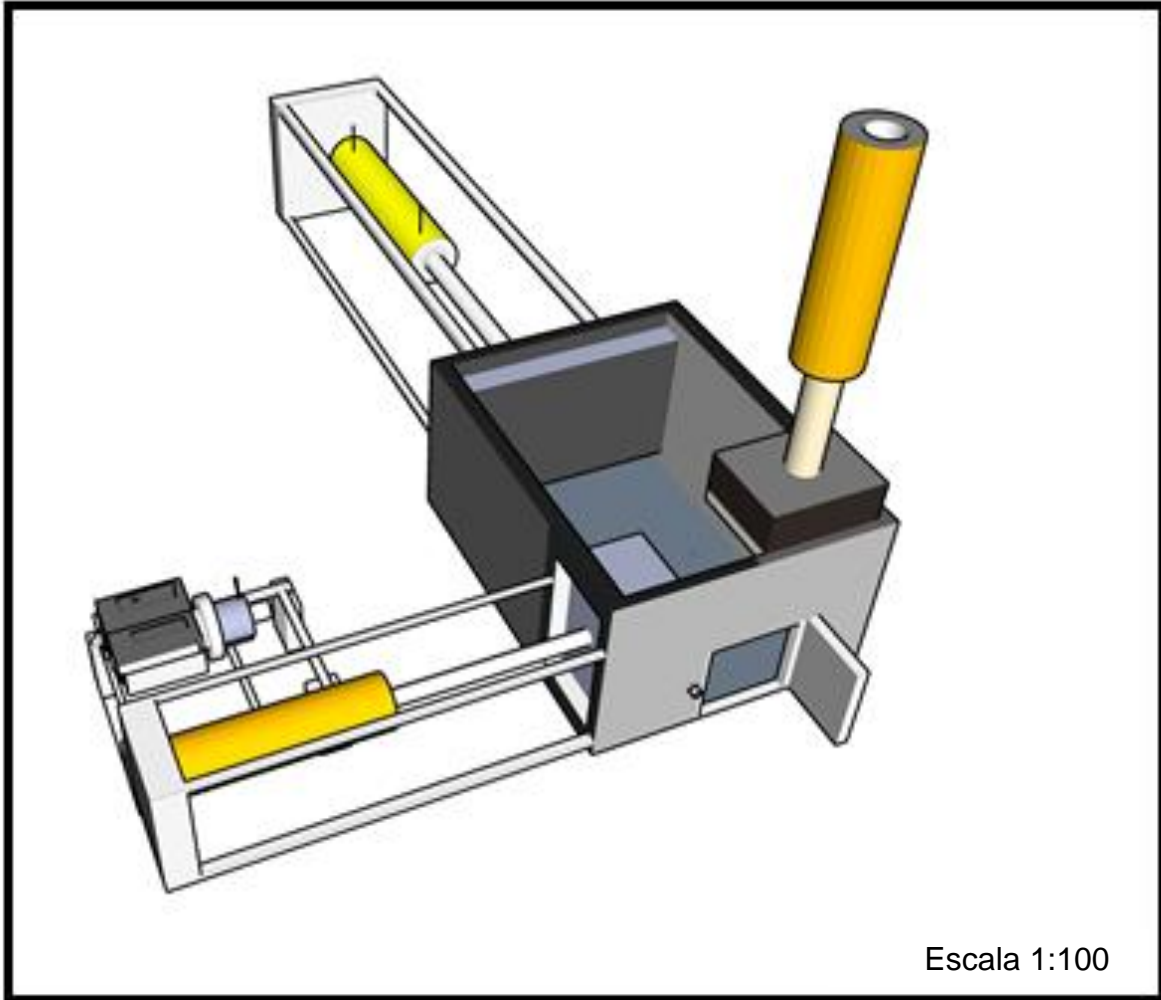
Fuente: elaboración propia, con programa Sketchup 2013.

## Diagrama de colocación de motor de combustión interna



Fuente: elaboración propia, con programa sketchup 2013.

### Diagrama de máquina vista lateral derecha



Fuente: elaboración propia, con programa sketchup 2013.

## ANEXOS

### Factores de capacidad de carga

$\phi$	Nc	Nq	Ng	$\phi$	Nc	Nq	Ng
0	5,14	1	0	26	22,25	11,55	12,54
1	5,35	1,09	0,07	27	23,94	13,2	14,47
2	5,63	1,2	0,15	28	22,5	14,72	16,72
3	5,9	1,31	0,24	29	27,56	16,44	19,34
4	6,19	1,43	0,34	30	30,14	18,4	22,4
5	6,49	1,57	0,45	31	32,67	20,63	25,99
6	6,81	1,72	0,57	32	35,49	23,18	30,22
7	7,16	1,88	0,71	33	38,64	26,09	35,19
8	7,53	2,06	0,86	34	42,16	29,44	41,06
9	7,92	2,25	1,03	35	46,12	33,3	48,03
10	8,35	2,47	1,22	36	50,59	37,75	56,31
11	8,8	2,71	1,44	37	55,63	42,92	66,19
12	9,28	2,97	1,69	38	61,35	48,93	78,03
13	9,81	3,26	1,97	39	67,87	55,96	92,25
14	10,37	3,59	2,29	40	75,31	64,2	109,41
15	10,98	3,94	2,65	41	83,86	73,9	130,22
16	11,63	4,34	3,06	42	93,71	85,38	155,55
17	12,34	4,77	3,53	43	105,11	99,02	186,54
18	13,1	5,26	4,07	44	118,37	115,31	224,64
19	13,93	5,8	4,68	45	133,88	134,88	271,76
20	14,83	6,4	5,39	46	152,1	158,51	330,35
21	15,82	7,07	6,2	47	173,64	187,21	403,67
22	16,88	7,82	7,13	48	199,26	22,31	496,01
23	18,05	8,66	8,2	49	229,93	265,51	613,16
24	19,32	9,6	9,44	50	266,89	319,07	762,89
25	20,72	10,66	10,88				

Fuente: SUNÚN MONZÓN, Susana Yanet. *Factores de capacidad de carga*. p. 113.

















