

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UNA LICUADORA INDUSTRIAL
PARA LA COCINA DEL ALA DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO Nº 12**

POR:

ERAS GALARZA ÁNGEL FERNANDO

**Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del título
de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2006

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **ERAS GALARZA ÁNGEL FERNANDO**, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA - ESTRUCTURAS.

Ing. Dag Bassantes

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 05 de juLio del 2006

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a todos mis familiares y en especial a mis padres; pues producto de su infalible apoyo y paciencia hoy me encuentro en la culminación de esta fase de mi educación.

A mis ex profesores y ex compañeros, mis amigos y compañeros de trabajo, los cuales con su esfuerzo y dedicación se preocupan por lograr ser mejores profesionales y personas éticas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al país y el mundo.

Fernando Eras. G.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar un profundo sentimiento de gratitud a mis padres, por haberme traído a la vida. A Dios nuestro señor creador por habérmela concedido.

Quiero agradecer también a todos mis amigos y compañeros que siempre estuvieron brindándome su incondicional apoyo para superarme cada día mas, a la Fuerza Aérea Ecuatoriana y a todos los que de alguna manera u otra influyeron y colaboraron en la realización de este proyecto.

Fernando Eras G.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Pág.

Carátula.....	i
Certificación del proyecto de grado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos	v
Lista de anexos	x
Lista de figuras	xi
Lista de tablas	xiii
Nomenclatura.....	xv
Resumen.....	1

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.- Planteamiento del problema.....	2
1.2.- Justificación.....	2
1.3.- Objetivos.....	3
1.3.1.- Objetivo general.....	3
1.3.2.- Objetivos específicos.....	3
1.4.- Alcance.....	4

CAPITULO 2

ESTUDIO DE LA MAQUINARIA ALIMENTICIA (LICUADORA INDUSTRIAL).

2.1.- Generalidades.....	5
--------------------------	---

2.1.1.- Fundamentos básicos de maquinaria industrial.....	5
2.1.2.- Potencia.....	6
2.1.2.1.- Potencia electromecánica.....	7
2.1.3.- Transmisión de la potencia electromecánica.....	8
2.1.3.1.- Impulso y cantidad de movimiento.....	8
2.2.- Partes de un electromecanismo.....	11
2.2.1.- Fuente electromotriz.....	11
2.2.2.- Unidad de transmisión de potencia (gear box).....	12
2.2.2.1.- Diferentes mecanismos de transmisión de potencia.....	13
2.2.2.1.1.- Piñón y engranaje.....	13
2.2.2.1.2.- Sistema de poleas y correas.	14
2.2.2.1.3.- Sistema de tornillo sin fin y rueda dentada.....	15
2.2.2.1.4.- Acoples y transmisiones lineales.	16
2.2.2.1.4.1.- Acoples.....	17
2.2.2.1.4.2.- Ejes de transmisión lineal.....	19
2.2.3.- Mecanismo funcional.....	20
2.2.3.1.- Vasos de licuadora por su geometría de fijación y trabajo.	21
2.2.3.1.1.- Vaso de licuadora vertical.....	22
2.2.3.1.2.- Vaso de licuadora de cinta horizontal.....	24
2.2.3.2.- Vasos de licuadora por sus materiales constituyentes.....	27

2.2.4.- Estructura o alojamiento del electromecanismo de licuadora industrial.....	32
2.3.- Licuadoras industriales.....	33
2.3.1.- Tipos de licuadoras industriales.....	34
2.3.1.1. - Licuadoras industriales basculantes.....	34
2.3.1.2. - Licuadoras industriales fijas.....	35
2.3.1.3.- Licuadoras industriales de mesa.....	36

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1.- Identificación de alternativas.....	37
3.2.- Estudio técnico.....	38
3.2.1.- Primera alternativa.....	38
3.2.2.- Segunda alternativa.....	40
3.3.- Estudio de factibilidad.....	42
3.3.1.- Alternativa primera.....	42
3.3.2.- Alternativa segunda.....	43
3.4.- Parámetros de evaluación.	44
3.4.1.- Factor técnico.....	45
3.4.2.- Factor financiero.....	46
3.4.3.- Factor integracional.....	46
3.5.- Matriz de evaluación de las alternativas.....	47
3.6.- Matriz de decisión.	48

3.7.- Elección de la mejor alternativa.....	49
---	----

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIÓN DE LA LICUADORA INDUSTRIAL.

4.1.- Orden cronológico de construcción.....	50
4.2.- Máquinas y herramientas usadas en la construcción de la licuadora industrial.....	51
4.2.1.- Herramienta manual.....	51
4.2.2.- Herramienta eléctrica y máquinas herramientas.....	52
4.3.- Materiales e insumos usados en la construcción de la licuadora.....	53
4.4.- Procedimiento de construcción.....	54
4.4.1.- Dibujo de los planos y bosquejos del proyecto.....	56
4.4.2.- Estructura.....	56
4.4.3.- Soporte en “I” motor – vaso de licuadora.....	58
4.4.4.- Base del vaso de licuadora.....	60
4.4.5.- Cuerpo del vaso de licuadora.....	62
4.4.6.- Eje de transmisión motor-portacuchillas.....	67
4.4.7.- Torre portacuchillas y cuchillas.....	70

4.4.8.- Falda de protección del motor.....	76
4.4.9.- Mecanismo de freno y ruedas.....	78

CAPÍTULO 5

MANUALES CALIBRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

5.1.- Descripción general.....	82
5.2.- Manual de calibración.....	83
5.3.- Manual de operación.....	87
5.4.- Manual de mantenimiento.....	93
5.5.- Trouble shooting.....	96
5.6.- Manual de la estructura y registro.....	95

CAPÍTULO 6

ESTUDIO ECONÓMICO.

6.1.- Presupuesto.....	102
6.2.- Análisis económico y financiero.....	102
6.2.1.- Materiales.....	103
6.2.2.- Máquinas herramientas.....	103
6.2.3.- Mano de obra.....	104
6.2.4.- Varios.....	104
6.3.- Comparación de las máquinas: construida vs. marca®.....	102

CAPÍTULO 7

OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.- Observaciones.....	106
7.2. Conclusiones.....	107
7.3. Recomendaciones.....	109
BIBLIOGRAFÍA.....	110
ANEXOS.....	111

ANEXO A. PLANOS DE LICUADORA INDUSTRIAL

Vistas del conjunto de vaso de licuadora

Vistas de la estructura de soporte y cabrilla

Vistas de pernos de sujeción

Vistas del conjunto de soporte en “L”

ANEXO B. FOTOGRAFÍAS

FOTO 1. Carga muerta recomendada (40%)

FOTO 2. Montaje de los pernos en soporte en “I”

FOTO 3. Configuración del montaje de cuchillas

FOTO 4. Vista lateral del conjunto armado

FOTO 5. Vista de la tapa principal y auxiliar

FOTO 6. Vista lateral de las estructuras de alojamiento

FOTO 7. Vista frontal del switch y motor

FOTO 8. Vista posterior del mecanismo de traba mecánica

FOTO 9. Proceso de licuefacción (sentido de giro anti-horario)

FOTO 10. Uso correcto de la tapa principal

FOTO 11. Vista superior del montaje de cuchillas

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: Principio de conservación de la cantidad de movimiento

FIGURA 2.2. Acople estándar de transmisión de potencia para licuadora

Figura 2.3. Acople común o diseñado al requerimiento

Figura 2.4. Eje de transmisión lineal para una licuadora industrial.

Figura 2.5. Tipos de vasos verticales para licuadora industrial

Figura 2.6. Tipos de vasos verticales por su geometría de alojamiento.

Figura 2.7. Vaso vertical de licuadora con su respectiva cuchilla de fondo.

Figura 2.8. Tipos de cuchillas para vaso de cinta horizontal.

Figura 2.9. Vasos de licuadora, del tipo cinta horizontal.

Figura 2.10. Vasos de licuadora transparente hecho de policarbonato (5 lt)

Figura 2.11. Licuadoras basculantes

Figura 2.12. Licuadora fija de vaso vertical con su válvula flaper

Figura 3.1. Vista isométrica de licuadora industrial, con vaso vertical basculante

Figura 3.2. Varias licuadoras industriales fijas con vaso del tipo cinta horizontal

Figura 4.1. Diagrama de proceso del diseño de licuadora industrial.

Figura 4.2. Diagrama de proceso: construcción estructura.

Figura 4.3. Soporte en “L” con sus principales elementos

Figura 4.4. Diagrama de proceso: construcción del soporte en “L”

Figura 4.5. Base de licuadora, en cuarto de corte.

Figura 4.6. Diagrama de proceso: construcción de base de vaso de licuadora

Figura 4.7. Vista frontal del vaso de licuadora, con sus principales partes.

Figura 4.8. Diagrama de proceso: construcción de vaso de licuadora.

Figura 4.9. Vista isométrica del acople: eje de transmisión con eje del motor

Figura 4.10. Diagrama de proceso: eje de transmisión motor-portacuchillas.

Figura 4.11. Vista frontal del extremo del eje de transmisión.- torre portacuchillas.

Figura 4.12. Diagrama de proceso: torre portacuchillas

Figura 4.13. Juego de vistas de las cuchillas tipo “flat tip ” y “bent tip”.

Figura 4.14. Diagrama de proceso: cuchillas planas y bent tip.

Figura 4.15. Ensamblaje de las partes de la torre portacuchillas.

Figura 4.16. Vista isométrica de la falda protectora del motor.

Figura 4.17. Diagrama de proceso: falda protectora del motor.

Figura 4.18. Vista lateral del conjunto de freno y ruedas (garruchas).

Figura 4.19. Diagrama de proceso: construcción del conjunto freno y ruedas

Figura 4.20. Ensamblaje de las partes del freno y ruedas

Figura .5.1. Representación gráfica: potencia desarrollada en función del tiempo

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1. Unidades usadas para medir la potencia

TABLA 2.2. Principales tratamientos térmicos de rectificado y refuerzo para el
acero alimenticio AISI 304

TABLA 2.3. Algunas aplicaciones de los aceros inoxidables.

TABLA 3.1. Matriz de evaluación de alternativas

TABLA 3.2. Matriz de decisión de alternativas.

TABLA 4.1. Herramienta manual usada en la construcción del proyecto.

TABLA 4.2. Herramienta eléctrica y máquinas herramientas usada en la
construcción del proyecto.

TABLA 4.3. Material e insumos para la fabricación de la licuadora.

TABLA 4.4. Tiempo – Operación de las diferentes partes de la licuadora industrial.

TABLA 4.5. Simbología de las operaciones de construcción.

TABLA 4.6. Simbología de flujo de proceso.

TABLA 5.1. Categorización de los manuales.

TABLA 5.2. Tabla de restricción de productos.

TABLA 6.1. Lista de costos de materiales de la Licuadora Industrial.

Tabla 6.2. Lista de costos de alquiler de máquinas herramientas

Tabla 6.3. Costos de mano de obra.

Tabla 6.4. Costo de otros gastos.

Tabla 6.5. Costo total del proyecto.

Tabla 6.6. Costo de máquina similar en el mercado.

NOMENCLATURA:

tHP: Caballos de fuerza efectivos. (true horse power)

Imp: impulso

Pot_{elm}: potencia electromecánica

Kgf: kilogramos fuerza

n: velocidad circular en RPM

w: velocidad angular en radianes por segundo

PDS: Parámetro de selección

hH: horas - hombre

HMn: Herramienta manual

HMHe: Herramienta y máquina herramienta eléctrica.

ea: Unidades (derivado de each).

RESUMEN

El presente proyecto de Grado nace de la necesidad vista de renovar las maquinas alimenticias que posee en la actualidad la cocina comedor del Ala N° 12 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE).

Al igual que permita a su vez, aplicar los diversos conocimientos y técnicas de investigación del alumno candidato a ser graduado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. En la primera sección del presente trabajo, se ha enunciado el objetivo que es el de construir una licuadora industrial que permita llevar a cabo las diferentes tareas culinarias que se ven involucradas con la mencionada máquina; de tal manera, se inicio con una selección de alternativas para su justificación. Una vez determinada la mejor alternativa, se realizó la respectiva evaluación para la selección de la licuadora más idónea de acuerdo al propio medio y recursos económicos; la misma que trabaja a través de un sistema electro-mecánico.

Así entonces se procedió a la construcción y montaje de la licuadora industrial, con sus nuevas características y ventajas frente a la ya existente en el Ala N° 12.

Terminada la construcción, se ejecutaron diversas pruebas de funcionamiento con el objetivo de observar el comportamiento de la máquina, la misma que arrojó resultados satisfactorios, lo que implica la justificación del proyecto.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Ala de Investigación y Desarrollo N° 12, y sus unidades adjuntas, como una Institución Integral de trabajo, posee dentro de su amplia gama de instalaciones un salón comedor y su respectiva cocina para la alimentación del personal de aerotécnicos y autoridades varias.

Como es de suponer; las instalaciones propiamente dichas de una cocina que debe suministrar tanto alimento preparado, cuentan con una licuadora industrial, la cual está propensa a diversas clases de averías, sean estas mecánicas, eléctricas o mixtas. Éste, es el caso del departamento de cocina del Ala N°12, ya que desde hace cinco meses atrás, el personal que labora en èsta sección, se encuentra trabajando con la licuadora industrial en condiciones no estándar de operación.

1.2.- JUSTIFICACIÓN.

En razón a que el equipo de licuado es de gran importancia, y dado que actualmente el departamento de cocina, cuenta con una licuadora industrial que

no abastece debidamente con las exigencias requeridas, por encontrarse en mal estado operativo, se considera urgente y prioritario la readecuación ó en su defecto la construcción o adquisición de una unidad que satisfaga a plenitud los requerimientos de la cocina. La construcción de una nueva licuadora industrial, permitirá llevar a cabo los trabajos de la cocina del Ala N° 12, de manera más eficiente y completa.

1.3.- OBJETIVOS.

1.3.1.- Objetivo general.

Construir una licuadora industrial para la cocina del Ala de Investigación y Desarrollo N° 12 ubicada en la ciudad de Latacunga.

1.3.2.- Objetivos específicos.

1. Analizar, el funcionamiento del conjunto de licuadora industrial;
2. Investigar las diferentes clases de licuadoras de este tipo existentes y comparar su funcionamiento, para mejorar o implementar cambios para la licuadora a construirse.
3. Seleccionar los materiales más adecuados con los cuales se va a construir esta nueva máquina.
4. Establecer los parámetros y condiciones de funcionamiento de la licuadora industrial.
5. Realizar pruebas de funcionamiento y performance de ésta licuadora.

1.4.- ALCANCE.

El presente proyecto tiene por alcance el mejoramiento, e implementación de la Cocina del Ala de Investigación y desarrollo N° 12 con un equipo de licuado industrial para la optimización y mejoramiento de la calidad en los procesos de preparación de alimentos.

Se realiza en primera instancia el estudio del funcionamiento de una licuadora industrial, seguido de un análisis de equipos disponibles en el mercado nacional a fin de establecer estándares de funcionamiento con la finalidad de mejorar las características de la licuadora motivo del proyecto.

Previa la construcción, se determinan las características de la licuadora y materiales a ser utilizados.

Una vez construida la licuadora se procede a la realización de pruebas operacionales para determinar si se halla en condiciones estándar de operación.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LA MAQUINARIA ALIMENTICIA (LICUADORA INDUSTRIAL).

2.1- GENERALIDADES.

2.1.1- FUNDAMENTOS BÁSICOS DE MAQUINARIA INDUSTRIAL.

Se puede definir como máquina al conjunto de elementos destinados a recibir y transformar la energía. Un aparato o mecanismo destinado a vencer ciertas fuerzas, a las que se llama resistentes, utilizando otras que se denominan motrices. La construcción de máquinas tiende a plantearse de forma que una fuerza motriz reducida pueda oponerse a fuerzas resistentes de gran intensidad. Pero bien los límites de la definición son muy amplios ya que abarca desde los dispositivos constituidos por un solo elemento, que no admiten simplificación, hasta los mas complejos, formados por miles de elementos.

Sin embargo en condiciones de movimiento uniforme, la suma de las energías de las fuerzas motrices es igual a la suma de las energías de las fuerzas resistentes, considerando también las resistencias pasivas producidas por los rozamientos cinético y estático. El estudio general de las maquinas es un tema complejo y especializado sobre el que las nociones básicas de física solamente ofrecen ciertos conceptos elementales. Ahora bien, una máquina industrial reúne ciertas características que no están presentes en los aparatos caseros o de uso doméstico, su procedimiento de operación, la mecánica de trabajo, el volumen y espacio que necesitan, la energía utilizada, los diversos materiales y componentes, etc., son algunas de estas características las que determinan su clasificación como *maquinaria industrial*.

2.1.2- POTENCIA

Potencia es el trabajo realizado en la unidad de tiempo. Se la designa con la letra **P**, donde se dice realizar un trabajo **W**, en un determinado tiempo **t**.

$$P = \frac{W}{t} \quad (2.1)$$

Donde:

P: Potencia ~~en~~ (vatios)

W: Trabajo efectuado ~~en~~ (Joules)

t: Tiempo invertido en hacer el trabajo ~~(-dado en segundos-)~~

Al interpretar la fórmula anterior, se deduce como potencia a la capacidad de realizar trabajo en función del tiempo, medida en forma de energía gastada o ganada por unidad de tiempo.

Unidades:

De la fórmula anterior y según las unidades de trabajo y tiempo se tiene:

Tabla 2.1. Unidades usadas para medir potencia.

SISTEMA	UNIDAD
TÉCNICO	$\frac{Kgm}{seg}$
CGS	$\frac{erg}{seg}$
MKS	$\frac{joule}{seg} = \text{watt o vatio}$

Tabla con formato

2.1.2.1- POTENCIA ELECTROMECAÁNICA.

“La potencia electromecánica, es la suma total de las fuerzas que se destinan a producir un determinado trabajo, en una serie de elementos o mecanismos; por medio del empleo directo de una fuente electromotriz, para ello se debe tomar en cuenta la estrecha relación con la inercia mecánica y finalmente se ve gobernada por la tracción, la potencia electromecánica (de accionamiento) viene dada en caballos de fuerza efectivos tHP o kW.”¹

La potencia de accionamiento (propia del rendimiento al vacío del motor), por lo tanto viene dada por las siguientes formulas:

$$kW = Par.motor * \frac{RPM}{975} \quad (2.2)$$

$$HP = Par.motor * \frac{RPM}{726} \quad (2.3)$$

$$\boxed{\text{Potencia en Kw.} = 0.736 * \text{Potencia en HP}} \quad (2.4)$$

$$\boxed{\text{Potencia en HP} = 1.36 * \text{Potencia en kW}} \quad (2.5)$$

Código de campo cambiado

La potencia electromecánica esta definida entonces en dos factores que son: la fuerza en Kgf y la velocidad en metros por segundo.

$$Pot_{elm} = F * V = \frac{Kgf * m}{s} \quad (2.6)$$

¹ “<http://www.physics.ncsu.edu/pira/demosite.html> ”

2.1.3- TRANSMISIÓN DE LA POTENCIA ELECTROMECAÁNICA.

2.1.3.1- IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

Dado que la electromecánica constituye el método de transmitir potencia de una fuente electromotriz a una serie de mecanismos o elementos mecánicos, y si por ende, el trabajo que efectúa un mecanismo o grupo moto propulsado, es el producto de la fuerza aplicada por la distancia que recorre, entonces en este caso particular donde la fuerza es transmitida instantáneamente del eje del motor eléctrico al conjunto mecánico de torre portacuchilla del vaso de la licuadora, se deduce un fenómeno llamado **impulso y cantidad de movimiento**, donde la distancia del brazo se verá despreciada, puesto que la parte que determina dicha distancia, es un eje transmisor sin más longitud que la altura propia del conjunto de torre portacuchilla, pero a cambio, surge otro factor decisivo que, para efectos de cálculo, se denomina como la masa, la cual en la práctica vendrá sobreentendida como una carga puntual (el producto que se introduce en el vaso de licuadora).

El "impulso de una fuerza se define como el producto de la misma por el tiempo en el cual actúa"², suponiendo dicha fuerza constante en el intervalo, es decir

$$v = v_1 \rightarrow t = t_1$$

$$v = v_2 \rightarrow t = t_2$$

$$Imp = \int_{t_1}^{t_2} F dt = \int_{v_1}^{v_2} m \frac{dv}{dt} dt = \int_{v_1}^{v_2} m dv = m(v_2 - v_1) = mv_2 - mv_1 \quad (2.7)$$

²"Guía del estudiante, Electromecánica Aplicada, Pág. 44"

Esta magnitud es una medida de la afectividad temporal de la fuerza, que nace de la necesidad de calcular la intensidad de fuerzas instantáneas, cuyo intervalo de tiempo es tan reducido que no pueden medirse intensidad o tiempo por separado, debiendo pues recurrir a su cociente. Esto se debe principalmente en que el motor desarrolla instantáneamente su potencia de salida, y ésta comienza a mover el mecanismo de cuchillas instaladas en el vaso de licuadora.

Otra magnitud, muy próxima en su concepto a la anterior, es la **cantidad de movimiento**, “definida como el *producto de la masa de una partícula por su velocidad*”³. Tanto esta magnitud como el impulso son productos de un escalar por un vector (representadas por la fuerza del motor VS. masa o contenido a licuar); y puede demostrarse experimentalmente que la variación de uno es igual a la variación del otro, tal como se expresa en la fórmula siguiente:

$$I_{mp}(t_2) - I_{mp}(t_1) = mv_2 - mv_1 \quad (2.8)$$

Esta ecuación, derivada de la forma absoluta de la “segunda ley de Newton”⁴, es válida solamente en términos absolutos.

Una de las aplicaciones de mayor interés de esta expresión se da en el caso en el que su primer miembro resulta nulo. Ello sucede, por ejemplo cuando se producen interacciones entre dos cuerpos o sistemas. En el caso del mecanismo de tracción con el que trabaja la licuadora, se afirma que, sobre el

³ “Guía del estudiante, Electromecánica Aplicada, Pág. 45 ”

⁴ “ **SEGUNDA LEY NEWTON:** *Una fuerza F aplicada a un cuerpo le comunica una aceleración a de la misma dirección y sentido que la fuerza, directamente proporcional a ella e inversamente proporcional a la masa m del cuerpo, es decir $F = m \times a$ ”*

Con formato: Justificado

Con formato: Fuente: Cursiva

cuerpo **a** (el eje de transmisión de motor a torre portacuchilla), se aplica una fuerza **F_a** provocadas por causas eléctricas o mecánicas. Mientras el cuerpo **a** pasa de la posición **A** a la **B**, en un intervalo de tiempo **t₁ - t₂**, el cuerpo **b** (los elementos o líquidos alojados al interior del vaso de la licuadora) pasa de **C** a **D** sometido a fuerza **F_b**, que, según la tercera ley de Newton⁵ deberá ser **F_b = -F_a**.

Al aplicar la ecuación de que relaciona impulso y cantidad de movimiento se obtienen las expresiones:

$$\int_{t_1}^{t_2} F_a dt = m_a * v_{a2} - m_a * v_{a1}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} F_b dt = m_b * v_{b2} - m_b * v_{b1}$$

Sumando estos términos y utilizando la relación **F_b = -F_a** puede determinarse

$$m_a * v_{a2} + m_b * v_{b2} = m_a * v_{a1} + m_b * v_{b1} \quad (2.9)$$

Considerando que las fuerzas **F_a** y **F_b** son internas al sistema, es decir, que una parte del sistema (~~mecánimecanismoees~~ electromecánico), las aplica sobre la otra, puede enunciarse a partir de esta ecuación el llamado *principio de conservación de la cantidad de movimiento*, según el cual entonces el vector cantidad de movimiento total que va de la mano con la potencia mecánica, en un sistema físico sometido exclusivamente a **fuerzas internas resulta constante**.

⁵ "TERCERA LEY NEWTON: A toda acción corresponde una reacción igual y de sentido contrario"

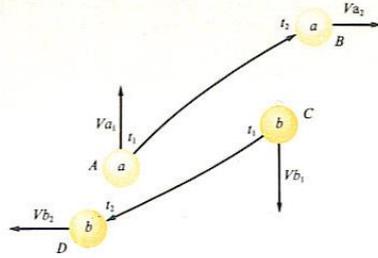


Figura 2.1. Principio de conservación de la cantidad de movimiento

Con formato: Sin Resaltar

2.2.- PARTES DE UN ELECTROMECHANISMO.

Los artefactos electromecánicos se componen básicamente de 4 grandes grupos, que son:

- ◆ fuente electromotriz
- ◆ unidad de transmisión de potencia (gear box)
- ◆ mecanismo funcional
- ◆ estructura o alojamiento

2.2.1.- FUENTE ELECTROMOTRIZ.

Ésta, es quizás la parte universal de un artefacto electromecánico, pues depende de aquella sección para que cualquier mecanismo obtenga su animación y pueda ser puesto en funcionamiento.

Dentro de los aparatos que brindan este servicio, encontramos muchas clases de adaptaciones, todas y cada una de ellas básicamente transforman la energía de cualquier tipo en trabajo; tal es el caso de los motores de corriente eléctrica, sea ésta alterna ó continua.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, 12 pto, Español (España)

|

~~Dentro de los aparatos que brindan este servicio, encontramos muchas clases de adaptaciones, todas y cada una de ellas básicamente transforman la energía de cualquier tipo en trabajo; tal es el caso de los motores de corriente eléctrica, sea ésta alterna ó continua.~~

Con formato: Derecha: 2,5 cm

Pero no siempre se encontraran solamente estos tipos de fuentes, algunas excepciones de aparatos electromecánicos, sacan provecho de la energía química en sustitución de la eléctrica, como por ejemplo una podadora con motor de combustión interna.

Empero, las fuentes como los motores eléctricos, son mucho más empleadas dado sus enormes ventajas como por ejemplo; su tamaño, bajo nivel de ruido y alternativamente el bajo record de consumo energético. Pero hay que tomar en cuenta primero que, algunos electromecanismos se verán necesariamente obligados a valerse de motores de CA, así como algunos otros tendrán que usar motores de CC. Esto se debe principalmente por la potencia neta que pueden ofrecer cada uno de estos motores, así como el trabajo que tendrán que desarrollar los mismos.

2.2.2.- UNIDAD DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (GEAR BOX).

Una vez determinada la fuente electromotriz más idónea o accesible para ser utilizada en un electromecanismo, es de vital importancia pensar ahora en los elementos que acarrearán la energía mecánica (potencia mecánica), hacia el mecanismo funcional propiamente. Dicho conjunto toma el nombre de **gear box**, que hace referencia, en un nivel universal, a toda sección o etapa de una

máquina, dedicada a la transmisión, conversión, distribución y control del paso de dicha energía.

En el caso explícito de las licuadoras industriales, esta etapa se encarga de transmitir la potencia del eje mismo del motor hacia la torre portacuchillas, y dependiendo del diseño o capacidad de la licuadora, se deben considerar los factores que han de intervenir al construirse el eje de transmisión.

En algunas ocasiones, el eje va acompañado de algún tipo de unidad auxiliar de embragues o reductores de velocidad, pero en este caso, la potencia mecánica que arroja el motor en sí, se transmite directamente a la torre portacuchillas sin mas mecanismo que un eje de tracción, construido en acero de transmisión, sin ningún otro tratamiento o rectificado previo.

2.2.2.1.- DIFERENTES MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

Existe sin número de mecanismos empleados para transmitir potencia mecánica de una fuente motriz hacia un mecanismo en particular, pasando por los mecanismos de levas usados en un principio en las viejas locomotoras o máquinas de coser, hasta por los supermodernos mecanismos de campo magnético, sin embargo es necesario realizar un breve estudio de algunos tipos de mecanismos de transmisión de potencia de naturaleza rotacional, para comprender mejor su función y dejar en claro cual será el mas idóneo para el proyecto a realizarse.

2.2.2.1.1.- PIÑÓN Y ENGRANAJE

Se trata de uno de los mecanismos de transmisión, conjuntamente con las poleas, más antiguos que se conocen. Los engranajes son mecanismos utilizados en la transmisión de movimiento rotatorio y movimiento de torsión entre ejes.

Este sistema posee grandes ventajas con respecto a las correas y poleas: reducción del espacio ocupado, relación de transmisión más estable (puesto que no existe posibilidad de resbalamiento), posibilidad de cambios de velocidad automáticos y, sobre todo, mayor capacidad de transmisión de potencia. Sus aplicaciones son muy numerosas, y son de vital importancia en el mundo de la mecánica en general y del sector de la maquinaria pesada en particular.

En un sistema de este tipo se le suele llamar rueda al engranaje de mayor diámetro y piñón al más pequeño. Cuando el piñón mueve la rueda se tiene un sistema reductor de velocidad, mientras que cuando la rueda mueve el piñón se trata de un sistema multiplicador de velocidad. Obviamente, el hecho de que una rueda tenga que endentar con otra para poder transmitir potencia entre dos ejes hace que el sentido de giro de éstos sea distinto.

En función de la forma de sus dientes y de la del propio engranaje, éstos pueden ser:

- ◆ Engranajes rectos.
- ◆ Engranajes cónicos
- ◆ Engranajes helicoidales

2.2.2.1.2.- SISTEMA DE POLEAS Y CORREAS.

Con formato: Sangría: Primera línea: 1,25 cm

Con formato: Fuente: Arial, 12 pto

Con formato: Fuente: Arial, 12 pto

Los sistemas de transmisión de poleas y correas se emplean para transmitir la potencia mecánica proporcionada por el eje del motor entre dos ejes separados entre sí por una cierta distancia. La transmisión del movimiento por correas se debe al rozamiento de éstas sobre las poleas, de manera que ello sólo será posible cuando el movimiento rotórico y de torsión que se ha de transmitir entre ejes sea inferior a la fuerza de rozamiento. El valor del rozamiento depende, sobre todo, de la tensión de la correa y de la resistencia de ésta a la tracción; es decir, del tipo de material con el que está construida (cuero, fibras, hilos metálicos recubiertos de goma, etc.) y de sus dimensiones.

Las poleas son ruedas con una o varias hendiduras en la llanta, sobre las cuales se apoyan las correas. Las correas son cintas cerradas de cuero y otros materiales que se emplean para transmitir movimiento de rotación entre dos ejes generalmente paralelos. Pueden ser de forma plana, redonda, trapezoidal o dentada. Este sistema se emplea cuando no se requiere transmitir grandes potencias de un eje a otro. Su principal inconveniente se debe a que el resbalamiento de la correa sobre la polea produce pérdidas considerables de potencia; sobre todo en el arranque y además de ocupar espacios considerablemente desperdiciados. Para evitar esto parcialmente se puede utilizar una correa dentada, que aumenta la sujeción. Ahora bien, el sistema de poleas y correas, ofrece la ventaja de generar reducción o multiplicación de movimiento. Se denomina *mecanismo multiplicador* de velocidad a aquél que transforma la velocidad recibida de un elemento motor (velocidad de la fuente motriz) en otra velocidad mayor (velocidad de salida).

Se denomina mecanismo reductor de velocidad a aquél que transforma la velocidad de entrada (generada por el motor, ~~RPM's~~RPM) en una velocidad de salida menor. La velocidad de giro de los ejes se puede medir de dos formas:

- * Velocidad circular (n) en revoluciones o vueltas por minuto (~~RPM~~rpm.).
- * Velocidad angular (w) en radianes por segundo (rad/seg).

La expresión matemática para convertir RPM's a rad/seg es:

$$w = \frac{2 * \pi * n}{60} \quad (2.10)$$

donde:

w: velocidad angular en rad/seg π : constante de pi (3.1416)

n: número de revoluciones por minuto

2.2.2.1.3- SISTEMA DE TORNILLO SIN FIN Y RUEDA DENTADA.

Con este mecanismo, además de poder transmitir fuerza y movimiento entre dos ejes perpendiculares entre sí, se pueden conseguir relaciones de transmisión altas. Se trata de un sistema irreversible, en el cual únicamente es posible transmitir potencia del eje del sinfín (motor) al eje de la rueda (torre portacuchillas), pero no en sentido contrario.

El hecho de que con este tipo de sistemas se consigan relaciones de transmisión altas, sobre todo si se comparan con los sistemas anteriores, hace que se utilice en aplicaciones muy particulares tales como contadores eléctricos, cuenta-~~revoluciones~~revoluciones, carros de máquinas herramientas, juguetes,

cremalleras de direcciones para automóviles, etc, además es muy común encontrar estos mecanismos acompañados de motores de corriente continua, por lo que queda descartada la posibilidad de aplicar este sistema en una máquina de alta velocidad de trabajo y fuerza similar.

2.2.2.1.4.- ACOPLER Y TRANSMISIONES LINEALES.

Los acoples y transmisiones lineales, son básicamente los métodos mayormente empleados en la industria de la maquinaria alimenticia, porque proporcionan un sin número de ventajas como ahorro de espacio, montaje y desmontaje de las partes del aparato, efectiva transmisión de la potencia motriz, y la facilidad de conseguir dicho repuesto en el mercado.

Ahora bien; se debe primero diferenciar entre un acople y un eje de transmisión lineal.

2.2.2.1.4.1.- ACOPLER

Se trata de un eje compuesto de transmisión lineal capaz de poder separarse y juntarse por simples métodos manuales o mecánicos, que no requieran más que de un parámetro de alineación u otro requerimiento sencillo (como por ejemplo ajustar inversamente un mandril), los acoples pueden ser estandarizados, comunes o diseñados al requerimiento.

Con formato: Fuente de párrafo predeter.

Por ejemplo un **acople estándar** se encuentra en las licuadoras industriales marca *OSTER, Universal, Joserrago*, etc; el cual consiste de una torre de plato (**a**) que esta sujeta o es parte del eje mismo del motor por medio de una chaveta o prisionero, un disco de plástico ABS (**b**) o fibra de policarbonato, y la torre de transmisión hacia el eje portacuchillas (**c**).

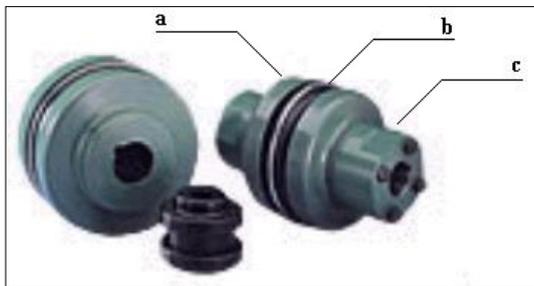


Figura 2.2. Acoples estándar de transmisión de potencia para licuadora

Con formato: Sin Resaltar

Los **acoples comunes** o diseñados de acuerdo al requerimiento, son aquellos que se fabrican y diseñan de acuerdo a la necesidad misma de la maquinaria. Debiendo ser estudiadas sus propiedades mecánicas como material, acción de acople y desacople del mecanismo, fijación, mantenimiento, etc. por ejemplo en la siguiente figura se muestra un eje para transmisión de potencia de una amasadora industrial. Esta gear box, se basa principalmente en un acople de 3 partes, el molar de motor (**a**), un ensamble de hule (**b**) u otro material flexible, puesto que se necesita esta ventaja para no esforzar demasiado el brazo de la batidora, y un plato o molar de recepción (**c**), el cual va unido al brazo de batidora. Este singular eje de transmisión toma en cuenta el esfuerzo que soporta el mecanismo funcional que es el cuerno o brazo de batidora, al vencer la fuerza

que realiza al mover la masa, de ahí que se emplee alguna interfase flexible y expandible entre los platos.

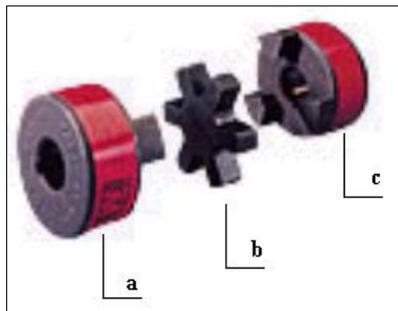


Figura 2.3. Acople común o diseñado al requerimiento

Con formato: Sin Resaltar

2.2.2.1.4.2.- EJES DE TRANSMISIÓN LINEAL.

Los ejes de transmisión lineal, en oposición a los acoples, son aquellos donde no está permitido el desensamble de las partes de la maquina, y unen directamente la fuente motriz con el mecanismo funcional. Por lo general suelen estar hechos de acero de transmisión, aleaciones de aluminio u otros materiales ferrosos. No comprenden unidades de amortiguación al momento flexor, y casi siempre se los coloca en pistas para rodamientos de alta velocidad y cargas axiales. Su mantenimiento es algo mas caro que el de los acoples pero la efectividad de transmisión, es notablemente alta ya que no se pierde la energía ni la cantidad de movimiento. En la figura siguiente se muestra un eje de transmisión lineal para licuadoras industriales de gran capacidad (15 Galones). El cual posee un extremo de acople de piñón, para encajar en la torre portacuchillas, seguido de una cámara de rodamiento de bolas (ball bearing), que situará el eje en la cavidad

del fondo del vaso y alinearse con el eje de motor, a continuación se encuentra un resorte de amortiguamiento axial y finalmente el dispositivo de reten que esta empotrado a la junta con el motor, sea por chaveta o rosca inversa (es decir tornillo-tuerca).



Figura 2.4. Eje de transmisión lineal para una licuadora industrial.

Con formato: Sin Resaltar

Existen otros tipos de ejes para transmitir potencia, pero los anteriormente mencionados, son aquellos mas usados en la maquinaria alimenticia, empero es necesario dejar en claro que la mayoría de éstos están gobernados por sus respectivas clases de máquinas, por el fabricante, el esfuerzo y el costo del mantenimiento.

Así pues, en el presente proyecto como se verá en lo posterior se apunta como mejor alternativa de diseño un eje de transmisión lineal, con una singular característica para el acople y desacople.

2.2.3.- MECANISMO FUNCIONAL.

Es también llamado *módulo de trabajo*⁶ y es aquel que comprende todos los accesorios, herramientas, acoples y demás elementos que llevarán a cabo la acción para la cual está previsto el aparato o máquina. Es el grupo más extenso de estudio de un electromecanismo.

En el presente proyecto, se trata del conjunto que abarca el vaso de licuadora, para conocer más a fondo sobre los tipos de vaso de licuadora, se toma en cuenta factores como su desempeño, capacidad, modo de operación, costo y factibilidad de construcción.

2.2.3.1.- VASOS DE LICUADORA POR SU GEOMETRÍA DE FIJACIÓN Y TRABAJO.

Por su geometría y desempeño, existen básicamente dos clases de vasos de licuadora que están directamente ligados a las cuchillas que poseen, los cuales son:

- ◆ Verticales
- ◆ De cinta horizontal

⁶ “<http://www.exploratorium.edu/snacks/snackintro.html#alphalist>”

2.2.3.1.1- VASO DE LICUADORA VERTICAL.

Este tipo de vaso, es el más utilizado en las licuadoras industriales, puesto que presenta muchas ventajas de operación, es fácil de construir y ~~presento~~ ofrece a un alto rendimiento (performance) a la hora de desmenuzar los alimentos o elementos licuables.



Figura 2.5. ~~Diversos tipos~~ de vasos verticales para licuadora industrial

Además que ahorra mucho espacio físico en la planta de trabajo, debe ser construido de manera que todas las aristas en su interior tengan un radio mínimo para prevenir la acumulación del producto y así prevenir la corrosión del material. Por lo general, el vaso se encuentra acoplado por encima del motor, y es bastante

Con formato: Sin Resaltar

Con formato: Sin Resaltar

inusual encontrar una licuadora industrial de vaso en trípode como se aprecia en la figura. Sin embargo, éste último recipiente, es mejor para la industria farmacéutica y laboratorios de alimenticia.

El tipo de vaso vertical, puede ser cónico, cilíndrico e inclusive cuadrado, siempre y cuando sea factible su construcción y permita el libre movimiento de los líquidos en su interior; ya sea que el conjunto de cuchillas se encuentre en su base inferior o superior. Además, se debe tener en cuenta que el aparato como tal, debe poseer algún desfogue o manera de verter los líquidos ya licuados.



Figura 2.6. Tipos de vasos verticales por su geometría de alojamiento.

Con formato: Sin Resaltar

El método más práctico de esta clase de vasos, es montarlos sobre una estructura resistente para que puedan pivotar y así verter la mezcla, en las licuadoras de vaso de cuchilla inferior, se debe tomar en cuenta su punto de

gravedad, el cual es mejor mientras más próximo al suelo sea, así se obtiene mejor estabilidad.

Claro que este parámetro debe ser analizado conjuntamente con la localización del motor y de la estructura en sí. Las cuchillas que utilizan en este mecanismo funcional, tienen ilimitadas formas y número de espadas.

Se las fabrica en acero inoxidable grado alimenticio, y pueden estar actuando en más de un eje coaxial.

Deben estar fijamente sujetas a la torre portacuchillas con un entrapado que soporte la tracción al momento de vencer la carga muerta en el encendido de la máquina, por ejemplo una ranura hexagonal o rectangular en el acople de sujeción, además se debe prever que el sentido de giro resultante de la torre portacuchillas, debe ser contrario al sentido de ajuste de las cuchillas e igual al sentido de corte de las espadas.

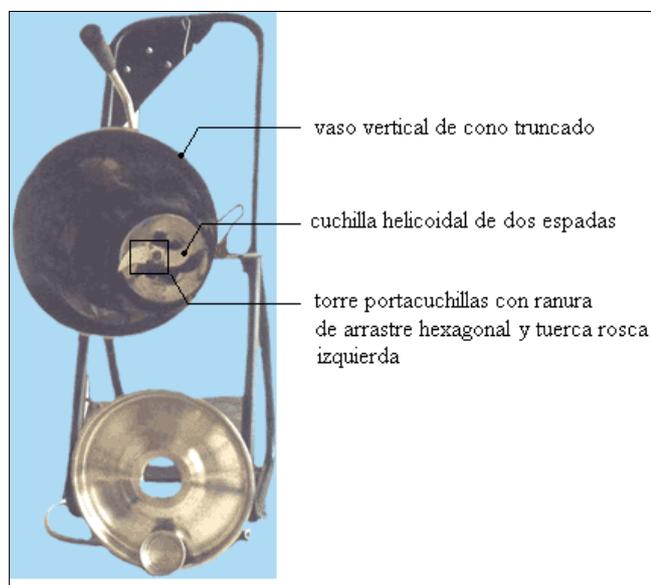


Figura 2.7. Vaso vertical de licuadora con su respectiva cuchilla de fondo.

Con formato: Sin Resaltar

De cualquier modo, los vasos de licuadora, se pueden clasificar de acuerdo a su manera de fijación, como:

- ◆ Pivotantes
- ◆ De mesa

Esta relación, viene dada por la clase misma de licuadora, la cual se verá mas adelante.

2.2.3.1.2.- VASO DE LICUADORA DE CINTA HORIZONTAL.

El vaso de licuadora de cinta horizontal, es muy poco usual pues se limita a licuar ciertos elementos y productos especiales de altas densidades y también para procesar cantidades realmente grandes de dicha índole. En la industria alimenticia se lo emplea básicamente para masas y pulpas de frutas. Su construcción es altamente costosa y el mantenimiento debe ser por lo general constante, además de resultar peligrosa para el personal que opera esta maquinaria, por las altas velocidades que debe desarrollar y lo peligroso de sus cuchillas. Consta de un recipiente horizontal con abertura por el extremo superior, que por lo general es abierto por toda la sección de licuado, posee una tapa de cerrado hermético sea transparente o de acero inoxidable. Por otro lado se debe emplear un motor de velocidad regulable para que el arranque en carga muerta sea suave, las cuchillas deben ser de un acero al grado herramienta u otro con similares características de dureza con un tratado de galvanoplastia que es muy caro de construir y como se entenderá, debe tener una alta resistencia al momento torsor.

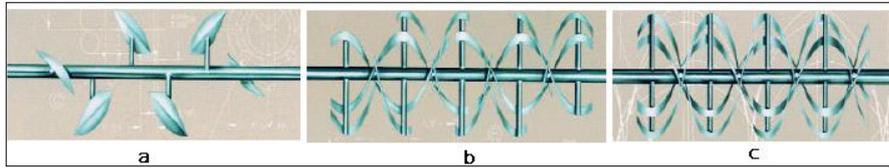


Figura 2.8. Tipos de cuchillas para vaso de cinta horizontal.

Con formato: Sin Resaltar

Las licuadoras que usan este tipo de vaso, pueden a bien tener **mas** de un eje concéntrico para mover 2 o más ejes de cuchillas, en sentidos contrarios. En la figura se aprecian tres tipos de juegos de cuchillas, para vaso de cinta horizontal, la del tipo **(a)** es una cinta de cuchilla de pedal, excelente para batir y cortar en pequeños pedazos los elementos licuables. La cuchilla del tipo **(b)** llamada de cuatro vientos, posee dos juegos de cortantes repartidas a cada 90 grados de la circunferencia, está montada en un único eje y suele ser muy eficiente para homogenizar al máximo líquidos de diferentes densidades. Y por último se muestra la cuchilla del tipo flotante; la cual es en realidad **-es** una doble cuchilla de cinta montada en dos ejes diferentes cada una, y que giran de modo asimétrico (horario y anti horario cada una)

Sin embargo, si se mantienen dichas propiedades al día, la máquina como tal es un excelente artefacto de licuefacción y consigue como se dijo antes, grandes niveles de producción.

Las licuadoras de vaso tipo horizontal, a diferencia de las del tipo vertical, no pueden pivotar, y por ende, su forma de evacuación es diferente; se trata de

una válvula en el fondo del vaso que conduce el producto ya licuado de una manera controlada hacia un recipiente externo.



Figura 2.9. Vasos de licuadora, del tipo cinta horizontal.

Con formato: Sin Resaltar

2.2.3.2.- VASOS DE LICUADORA POR SUS MATERIALES CONSTITUYENTES.

Para construir una licuadora industrial, es menester tomar en cuenta sus características de trabajo, así pues, los materiales que han de intervenir en este particular, se deben evaluar en una escala que los compromete en muchos de los casos a resistencia, soldabilidad, nivel sanitario⁷, peso, mantenimiento, etc.

Dado que el vaso de la licuadora es la parte más susceptible a corroerse, éste debe ser construido de algún material que encierre todos los parámetros de resistencia a la oxidación, grado sanitario, y desde luego dureza. Por esta razón, en el mercado metalúrgico como en el moderno mercado del composite⁸ hoy en

⁷ NIVEL SANITARIO.- Calidad anticancerosa que posee un metal u otro material inorgánico o mineral, que se somete al contacto de sustancias para el consumo humano o animal.

⁸ COMPOSITE.- Materiales especiales de fibras sintéticas con base de resina o de policarbonato.

día es posible contar con diversos materiales que brindan todas o la gran mayoría de éstas propiedades. Por lo general las licuadoras industriales se construyen en su totalidad de materiales ferrosos y ciertos accesorios como la tapa de los vasos en partes plásticas o composite. Ya que el vaso en sí esta totalmente en contacto con los productos a ser licuados, se lo construye en acero inoxidable grado alimenticio, dicho acero es capaz de brindar alta resistencia a la corrosión pues se trata de un acero de baja aleación; en los aceros inoxidables, la acción de los elementos aleados es sustancial, además de estructural, y depende del porcentaje del o los elementos de la aleación. El cromo es el elemento aleado que más influye en la resistencia a la oxidación y a la corrosión de los aceros.

Un 12% de cromo es suficiente para que se impida la corrosión por el aire ambiente húmedo. Para la oxidación a altas temperaturas se puede necesitar hasta un 30 % de cromo.

El níquel mejora la resistencia a la corrosión de los aceros al cromo y el molibdeno mejora la resistencia a la oxidación por altas temperaturas.

Los aceros inoxidables son resistentes a la corrosión atmosférica, los ácidos y alcalinos, a oxidación a temperaturas no muy elevadas, etc. De los mas conocidos para el empleo en la industria de la maquinaria alimenticia, se encuentran el acero inoxidable austenítico tipo 304, que contiene básicamente 18% de cromo y 8% de níquel, con un tenor de carbono limitado a un máximo de 0,08%.

El molibdeno es introducido como elemento de aleación en los aceros inoxidables precisamente para disminuir la susceptibilidad a ciertas formas de corrosión como la intergranular, o proceso autocatalítico. Pero existen también los aceros inoxidables ferríticos y martensíticos, también empleados en la industria alimenticia de forma indirecta. Por otro lado, el acero austenítico grado alimenticio 304, puede aplicar el siguiente tratamiento para mejorar sus características y propiedades:

Tabla 2.2. Principales tratamientos térmicos de rectificado y refuerzo para el acero alimenticio AISI 304.

<u>OPERACIONES</u>	<u>TEMPERATURA</u>	<u>PROPIEDADES</u>
Forja	1100 °C	Uso general en atmósferas agresivas y en la industria química
Forja	1400 a 950 °C	Uso general en atmósferas agresivas y en la industria química
Recocido (hipertemple) 1100 a 950 °C	1100 °C	Dureza mínima y máxima resistencia anticorrosiva
Recocido (hipertemple) 1100 a 950 °C	1100 °C	Dureza mínima y máxima resistencia anticorrosiva
Enfriamiento	Normal al agua, espesores muy pequeños al aire	resistencia anticorrosiva
Recocido (hipertemple) Enfriamiento	Normal al agua, espesores muy pequeños al aire	
1100 °C	pequeños al aire	

Tabla con formato

Dureza mínima y máxima resistencia anticorrosiva

Enfriamiento

Normal al agua, espesores muy pequeños al aire

Pero existen muchas derivaciones del acero inoxidable y sus aplicaciones son al igual bastante variadas, aunque siempre tienen sus limitaciones de acuerdo a la conformación molecular o sus respectivos tratamientos térmicos, en la siguiente tabla se ha tratado de resumir algunas aplicaciones de los aceros inoxidables por su naturaleza.

Tabla 2.3. Algunas aplicaciones de los aceros inoxidable.

Tipo de acero inoxidable	Aplicación
Austenítico (resistente a la corrosión)	Equipos para industria química y petroquímica Equipos para industria alimenticia y farmacéutica Vajillas, utensilios domésticos y construcción civil
Ferrítico (resistente a la corrosión, más barato)	Electrodomésticos (cocinas, heladeras, etc.) Monedas, industria automovilística
Martensítico (dureza elevada)	Cuchillería, discos de freno, instrumentos quirúrgicos

Ahora bien, hasta aquí se ha descrito el material ferroso de mejor aplicación para las máquinas alimenticias, pero cabe mencionar a los materiales sintéticos como las fibras de policarbonato; éstas son “aleaciones” entre una base de resinas o polímeros especiales y un elemento moldeable, la mas común es como ya se ha mencionado las fibras de policarbonato.

La principal ventaja que ofrecen estas estructuras, es su alta termo resistencia, así como su fortaleza ante los impactos. De acuerdo a los requerimientos o diseños del vaso, estos pueden ser tratados con colorantes o simplemente transparentes, como se aprecia en la figura; pero por su escaso peso, se limita el uso de este tipo de vaso, para licuadoras de moderada capacidad de producción, hasta un promedio máximo de 10 litros y solamente en base fija.



Figura 2.10. Vasos de licuadora transparente hecho de policarbonato (5 lts).

Con formato: Sin Resaltar

Tanto en las licuadoras de vaso en acero como en policarbonato, las cuchillas, tapas, válvulas de descarga y otros elementos internos, son de vital importancia, pues juegan el papel complementario del módulo. Habitualmente, la tapa de un vaso debe ser construido en el mismo material que éste, sea plástico o en acero. Esta norma obedece en primera instancia a la presentación estética de la máquina, aunque en casos especiales, como el de la licuadora vaso de cinta horizontal, la tapa puede ser fabricada en material transparente u otro que no sea precisamente acero, para la inspección del proceso de licuado. Pero esto no sucede en licuadoras de vaso vertical, pues en este caso, se hace factible colocar una segunda tapilla sobrepuesta en la tapa principal, con el fin de poder inspeccionar y agregar elementos en el vaso al momento de licuar.

Para los materiales de construcción de las cuchillas, éstas serán siempre diseñadas y fabricadas de acuerdo a los elementos a ser licuados con mas frecuencia, de preferencia en acero inoxidable martensítico (véase tabla 2.4.3), el cual soporta grandes esfuerzos y esta especializado en cuchillería industrial.

Se debe tener en cuenta también el importantísimo servicio que realizan las aletas de retención, las cuales se encuentran ubicadas en distintos cuadrantes alrededor de la cara interna del vaso y a lo largo del mismo, para prohibir a los líquidos que éstos salgan desparramados del mismo (vaso vertical especialmente), por acción y efecto de la velocidad y movimiento rotacional del contenido en licuefacción. Obligatoriamente estos dispositivos, deben estar ligeramente orientados en posición contraria al movimiento usual de la masa licuada, ser fabricados en el mismo acero inoxidable del vaso y poseer sus aristas debidamente curvadas para evitar el alojamiento de residuos.

2.2.4.— ESTRUCTURA O ALOJAMIENTO DEL ELECTROMECHANISMO DE LICUADORA INDUSTRIAL.

Este punto trata sobre el esqueleto de la máquina y su funcionabilidad como tal. Puesto que es aquí en donde se soportará a las otras partes de la maquinaria, este conjunto es el encargado de distribuir el espacio y la ergonomía para que el aparato pueda ser usado de la mejor manera, siempre y cuando se lo utilice de la forma manera correcta.

La estructura como tal debe cargar con el peso de la maquinaria, ser apto para tolerar las vibraciones que se produzcan por el funcionamiento del aparato; y por funcionalidad no debe representar ~~mas~~más allá del 12% del peso total del artefacto.

Debe además ofrecer una óptima ergonomía para el mejor manipuleo de la máquina, así como espacio suficiente para aumentar o ensamblar nuevos elementos al mecanismo funcional; y siempre que sea ~~posible modificaciones~~posible modificaciones estructurales.

En función de su desempeño debe ser vistoso y estético; de la mano con su funcionalidad. También le conciernen a esta parte del electromecanismo, brindar el alojamiento para colocar los mandos de encendido y apagado de la máquina, métodos de movilización (si fuere necesario), frenos y trabas mecánicas de la licuadora como tal.

2.3 LICUADORAS INDUSTRIALES.

Se puede definir una licuadora industrial, como aquella máquina capaz de mezclar y homogeneizar varios elementos de características licuables o desmenuzables, en gran volumen y con total eficacia.

Dicho artefacto es capaz de aprovechar la energía eléctrica para transformarla en trabajo mecánico; siendo el objetivo primordial, el de mover una cuchilla debidamente diseñada para desintegrar en pequeñísimos segmentos los elementos e ingredientes a ser mezclados, en un espacio tridimensional fijo, llamado vaso.

Debido a que los requerimientos de licuado, no siempre se desempeñan con una velocidad constante, una licuadora puede desarrollar varias ó una sola velocidad debidamente optimizada, siendo ésta ultima posibilidad, la licuadora industrial más fabricada y apta para el campo industrial alimenticio.

2.3.1.- TIPOS DE LICUADORAS INDUSTRIALES.

Las licuadoras industriales se tipifican principalmente de acuerdo a su modo de operación, y pueden ser:

- ◆ Licuadoras industriales basculantes
- ◆ Licuadoras industriales fijas
- ◆ Licuadoras industriales de mesa

Con formato: Sangría: Izquierda: 1,88 cm

2.3.1.1.- LICUADORAS INDUSTRIALES BASCULANTES.

Las licuadoras de este tipo, son aquellas que tienen la capacidad de pivotar su vaso, para poder evacuar los productos que éste pudiere contener; después del proceso de licuado.

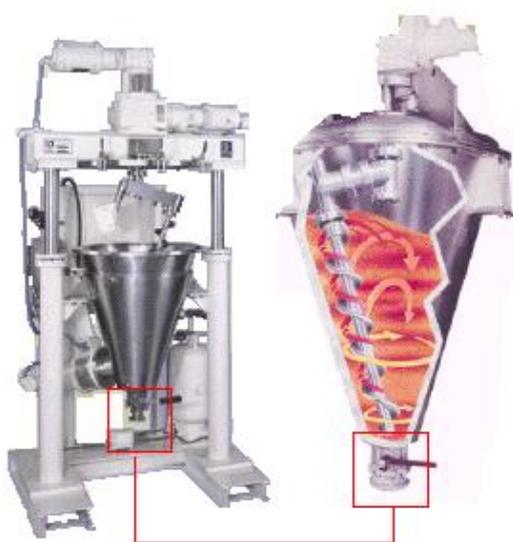


Figura 2.11. Licuadoras basculantes

Con formato: Sin Resaltar

2.3.1.2. LICUADORAS INDUSTRIALES FIJAS.

Dichas máquinas, no pueden pivotar su vaso, por lo general son aquellas que poseen vaso de cinta horizontal. Su método de evacuación se concreta en un canal o válvula flaper⁹ ubicada en el inferior del vaso para que otro recipiente reciba los licuados. El principal motivo por el cual ésta licuadora se construye de forma fija, se debe a que trabajan a altísimas velocidades y tienen grandes motores, los cuales provocarían exageradas vibraciones, así pues se necesita de un mecanismo pesado y fijo, muchas de las veces inclusive sujetado al piso para soportar dichas fuerzas. También existen licuadoras fijas de vaso vertical, como la que se muestra en la figura 2.12. que al igual que las horizontales, son muy pesadas y producen grandes cantidades de producto.



⁹ Válvulas flaper.- son el paso de los líquidos en un

válvula de vaciado y retención tipo "flapper"

sus caras, sella y obstruye el

Figura 2.12. Licuadora fija de vaso vertical con su válvula flaper.

~~Figura 2.12. Licuadora fija de vaso vertical con su válvula flaper~~

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto, Sin Resaltar

Con formato: Fuente: 11 pto

2.3.1.3- LICUADORAS INDUSTRIALES DE MESA.

Esta, es quizás la clase de licuadora industrial ~~mas~~mas antigua, hoy por hoy es prácticamente obsoleta aunque fue de mucha ayuda para el impulso de la industria alimenticia, su uso hoy en día esta latente en la clásica licuadora domestica.

La licuadora industrial de mesa que aún se encuentra en el mercado, ofrece una capacidad promedio de 4 a 5 litros. Es usada comúnmente en los laboratorios farmacéuticos y en la industria de la pintura industrial (como mezcladora de tonalidades), por el campo de la maquinaria alimenticia, se la sigue usando cuando es posible modificar su vaso y hacerlo desmontable de la mesa donde se aloja el motor.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

3.1.- IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Sobre la base del estudio realizado de licuadoras industriales en el Capitulo II, se consideran las siguientes alternativas para el estudio correspondiente y selección de la máquina a construir.

- ◆ Construcción de una licuadora industrial basculante con vaso vertical

- ◆ Construcción de una licuadora industrial fija con vaso de cinta horizontal

Para el estudio de las alternativas se ha puesto de manifiesto algunos parámetros tales como: su diseño, tamaño, costo, materiales utilizados y frecuencia de mantenimiento.

3.2.- ESTUDIO TÉCNICO.

3.2.1.- PRIMERA ALTERNATIVA.

Esta alternativa contempla la construcción de una licuadora industrial, capaz de pivotar su conjunto de vaso vertical en un punto determinado por conveniencia, dicho artefacto tiene los siguientes elementos y características:

- Estructura metálica de fácil manipulación.
- Recipiente de acero inoxidable con total acabado sanitario.
- Motor eléctrico 2.5 HP, para 110 ó 220 V ACA, velocidad única.
- Mecanismo de ruedas y freno.
- Tapa principal y tapa auxiliar para carga y control durante proceso.
- Capacidad de producción de hasta 25 litros.
- Vaso desmontable y basculante.

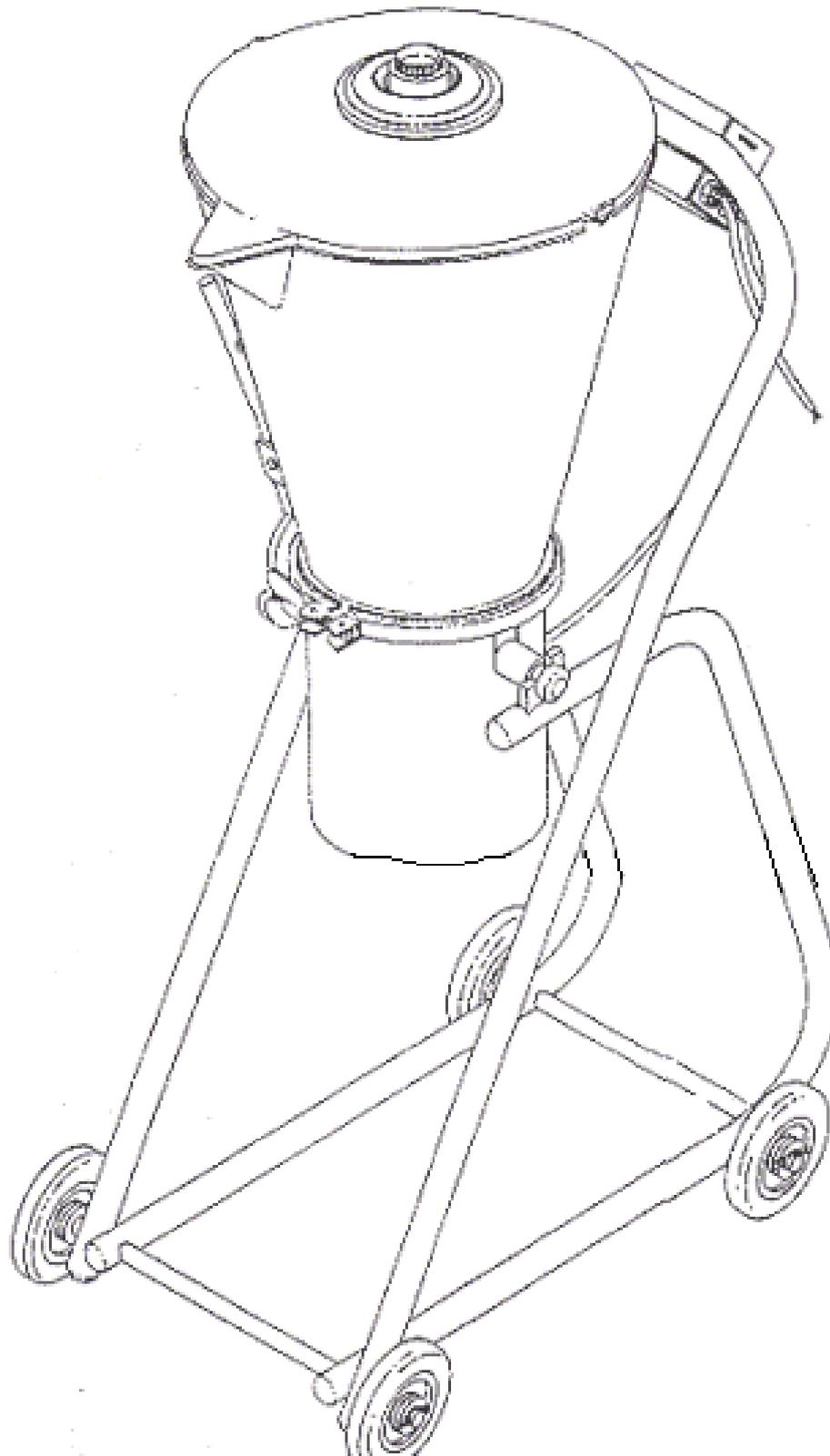


Figura 3.1. Vista isométrica de licuadora industrial, con vaso vertical basculante

3.2.2- SEGUNDA ALTERNATIVA.

Esta alternativa contempla la construcción de una licuadora industrial estática en su estructura y de vaso no basculante, y tiene las siguientes características.

- Estructura metálica súper pesada para mayor estabilidad.
- Vaso fijo de tipo cinta horizontal.
- Cuchilla de cuatro vientos.
- Total acabado sanitario.
- Motor eléctrico de 2.5 HP, 230 V ACA y sistema de reóstato.
- Tapa única abisagrada hecha en acero inoxidable.
- Capacidad de producción de hasta 40 litros.
- Válvula de descarga “*flaper*” en el fondo del vaso

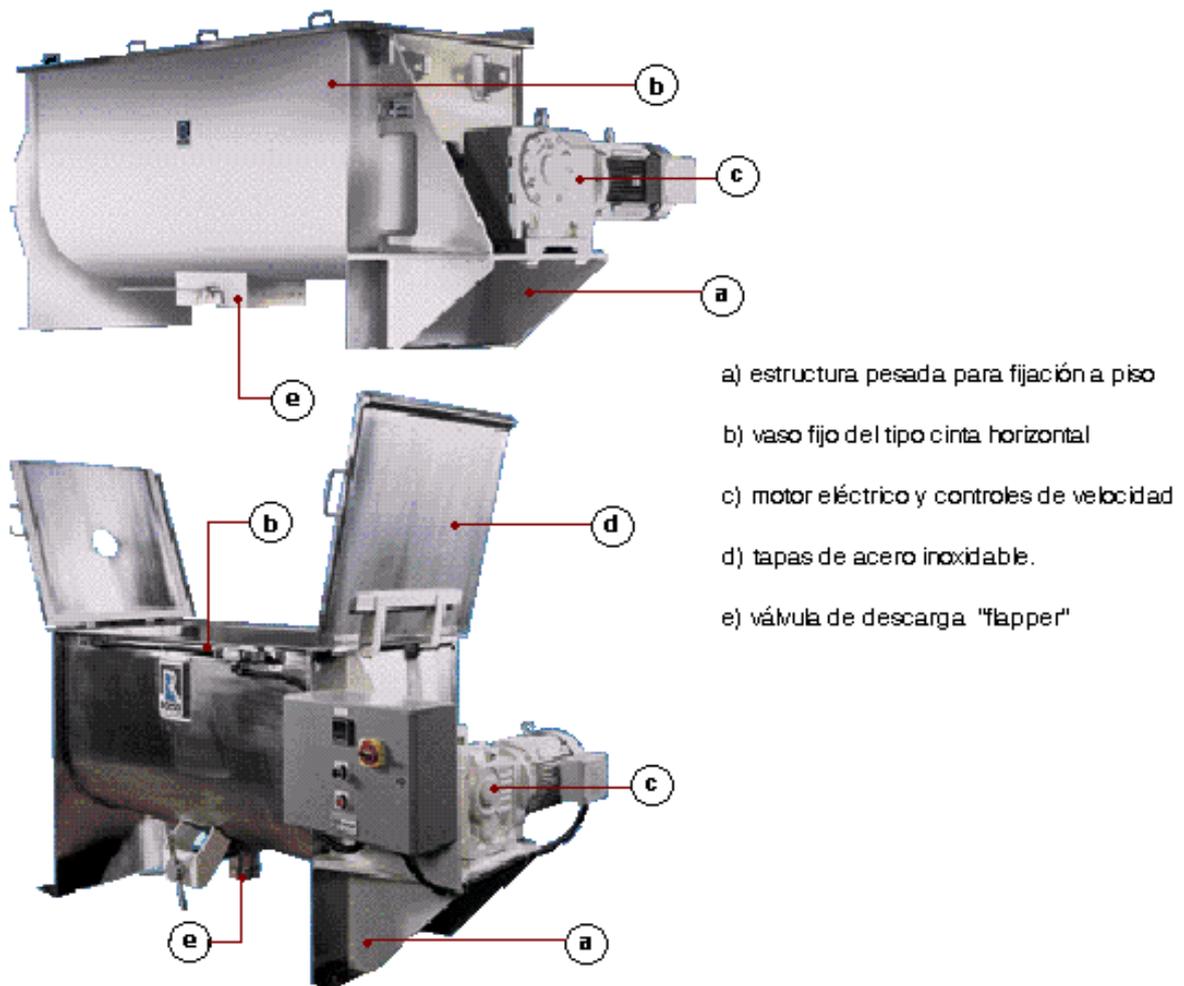


Figura 3.2. Licuadoras industriales fijas con vaso del tipo cinta horizontal

3.3.- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

En este tópico, se consideran las ventajas y desventajas de las alternativas antes mencionadas para determinar cual de las dos es la más idónea y conveniente de acuerdo a requerimientos de los objetivos planteados.

3.3.1.- ALTERNATIVA PRIMERA.

Diseño y construcción de una licuadora industrial basculante con vaso vertical:

Ventajas:

- Facilidad de evacuar el contenido o licuados del vaso.
- Optimización del tiempo en preparación de grandes volúmenes.
- Rápida y efectiva limpieza del equipo por ser vaso desmontable.
- Permite la movilización de la máquina en el área de trabajo.
- Asiente la introducción de nuevos elementos o ingredientes en el momento del proceso de licuado por medio de su tapa auxiliar.
- Ocupa muy poco espacio físico.
- Demanda bajos niveles y egresos de mantenimiento.
- El costo es menor que la segunda alternativa.

Desventajas:

- Por su diseño y potencia, la máquina en sí posee una altura considerable (130 cm.), que podría dificultar su explotación al máximo.
- Presencia de vibraciones moderadas al activar el aparato en mediana demanda de producción (menos del 50% de su capacidad).

3.3.2.- ALTERNATIVA SEGUNDA.

Diseño y construcción de una licuadora industrial fija con vaso de cinta horizontal.

Ventajas:

- Capacidad de producción masiva.
- No hay indicios de vibraciones durante el proceso de licuefacción.
- Un licuado de velocidad variable puede ser ventajoso especialmente donde numerosos productos van a ser sometidos.
- La desintegración de los ingredientes es máxima gracias a sus poderosas cuchillas y altas velocidades de trabajo.

Desventajas:

- El costo es muy elevado.
- Requiere de constante mantenimiento.
- No puede moverse dentro del área de trabajo.
- Necesita considerable espacio físico.
- Demora en el procedimiento de evacuación del producto licuado.
- Altamente peligroso para el personal inexperto en su operación.
- No admite la añadidura de nuevos elementos durante un mismo licuado.
- Necesita un sistema de control de velocidad ó motor de diferentes velocidades u otro mecanismo.
- La obtención o construcción de repuestos es costosa.

3.4.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para evaluar cada una de las alternativas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas que presentan las mismas; y la opción que alcance la mayor calificación será la alternativa escogida para ser construida.

El valor para cada uno de los parámetros de selección “**PDS**”, comprende un rango entre 0 a 10. Los parámetros de evaluación se han dividido en tres factores que irán acorde las siguientes variables:

Factor técnico:

- Materiales empleados.
- Proceso de construcción.
- Facilidad de operación y seguridad.
- Mantenimiento.
- Funcionalidad.
- Tiempo de fabricación.

Factor financiero:

- Costo de fabricación.
- Mano de obra.
- Costo de mantenimiento o repuestos.

Factor integracional:

- Tamaño.

3.4.1.- FACTOR TÉCNICO.

- **Materiales empleados:** Se refiere a la calidad y cantidad de materiales así como su facilidad de adquisición, para que el proceso de construcción se ejecute de manera óptima y eficiente.
- **Proceso de construcción:** Esta variable trata sobre el procedimiento requerido de fabricación, en donde se involucran y ordenan los materiales, herramientas, insumos, montaje, instalaciones eléctricas y piezas varias; con el fin de lograr una construcción eficiente.
- **Facilidad de operación y seguridad:** Se basa principalmente en la comodidad del usuario para operar la maquinaria de manera segura para él y para con el equipo, de una forma rápida y eficiente.
- **Mantenimiento:** Este parámetro es uno de los más importantes y hace referencia al nivel requerido de mantenimiento (frecuencia), para mantener las piezas y elementos en constante vida útil.
- **Funcionabilidad:** Es el objetivo de proporcionar una máquina de licuadora industrial, de mejoradas y nuevas características que las del mercado común y la ya existente, para maximizar los tiempos y volúmenes de producción.
- **Tiempo de fabricación:** Aquí se toma en cuenta el tiempo requerido para construir la licuadora y llevar a cabo las respectivas pruebas de campo.

3.4.2.- FACTOR FINANCIERO.

- **Costo de fabricación:** Ésta, es una variable de suma importancia e influencia para la elección más adecuada de la licuadora que se desea construir, ya que debe cumplir con los objetivos y expectativas planteadas.
- **Mano de obra:** Hace referencia al asesoramiento profesional que se requerirá durante la construcción de la licuadora, así como del tiempo de horas – hombre (**hH**) invertidos para el mismo fin.
- **Costo de mantenimiento o repuestos:** En esta variable se analiza con visión a futuro, el coste de los repuestos u otras partes pequeñas de la licuadora o su estructura de alojamiento.

3.4.3.- FACTOR INTEGRACIONAL.

- **Tamaño:** Es el parámetro que determina las dimensiones más aplicables y aceptables para escoger correctamente cualquiera de las alternativas, tomando en cuenta el espacio disponible en el área de cocina.

3.5.- MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

En la siguiente tabla se han indicado los montos de ponderación y calificación de cada una de los PDS con el fin de seleccionar la alternativa más óptima para que satisfaga los objetivos planteados en un principio del proyecto, las calificaciones están dadas sobre un puntaje máximo de 10.

Tabla 3.1: Matriz de evaluación de alternativas.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Ponderación (prioridad) %	Xi	1ª Alternativa		2ª Alternativa	
Factor técnico:			Calificación (X)	Puntaje	Calificación(X)	Puntaje
Materiales empleados	15%	0,15	8	1,2	8	1,2
Proceso de construcción	7%	0,07	6	0,42	5	0,35
Facilidad de operación y seguridad	10%	0,1	6	0,6	8	0,8
Mantenimiento	5%	0,05	3	0,15	3	0,15
Funcionalidad	15%	0,15	5	0,75	3	0,45
Tiempo de fabricación	7%	0,07	3	0,21	2	0,14
Factor financiero:						
Costo de fabricación	20%	0,2	10	2	10	2
Mano de obra	5%	0,05	6	0,3	3	0,15

Costo de mantenimiento o repuestos	8%	0.08	5	0.4	3	0.24
Factor Integracional:						
Tamaño.	8%	0,08	7	0,56	5	0,4
TOTAL:	100%	1	59	6.59	48	5.88

3.6.- MATRIZ DE DECISIÓN.

Tabla 3.2: Matriz de decisión de alternativas.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Ponderación %	Xi	1ª Alternativa		2ª Alternativa	
Factor técnico:			Calificación (X)	Puntaje	Calificación(X)	Puntaje
♦ Materiales empleados	15%	0,15	8	1,2	8	1,2
♦ Proceso de construcción	7%	0,07	6	0,42	5	0,35
♦ Facilidad de operación y seguridad	10%	0,1	6	0,6	8	0,8
♦ Mantenimiento	5%	0,05	3	0,15	3	0,15
♦ Funcionabilidad	15%	0,15	5	0,75	3	0,45
♦ Tiempo de fabricación	7%	0,07	3	0,21	2	0,14
Sub - total Factor Técnico	59%	0.59		3.33		3.09
Factor financiero:						
♦ Costo de fabricación	20%	0,2	10	2	10	2
♦ Mano de obra	5%	0,05	6	0,3	3	0.15
♦ Costo de mantenimiento o repuestos	8%	0.08	5	0.4	3	0.24
Sub - total Factor Financiero	33%	0.33		2.7		2.39
Factor Integracional:						
♦ Tamaño.	8%	0,08	7	0,56	5	0,4
Sub - total Factor Integracional	8%	0.08		0.56		0.4
TOTAL:	100%	1	59	6.59	48	5.88

3.7.- SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Con el fin de proporcionar una licuadora industrial de mejores características que la existente en la cocina - comedor del Ala N° 12 de la FAE, se han analizado estadísticamente los PDS, y se concluye que la mejor alternativa es la de construir una licuadora industrial tipo basculante de vaso vertical, la misma que es capaz de desplazarse y frenar en el interior del área de trabajo, posee una capacidad óptima para 25 litros, consta de vaso desmontable y su motor puede adaptarse a dos sistemas de voltaje, además de que está diseñada para un bajo presupuesto de mantenimiento en lo posterior y optimizar los tiempos de trabajo con relación a los volúmenes de producción.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DE LA LICUADORA INDUSTRIAL BASCULANTE

El objetivo primordial de éste capítulo es resumir las principales partes y consideraciones de los procesos de manufactura y ensamblaje de la máquina; así como los diversos materiales e insumos para llevar a efecto la construcción de los diferentes bloques y accesorios de la licuadora industrial antes elegida.

4.1 ORDEN CRONOLÓGICO DE CONSTRUCCIÓN.

La construcción de la licuadora industrial fue realizada por partes, para optimizar los recursos y el tiempo de mejor manera, lo cual se detalla a continuación:

Orden de construcción:

- Diseño.
- Construcción de la estructura y alojamiento
- Implementación del soporte del motor y del vaso de licuadora
- Tapa de protección del motor.
- Eje de transmisión motor-portacuchillas.
- Fundición y torneado de la base del vaso.
- Estructura del vaso de licuadora.
- Montaje y ensamblaje general
- Pintado y acabado.

4.2 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA LICUADORA INDUSTRIAL.

4.2.1 HERRAMIENTA MANUAL.

Tabla 4.1: Herramienta manual usada en la construcción del proyecto.

Número	Descripción de la herramienta	Código
01	Arco de sierra	HMn. 01
02	Limas de acero	HMn. 02
03	Granete de punto	HMn. 03
04	Martillo de bola	HMn. 04
05	Destornilladores planos y phillips	HMn. 05
06	Llaves hexagonales de boca - corona	HMn. 06
07	Torquimétro	HMn. 07
08	Vernier	HMn. 08
09	Grasero	HMn. 09
10	Playo de presión	HMn. 10
11	Soplete de pintar	HMn. 11
12	Martillo de goma	HMn. 12

4.2.2 HERRAMIENTA ELÉCTRICA Y MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

Tabla 4.2: Herramienta eléctrica y máquinas herramientas usadas en la construcción del proyecto.

Número	Descripción	Características	Código
01	Torno industrial	PINACHO LP: 800 mm	HMHe. 01
02	Cizalla hidráulica	Corte recto, a troquel	HMHe. 02
03	Taladro de banco	Craftsman, 8 velocidades	HMHe. 03
04	Taladro de mano	DeWALT, 2 velocidades	HMHe. 04
05	Esmeril y amolador	Disco de corte de 1/8"	HMHe. 05
06	Dobladora hidráulica	Bell Misfeth, 4 Ton	HMHe. 06
07	Soldadora eléctrica	Howie Craft, 120 V 90 A	HMHe. 07
08	Soldadora MIG	Tucksoon MIG,	HMHe. 08
09	Limadora	Bell Misfeth	HMHe. 09
10	Barolador de tubos	N/A	HMHe. 10
11	Dobladora de tol	N/A	HMHe. 11
12	Compresor de aire	Craftsman, 40 lt	HMHe. 12
13	Prensa hidráulica	N/A capacidad de 4 TON	HMHe. 13

4.3 MATERIALES E INSUMOS USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA LICUADORA.

En este punto se identifican los materiales e insumos que fueron empleados en la manufactura de la totalidad de la licuadora industrial basculante.

Tabla 4.3: Material e insumos para la fabricación de la licuadora.

Material	Especificaciones	Cantidad	Observaciones	Aplicación
Tubo redondo	Ø 7/8 " espesor 1/16"	6 m	--	Estructura de coche
Garruchas de nylon	Ø ^s 2" y 1"	4 ea	2 fijas / 2 giratorias	Andaderas del conjunto
Motor eléctrico	2.5 Hp, 120/230 V AC, 2500 rpm	1 ea	Velocidad única.	Fuente electromotriz del aparato
Lámina de acero inoxidable	Grado alimenticio AISI 304	1.85 x 1.50 m	No es plancha entera	Vaso de licuadora, tapa protección motor, tapa de vaso, cuchillas
Acero de transmisión	ASTM 1536 Ø 1 ¼"	15 cm	--	Torre portacuchillas y gear box
Lupas de aluminio	Partes de aluminio de rechazo	4 Kg.	--	Base y fondo del vaso
"O" Ring	Ø 8½", para frigorífico	2 ea	1 = repuesto	Hermetizar fondo de vaso con base
Rodamientos	NTN 1624- 382	1	--	Sujeción del eje de transmisión.
Electrodos	E 6011	0.5 Kg.	--	Solo para hierro dulce
	LINCOLN GRI 290	40 cm	Material aporte de suelda MIG	Para suelda de acero inoxidable
Tapa de plástico	Ø 14 cm	1 ea	--	Tapa auxiliar del vaso
Platina de hierro	400 x 800 x 4 mm	0.32 m	--	Soporte en "L", varios
Cable industrial	--	1.5 m	--	Conexión eléctrica de la máquina
Palanca de switch	30 A, 250 V	1	No es resistente al agua	Control de engrización.
Taponos caucho (Regatones)	--	8	--	Patas del freno, etc
Grasa	Aviation grease Mobil – 3084 - 22	¼ Gl	Especial para rodamientos "ball bearing"	Rodamiento de gear box
Pintura automotriz		¼ Gl		Estructura de coche
Discos abrasivos	--	1	--	Pulido y/o esmerilado
Lijas	Grano fino # 150	2 pliegos	--	pulido
Recubrimiento de filos	Caucho industrial	1.50 m	--	Extremos de vaso y manija
Tuerca de seguridad	M12	1	inoxidable	Torre portacuchillas
Lainas	Ø 14	2	1 = repuesto	Torre portacuchillas
Insumos de oficina	Papelería en general	N/A	Gastos burocráticos	Legalización del aparato
Pasajes	--	Varios	Incluye flete UIO - LTG	Arribo de la máquina

4.4 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN.

Antes de proceder a explicar detalladamente los pasos del procedimiento de construcción de cada parte de la licuadora industrial, se ha creído conveniente detallar una breve descripción de las operaciones realizadas y el tiempo aproximado que tomó ejecutarlas de algunos de los elementos más relevantes de la máquina, de forma tabular, en fin; con la siguiente tabla, se pretende GUIAR al lector acerca del proceso de construcción en sí.

Tabla 4.4: Tiempo – Operación de las diferentes partes de la licuadora industrial.

ELEMENTO	OPERACIONES (min)																TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
DISEÑO-BORRADOR	400	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	400
ESTRUCTURA	10	20	60	90	20	10	50	90	40	30	35	*	50	*	*	40	545
SOPORTE "L" motor/vaso	10	20	5	*	10	*	30	*	20	*	*	*	*	*	*	45	140
BASE DEL VASO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	180	*	240	*	*	420
VASO DE LIC.	30	45	30	120	45	30	80	*	*	*	*	*	45	*	*	5	430
TAPA DEL VASO	10	40	*	*	*	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15	75
GEAR BOX	*	15	*	*	*	*	20	*	*	*	*	150	*	*	*	50	235
PORTACUCHILLAS	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	*	45
MONTAJE MOTOR	10	*	*	*	*	*	20	5	20	2	15	*	*	*	*	20	92
CUCHILLAS	15	25	10	*	30	*	5	*	5	2	*	*	*	*	30	20	142
TAPA DEL MOTOR	10	10	20	*	*	5	5	3	*	*	*	*	*	*	*	10	63
CONJUNTO DE FRENC	15	15	*	30	10	2	20	5	*	*	5	*	*	*	*	10	113
MONTAJE RUEDAS	10	5	*	25	10	*	5	*	*	*	2	*	*	*	*	7	64
TIEMPO TOTAL ESTIMADO DE OPERACIONES (minutos)																	2764

Las letras mayúsculas descritas en la fila de “OPERACIONES”, están acordes a la siguiente leyenda.

Tabla 4.5: Simbología de las operaciones de construcción.

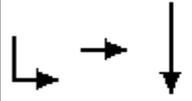
A	Trazado	E	Esmerilado	I	Instalación motor	M	Barolado
B	Corte	F	Pulido	J	Compr. Motor	N	Fundición
C	Doblado	G	Ensamblaje	K	Pintado	O	Fresado
D	soldadura	H	Compr. Estructura	L	Torneado	P	Perforado

Existen algunas operaciones realizadas, donde no se pueden determinar con certeza ni aproximación un número de horas de operación tales como el montaje de la materia prima en las máquinas, puntos de suelda, traslado de un lugar a otro de la máquina o partes, machuelado, tiempos de secado de pintura, en fin.

A continuación se describe el proceso de construcción desde su inicio, tomando en cuenta el uso de recursos como la herramienta, materiales, maquinaria y procesos de construcción

Para esto se ha esquematizado cada construcción con símbolos convencionalmente utilizados en CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, que tienen su significado como sigue:

Tabla 4.6: Simbología de flujo de proceso.

	operación, trabajo
	control, verificación
	subsets lógicos de seguimiento
	conector al siguiente proceso

Op: Operación #

Ctr: Control #

St: Siguiente tarea

4.4.1 DIBUJO DE LOS PLANOS Y BOSQUEJOS DEL PROYECTO.

Para realizar un primer bosquejo del plano definitivo de la licuadora industrial fue necesario estudiar las diferentes alternativas de licuadoras industriales existentes en el mercado de este particular, para que después de haber decidido la mejor alternativa, se procediera a dibujar un esbozo usando Auto CAD 2004.

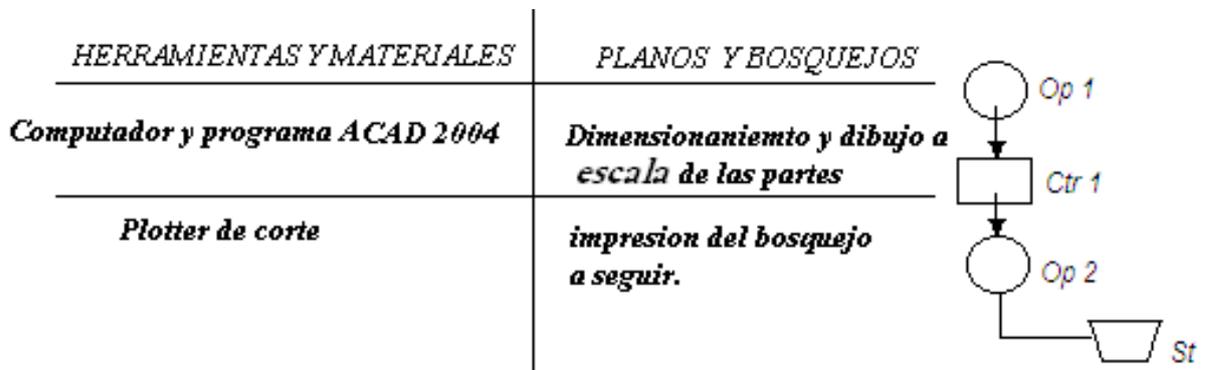


Figura 4.1. Diagrama de proceso del diseño de licuadora industrial.

4.4.2 ESTRUCTURA.

Para esta parte se utilizó principalmente tubo redondo de hierro, diámetro 7/8", herramientas manuales y eléctricas, además de algunas máquinas que se detallan a continuación.

Cabe señalar que aunque la estructura o alojamiento de la licuadora industrial, esta compuesta de dos módulos, ésta se torna sumamente tolerante ante las vibraciones producidas por el motor en marcha, ya que esta diseñada para distribuir las oscilaciones hacia el suelo y descargar así posibles traqueteos.

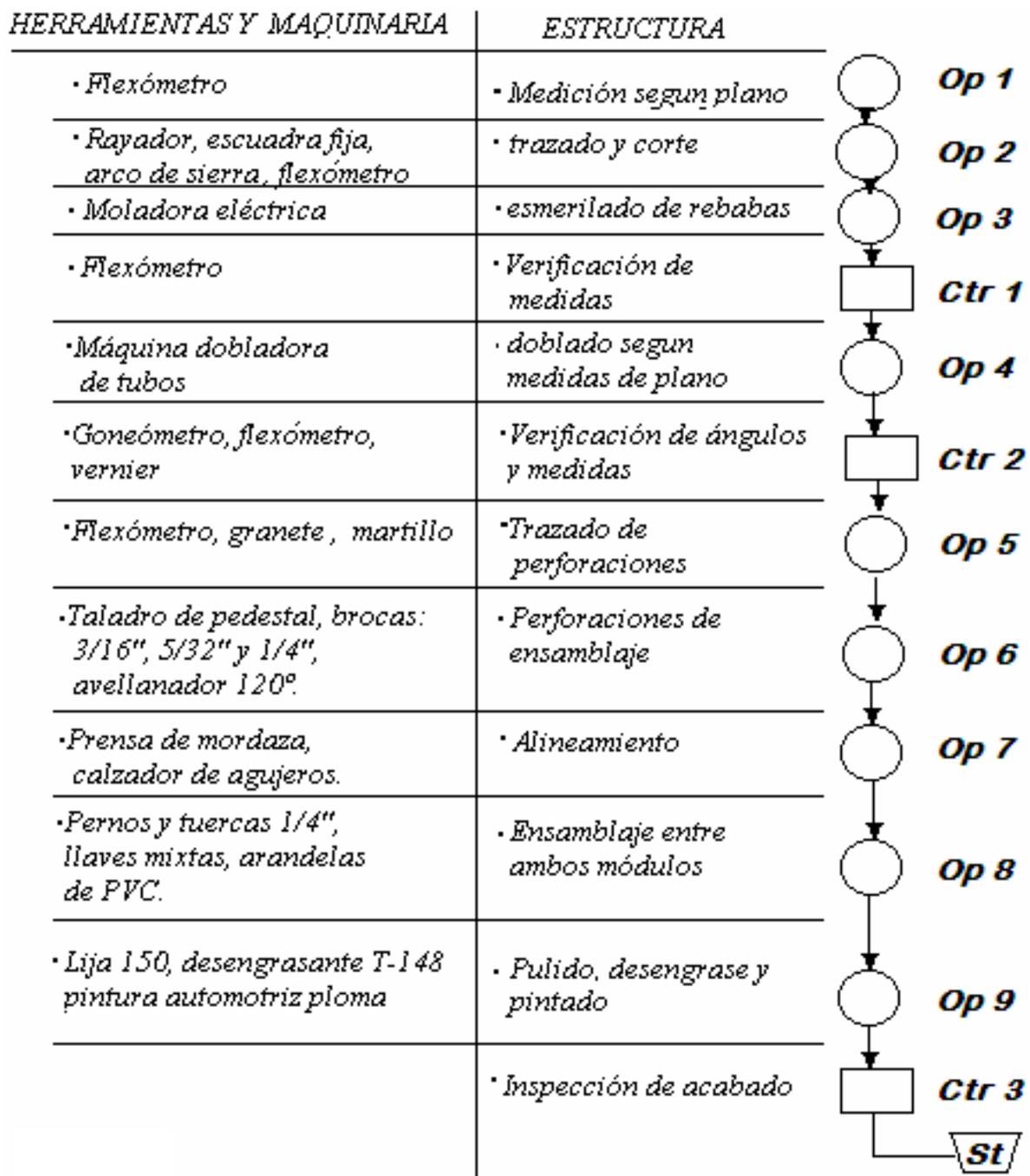


Figura 4.2. Diagrama de proceso: construcción estructura

4.4.3 SOPORTE EN "L" motor – vaso de licuadora.

El soporte tipo "L" donde se alojan y ensamblan el motor con el vaso de licuadora, está aferrado hacia la estructura del coche; por medio de dos bisagras, una en cada extremo.

Con esto se logra cumplir el objetivo de construir una licuadora capaz de bascular su vaso en un solo sentido. El soporte, está fabricado en platina de hierro dulce de 4mm de espesor, en esta parte también se encuentra la traba mecánica para asegurar o liberar la posición del vaso de la licuadora, las tuercas de sujeción del vaso, y el swich de la máquina.

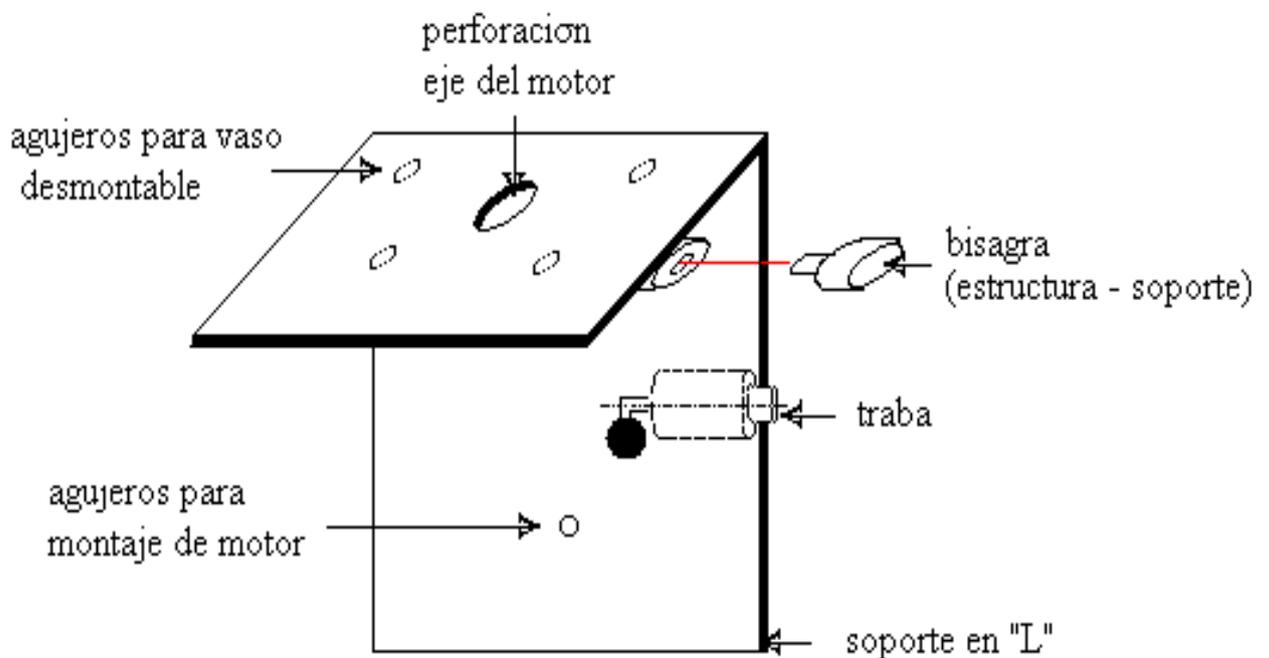


Figura 4.3. Soporte en "L" con sus principales elementos

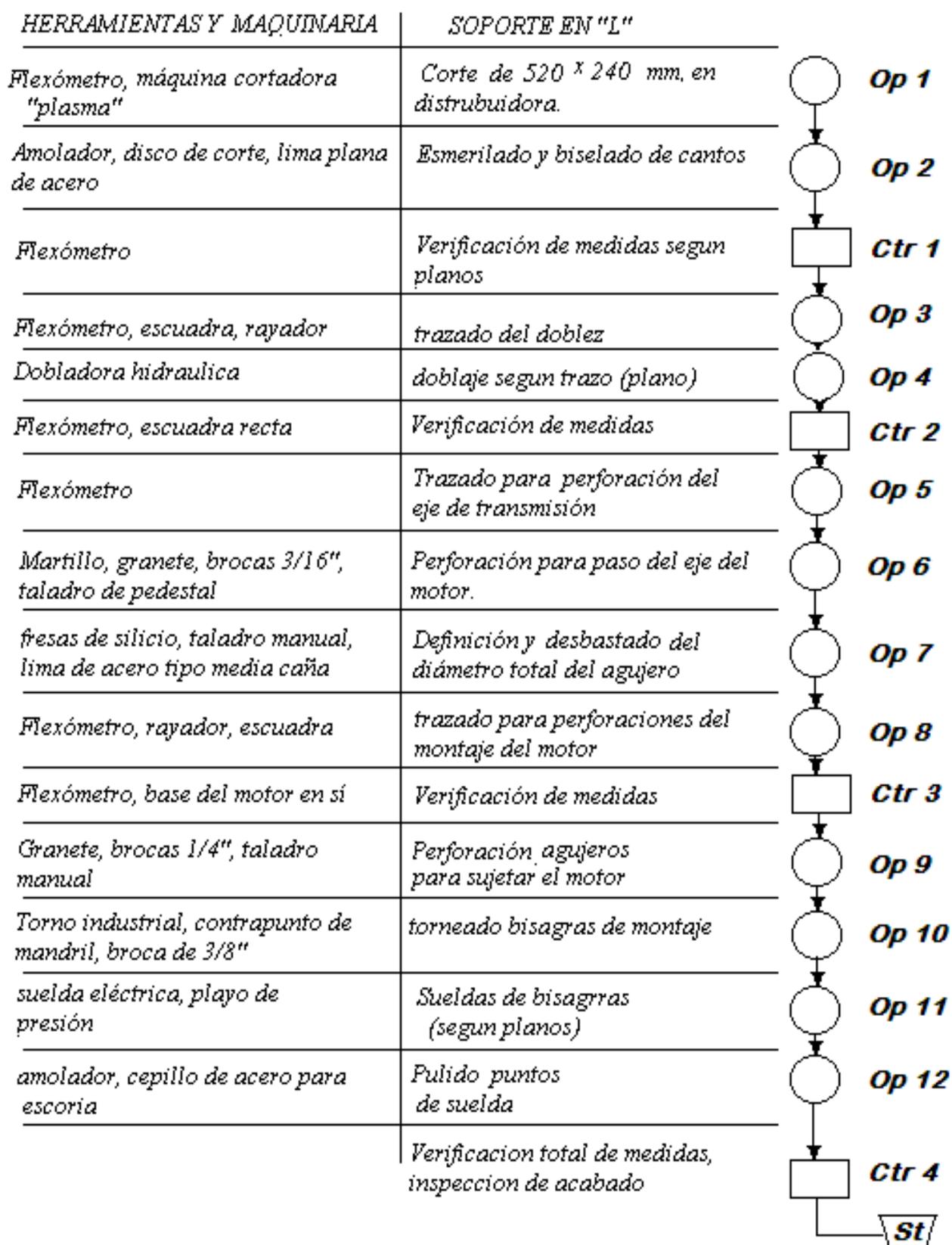


Figura 4.4. Diagrama de proceso: construcción del soporte en "L"

4.4.4 BASE DEL VASO DE LICUADORA.

La base de vaso de esta licuadora industrial, está fabricada en fundición de aluminio, dado que dicho material es atóxico, liviano, necesita poco mantenimiento y se adapta perfectamente a diseños complejos de construcción por su alta maquinabilidad.

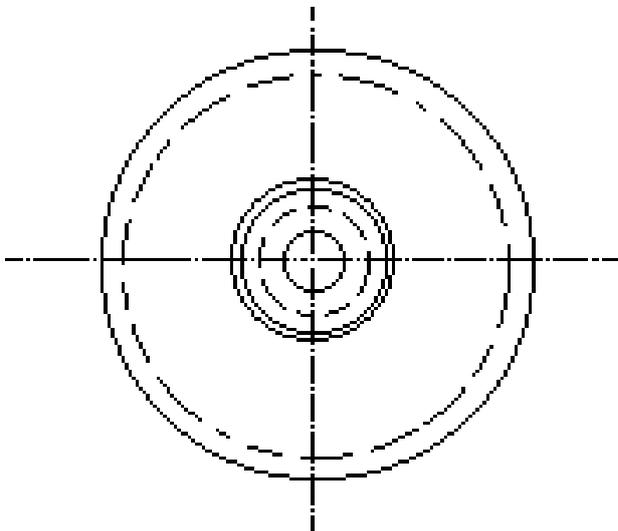
Su construcción es fácil de ejecutar, requiere de muy poco material así como de tiempo al maquinarlo y es relativamente barato.¹⁰

La base de licuadora que funciona también como soporte de la falda del vaso, tiene además el objetivo primordial de absorber y transmitir las vibraciones de manera instantánea, por tal razón se necesita que sea de una masa liviana pero compacta, debiendo sujetarse eficazmente entre el soporte en “L”, gear box – motor y por último en la falda del vaso.

El fondo o base, está diseñado de tal manera que pueda encajar exactamente en el diámetro interno menor del vaso para descartar fugas de líquidos, posee también un canaleta en la periferia de su rededor para acoger un “O” ring especial de caucho (caucho natural para empaques industriales de maquinaria alimenticia), además de estar sellado con silicón industrial. Esto, sumado al perfecto hermetismo de la torre portacuchillas, la cual está sellada por un doble retenedor de caucho especial, garantiza la total seguridad antifugas del interior del vaso hacia el exterior y la máxima conservación de movimiento, (energía y potencia).

¹⁰ por favor revisar Capítulo: Estudio Económico.

Vista superior de la base



Vista frontal de cuarto de corte

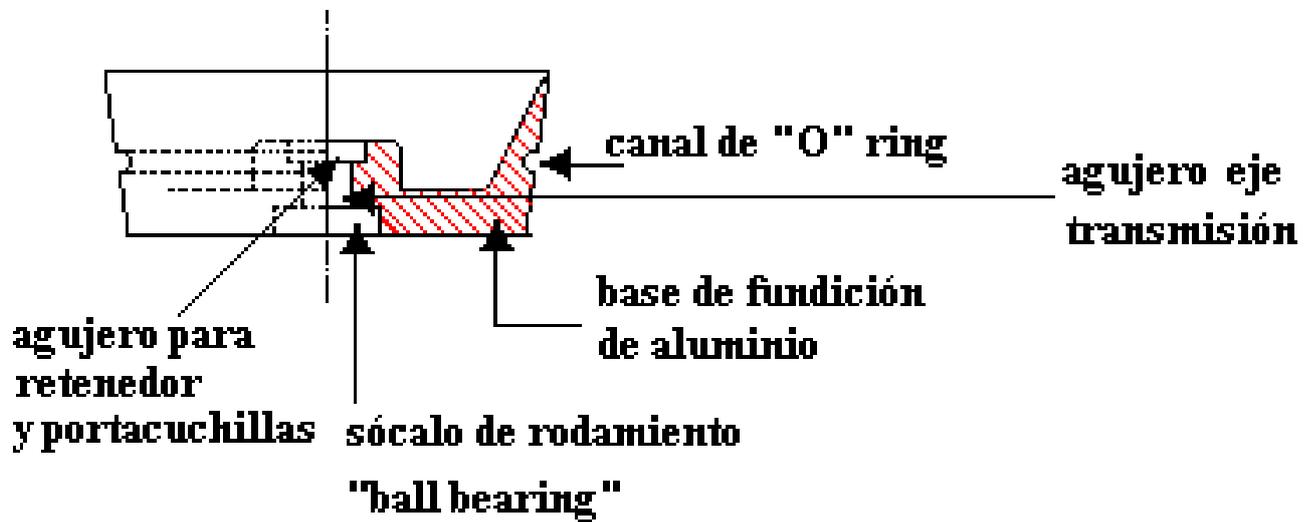


Figura 4.5. Base de licuadora, en cuarto de corte.

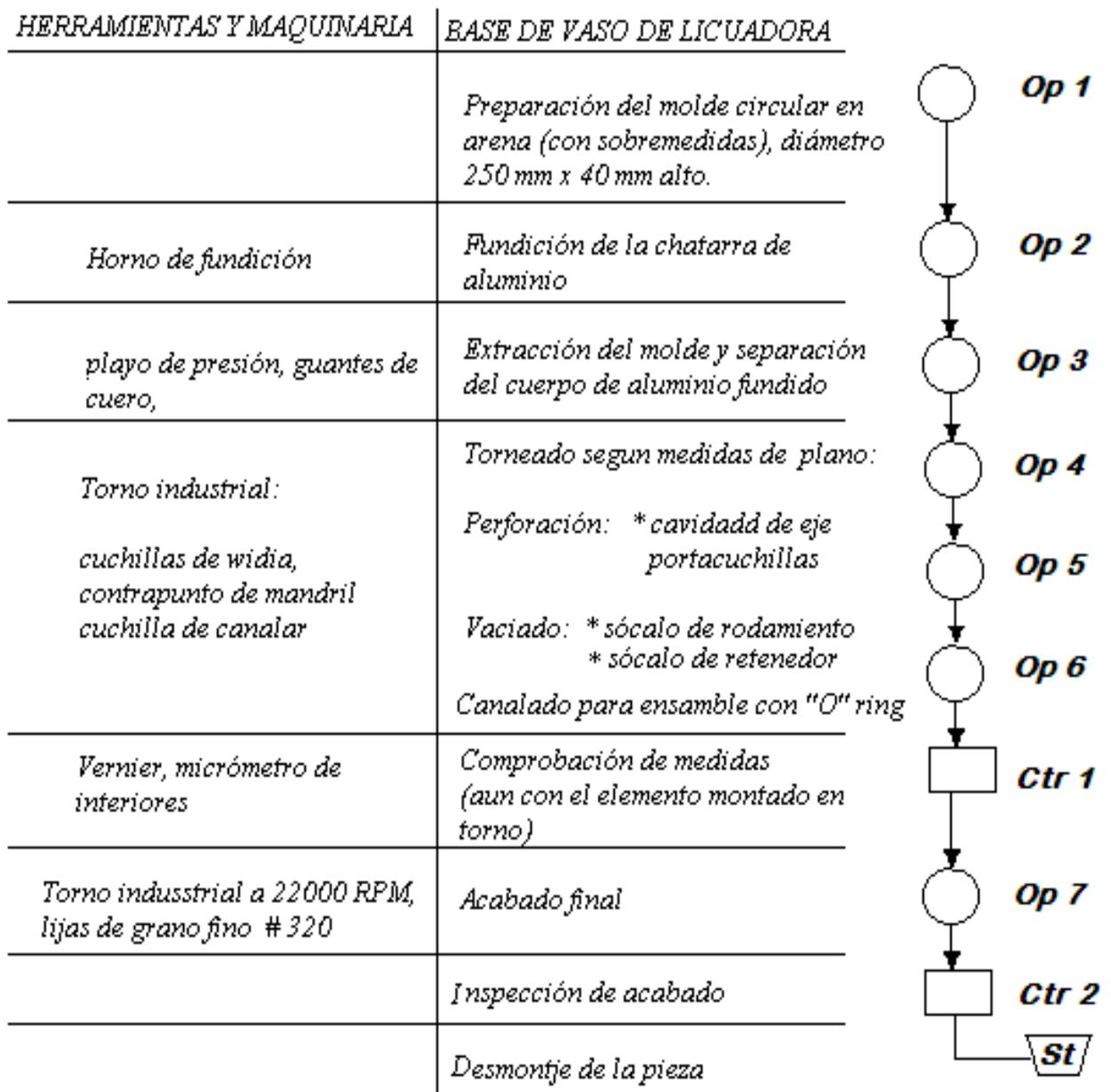


Figura 4.6. Diagrama de proceso: construcción de base de vaso de licuadora

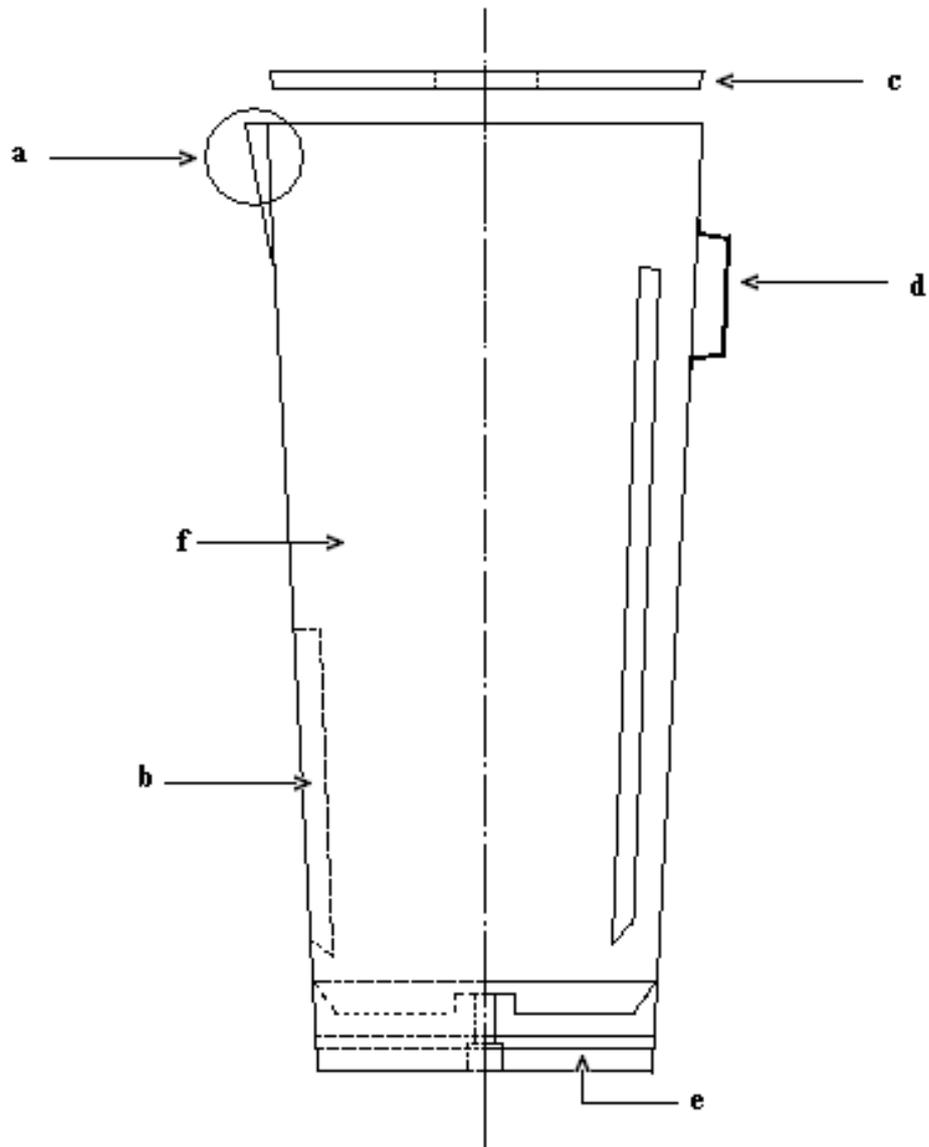
4.4.5 CUERPO DEL VASO DE LICUADORA.

El recipiente contenedor del producto a procesar, denominado vaso de licuadora, está fabricado en acero inoxidable grado alimenticio: AISI 304; pues es el más idóneo para la construcción de maquinaria alimenticia. En él se aloja la base del vaso, la cual está acoplada haciendo uso de su forma geométrica en tal modo que no exista lugar a fugas de líquidos, por medio de un empaque de caucho especial, usado exactamente para la industria alimenticia y un recubrimiento de silicona industrial por debajo de la altura del “O” ring.

Está compuesto de cinco elementos principalmente, que son:

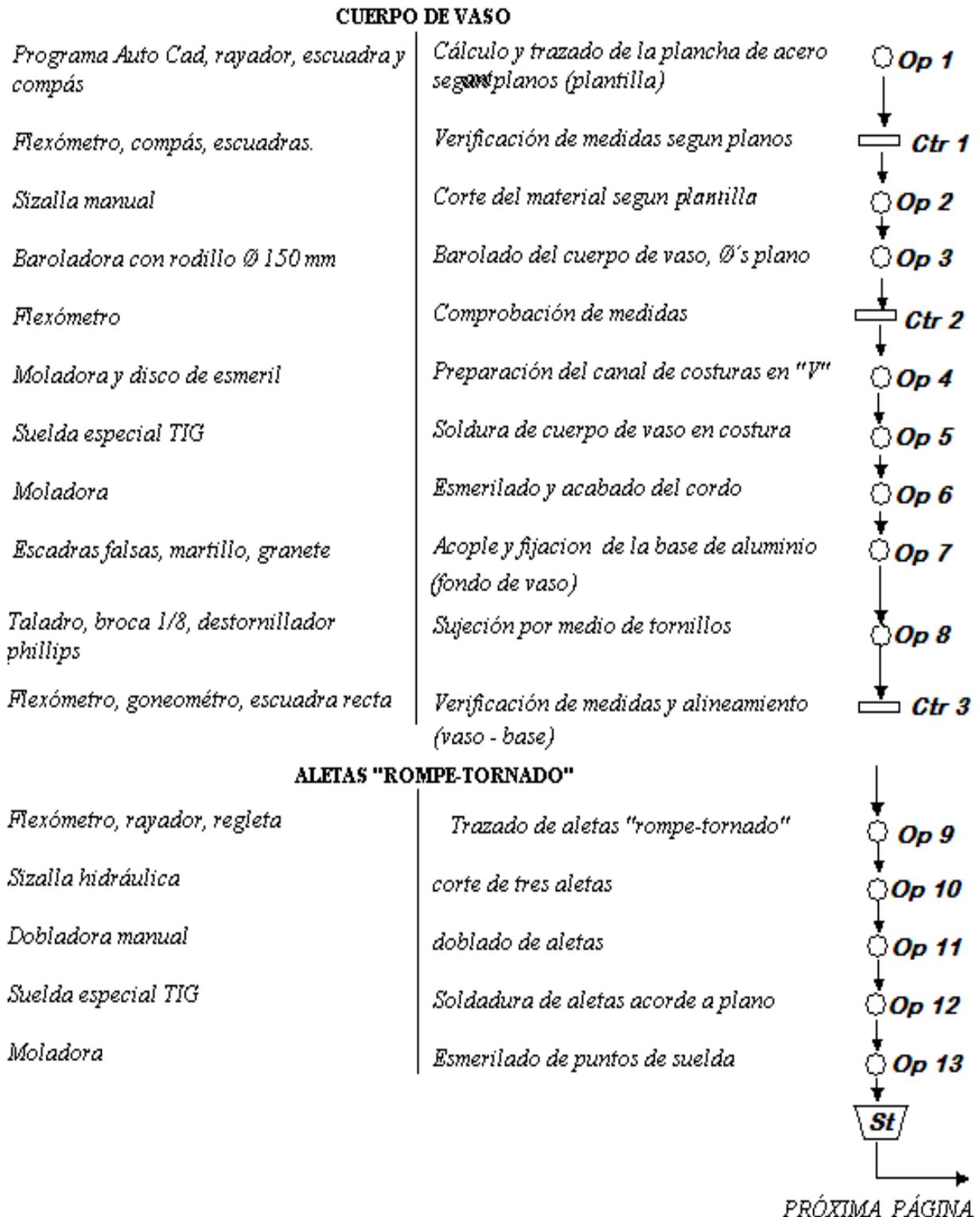
- Cuerpo cónico
- Aletas “rompe tornado”
- Manija
- Tapa
- Boquete de evacuación

Todos y cada uno de los elementos anteriormente citados, también están contruidos de acero inoxidable de la misma calidad.



- A boquete de evacuación
- B aletas rompe tornado
- C tapa
- D manija
- E base en fundición de aluminio
- F cuerpo del vaso

Figura 4.7. Vista frontal del vaso de licuadora, con sus principales partes.



PRÓXIMA PÁGINA

Figura 4.8.A Diagrama de proceso: construcción de vaso de licuadora.(1 de 2)

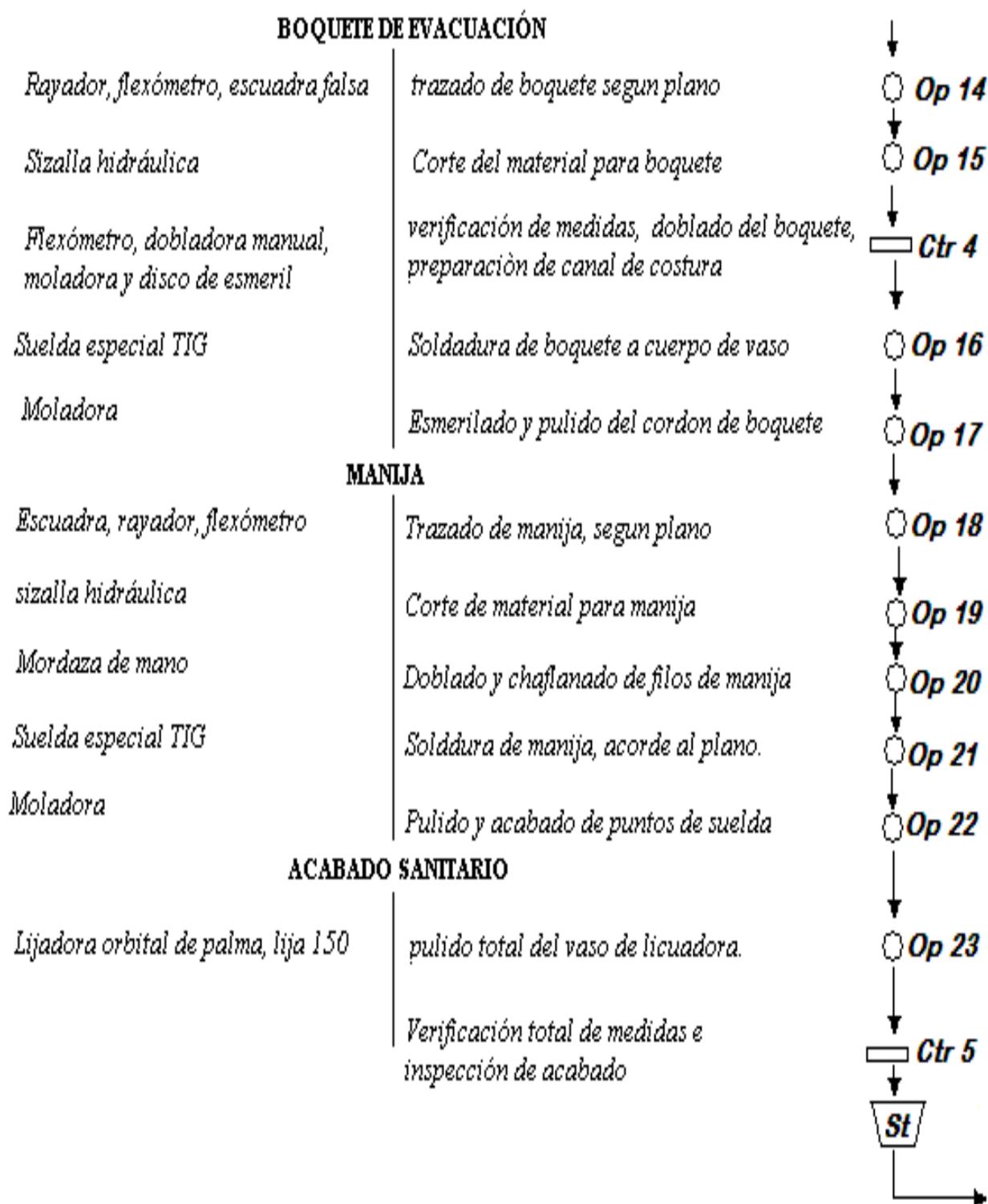


Figura 4.8.B Diagrama de proceso: construcción de vaso de licuadora.

4.4.6 EJE DE TRANSMISIÓN MOTOR-PORTACUCHILLAS.

El eje de transmisión también llamado gear box, se encuentra acoplado en el agujero de la base de fundición de aluminio del vaso, está fabricado en acero de transmisión, y se halla soportado por medio de un rodamiento del tipo “ball bearing” el cual encaja exactamente en la cavidad inferior de la base de vaso.

Por otro lado este elemento del electro mecanismo, está encargado de transmitir la potencia del motor hacia el conjunto de cuchillas, en un solo tramo y con el mismo sólido.

La transmisión es un elemento sólido y unicelular de naturaleza geométrica cilíndrica (sin haber acoplado el rodamiento aún), por lo cual, soporta el momento torsor de mejor manera, no da lugar a paso de vibraciones y por ende transmite la potencia del motor nítidamente. En el extremo que empata con el motor, se ha formado una cavidad de forma cúbica, con acero de transmisión también, en dicha cavidad se aloja el eje del motor, el cual también ha sido previamente fresado para darle la forma de un cubo de tal manera que queden apenas unas cuantas décimas de milímetro libres entre pieza y pieza, esto con el fin de dar espacio a lubricantes como grasa u otros aditivos.

El extremo opuesto, en cambio queda integrado al vaso de licuadora y es a la vez la sección de portacuchillas, aquí se presenta el papel mas importante de la transmisión, pues es en este punto donde se sujetan las cuchillas, gracias a que esta extremidad, en una sección determinada; tiene la forma de un rectángulo para poder arrastrar las hojas de cuchilla. Otra parte de la sección (el extremo en sí), ha sido roscada para permitir ajustar las cuchillas con una tuerca de acero inoxidable de rosca derecha.

Una vez coincidadas las dimensiones de la transmisión, agujero de la base del vaso, zócalo de rodamiento y torre portacuchillas se procede a montar un ball bearing en la gear box (extremo de acople con el motor), y después a encajar la transmisión en el zócalo del rodamiento. Una vez montado el eje, se prosigue a colocar el retenedor de caucho, el mismo que sellará por completo la gear box con la base del vaso y no permite posibles derrames o fugas por este punto.

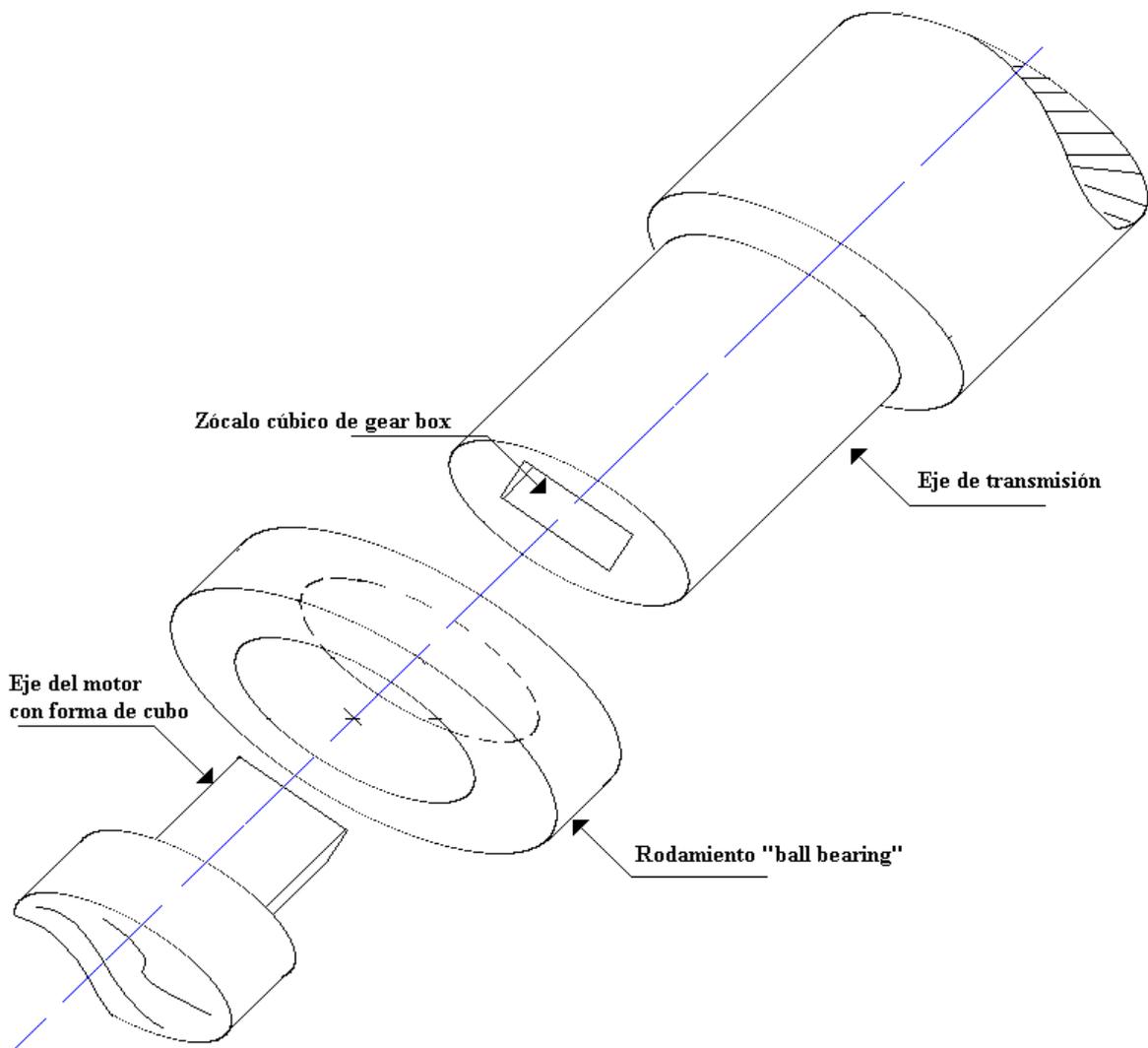


Figura 4.9. Vista isométrica del acople: eje de transmisión con eje del motor

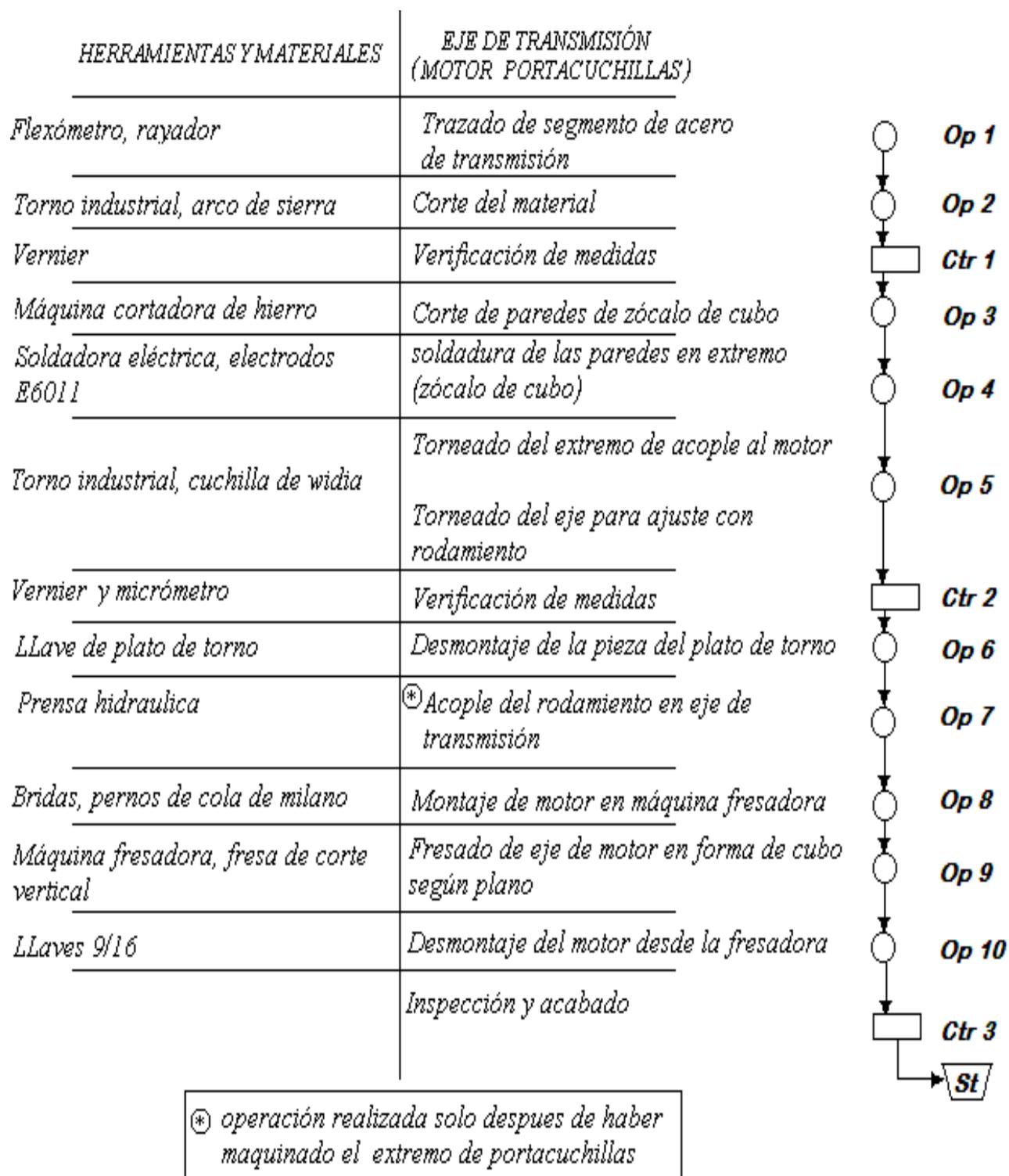


Figura 4.10. Diagrama de proceso: eje de transmisión motor-portacuchillas.

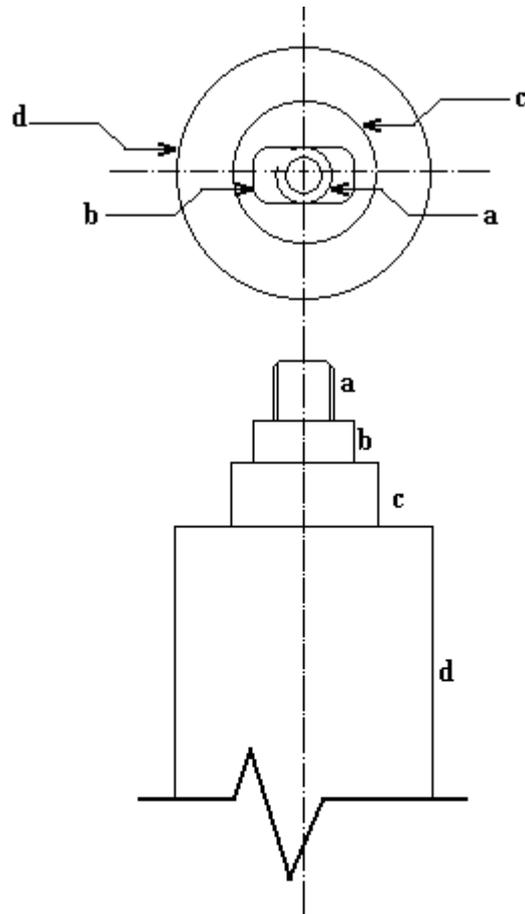
4.4.7 TORRE PORTACUCHILLAS y CUCHILLAS.

La torre portacuchillas está ubicada en el extremo superior de la transmisión, por ende al formar una sola pieza con ésta unidad recibe toda la potencia transmitida del motor instantáneamente, consta de un tramo o sección anterior de patrón rectangular para abarcar las hojas de cuchillas, e inmediatamente se encuentra la sección mas extrema la cual está roscada para acoplar una tuerca de acero inoxidable y arandela de las mismas características que sujetan eficazmente las cuchillas.

Las tres hojas de cuchilla, están hechas del mismo acero inoxidable grado alimenticio con el que se fabricó el vaso, han sido afiladas en ángulos incidentes de 30 grados y están distribuidas en configuración de cruz para un mejor licuado. Cada cuchilla cumple un rol diferente, así pues; la primera cuchilla de tipo “bent tip” tiene el efecto de impulsar los elementos licuados hacia arriba o negativamente, es decir que tiende a empujar los líquidos u otros ingredientes hacia el exterior del vaso; por otro lado la cuchilla plana “flat tip” efectúa un corte mas fino de los licuables, sin absorber o repeler la masa de los licuandos; y por último, la tercera cuchilla la cual es también del tipo “bent tip” tiene la capacidad de atraer hacia ella el flujo motivo de los licuables y se denomina de corte positivo, ayudada por la forma cónica de la superficie de la base del vaso, muy próxima a las cuchillas y sobretodo a ésta; desencadena el movimiento ordenado del contenido hacia la salida del vaso, pero primero pasando por el proceso de las otras dos cuchillas (corte neutral y corte negativo).

Esta es la configuración de las cuchillas para giro anti horario del conjunto, si se invierte la dirección del giro en sentido horario, se debe tener en cuenta de

revertir el orden de las cuchillas también. El método de arrastre o tracción es sencillamente un agujero de forma rectangular ligeramente mas grande que el de la torre portadora, esto con el fin de contrarrestar el desgaste del material cuando la máquina empieza a operar abruptamente sea con o sin carga muerta.



A) Sección roscada

**B) Rectangulo de
portacuchillas**

**C) Zócalo del retenedor
de caucho**

D) Eje de transmisión

Figura 4.11. Vista frontal y superior del extremo del eje de transmisión.- torre portacuchillas.

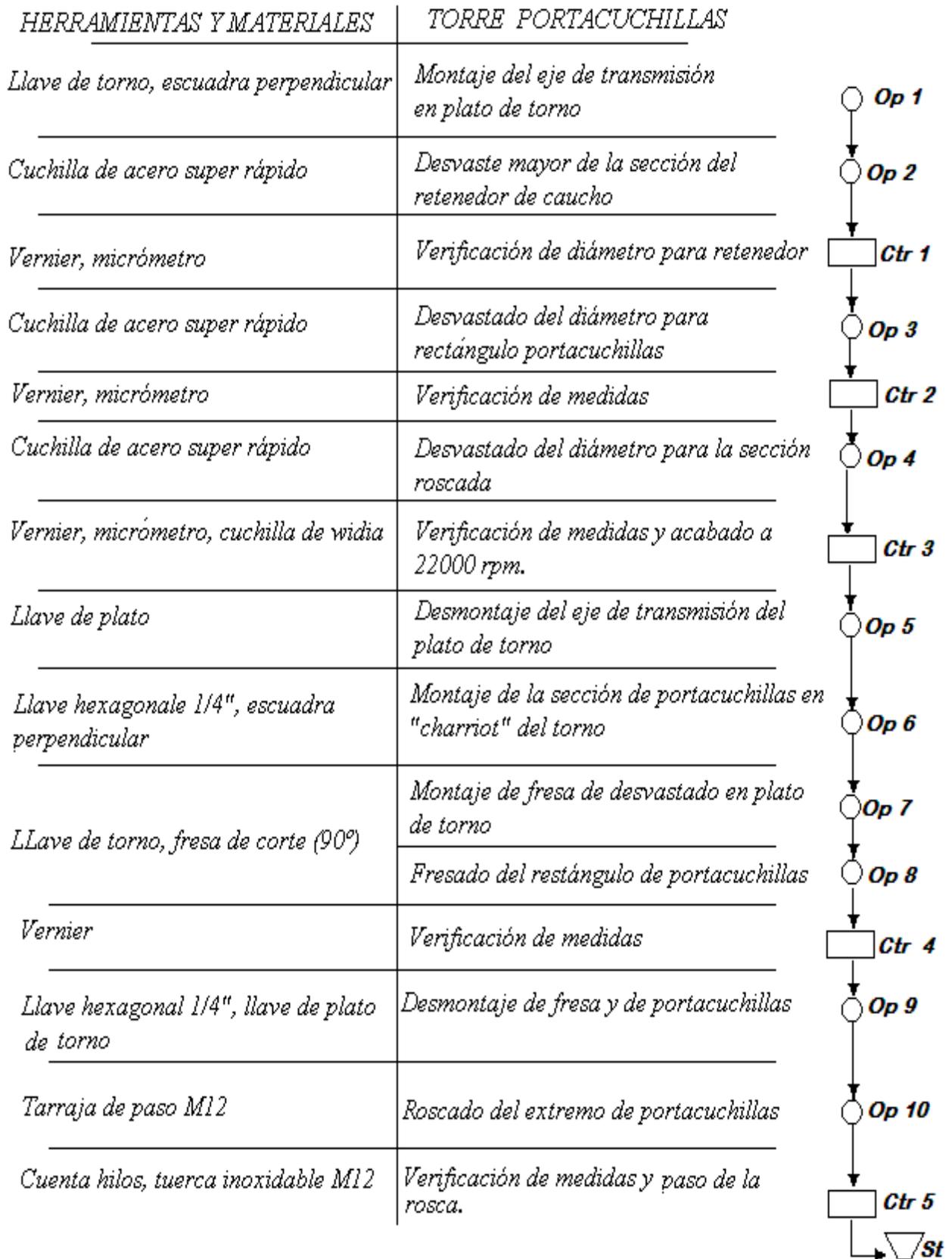
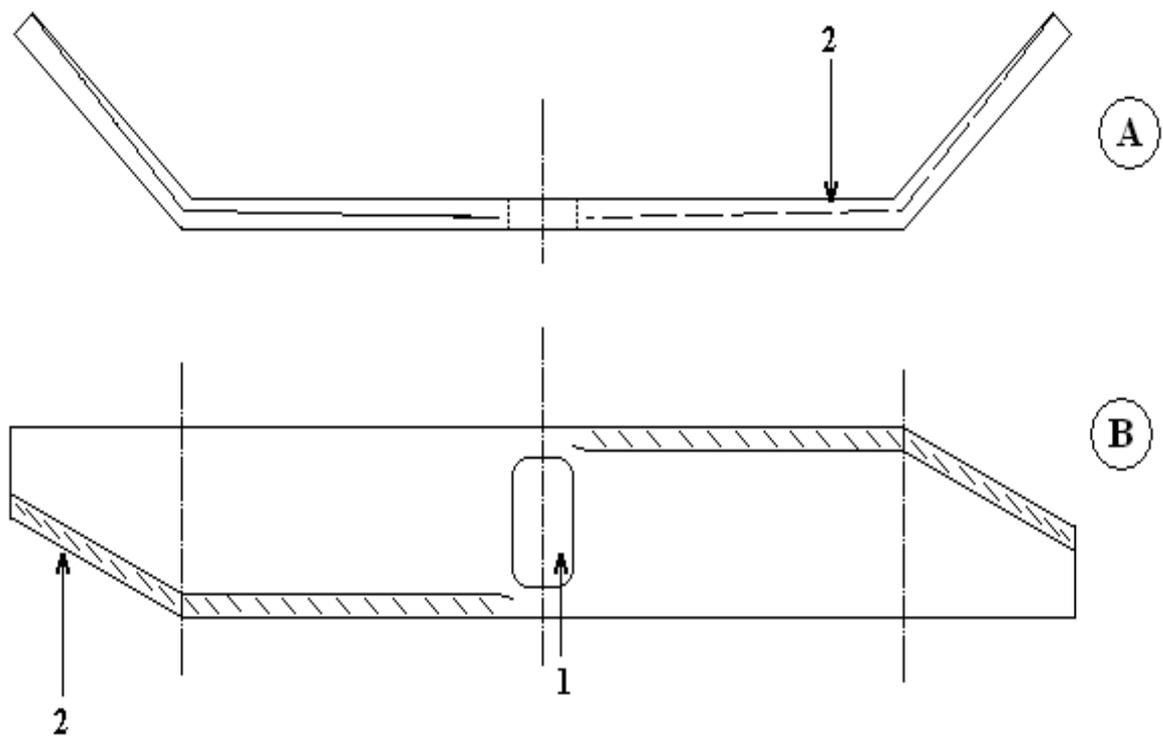


Figura 4.12. Diagrama de proceso: torre portacuchillas



1) Agujero para acople a portacuchillas

2) Filos de corte

A) Cuchilla tipo "bent tip"

B) Cuchilla tipo "flat tip"

Figura 4.13. Juego de vistas de las cuchillas tipo "flat tip" y "bent tip".

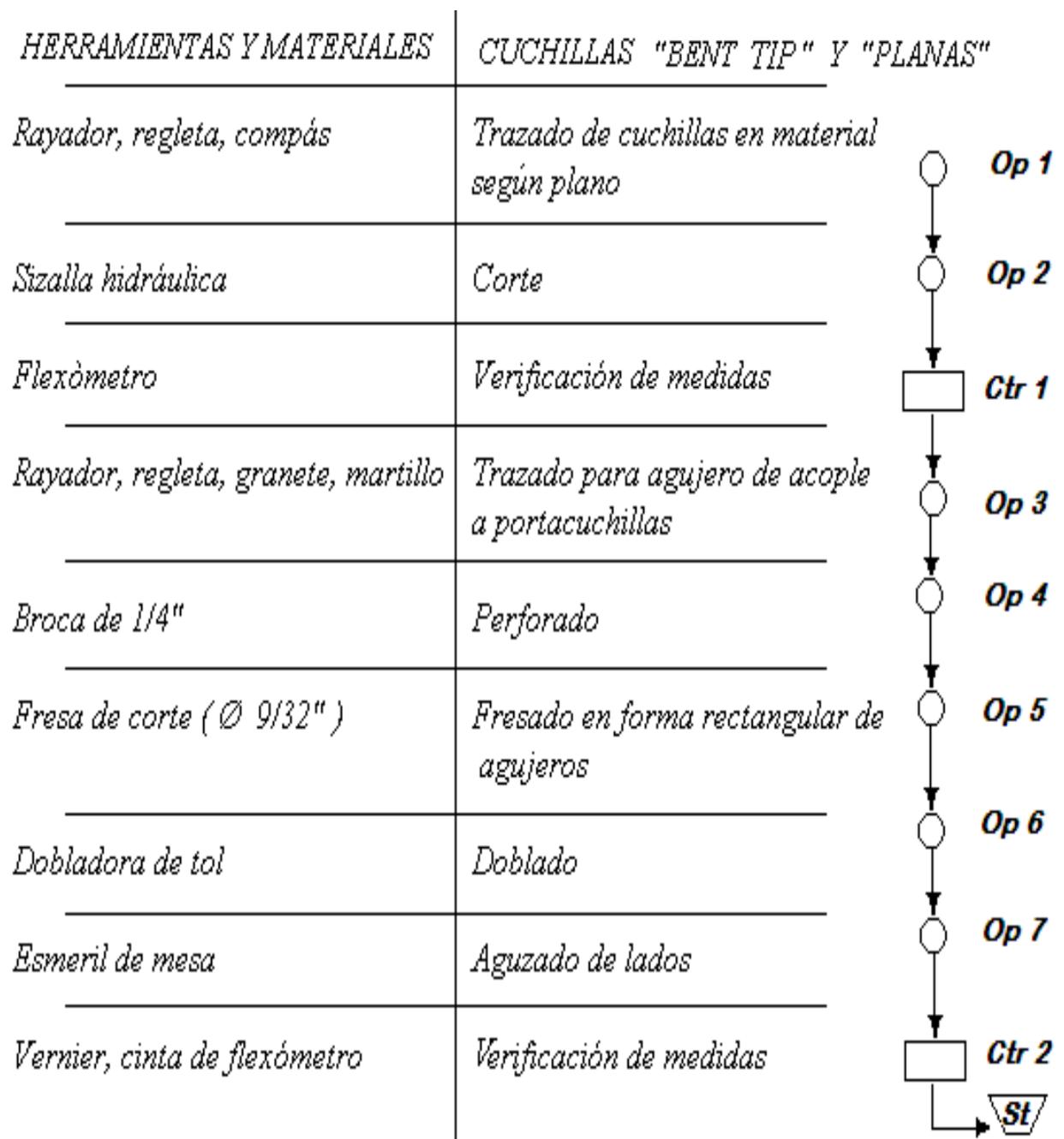


Figura 4.14. Diagrama de proceso: cuchillas planas y bent tip.

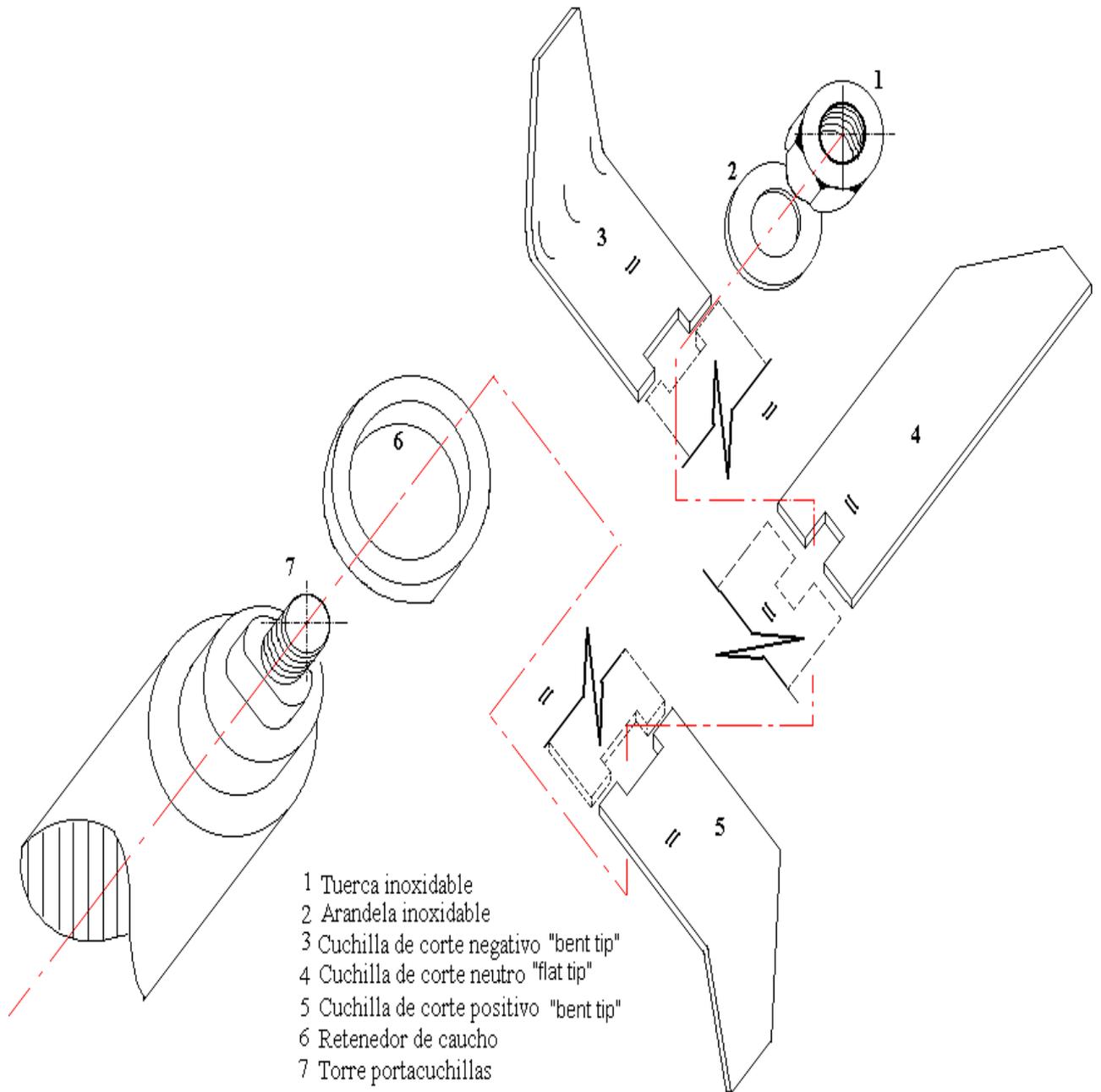
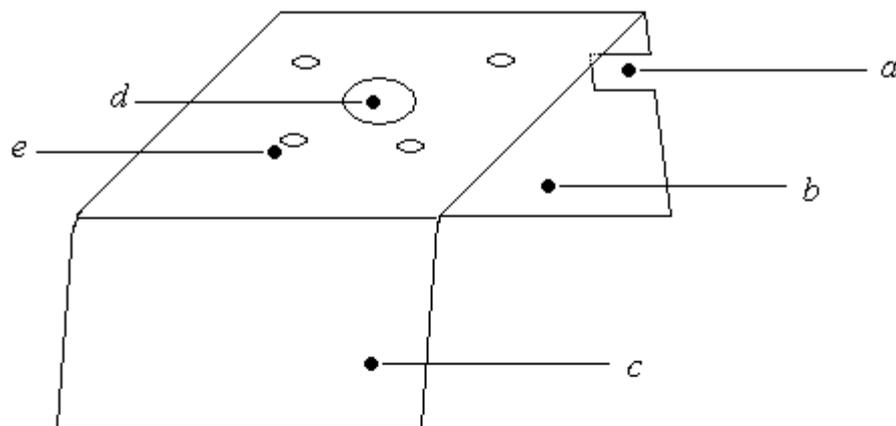


Figura 4.15. Ensamblaje de las partes de la torre portacuchillas.

4.4.8 TAPA DE PROTECCIÓN DEL MOTOR.

Es una cubierta de acero inoxidable colocada entre el soporte del motor y del vaso de licuadora; es decir que se sujeta conjuntamente entre el soporte en “L” y el fondo del vaso de licuadora. Esta protección sirve como un aislante del conjunto de motor para evitar exposición a líquidos u otros elementos que puedan dañar el motor o sus mandos de operación (switches). En la parte anterior del conjunto, se presenta un destaje rectangular, el cual funciona para dar fácil acceso a la palanca de traba del soporte en “L”, teniendo en cuenta que es por ésta parte donde derrames eventuales de líquidos u otros licuables podrían generar menor riesgo de daño por contacto para con el motor o switches.



- A) Destaje para palanca de traba
- B) Parte posterior
- C) Parte frontal
- D) Agujero para eje de transmisión
- E) Agujeros para pernos de ensamble del vaso

Figura 4.16. Vista isométrica de la tapa protectora del motor.

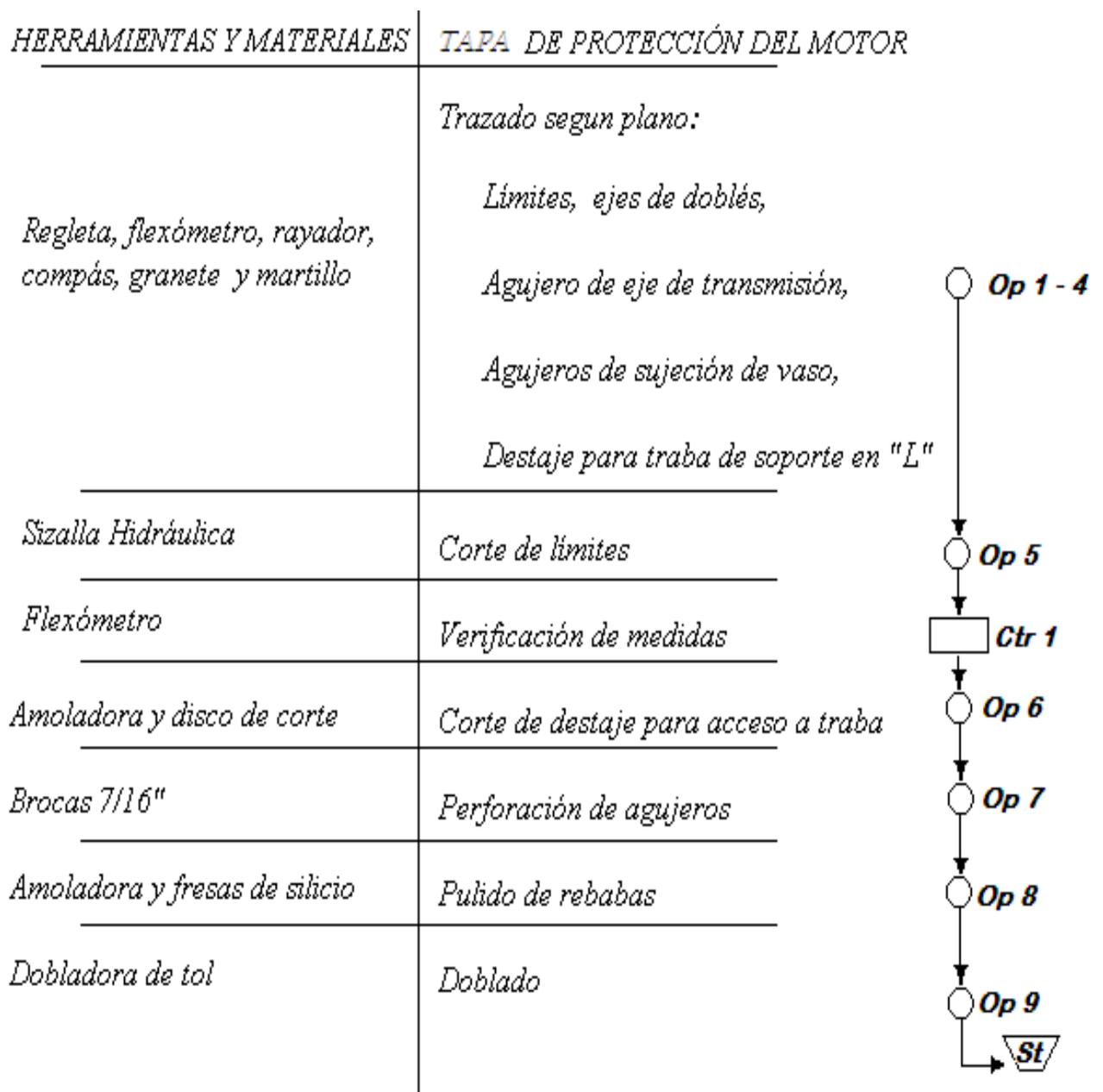


Figura 4.17. Diagrama de proceso: tapa protectora del motor.

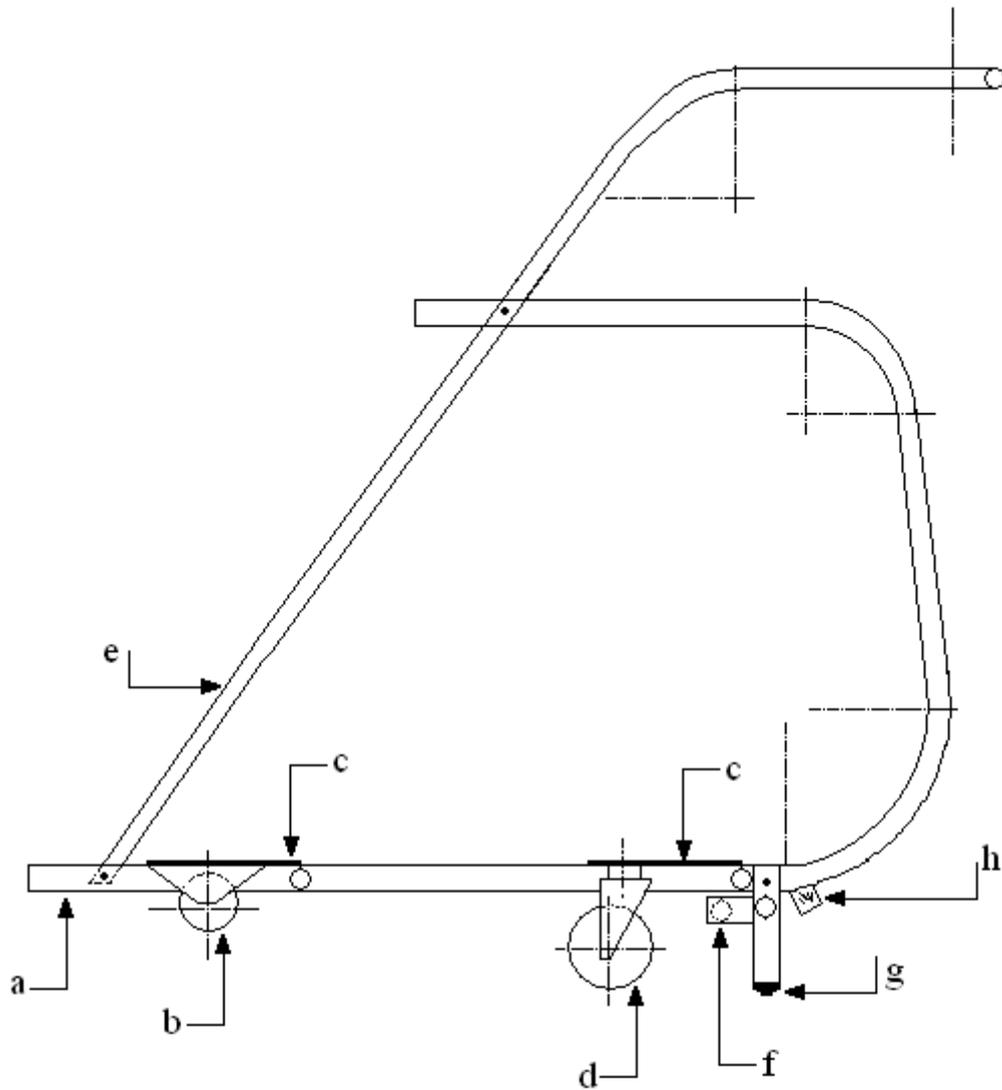
4.4.9 MECANISMO DE FRENO Y RUEDAS.

En un principio se determinó que la licuadora industrial a construirse podrá moverse dentro del área de trabajo; para cumplir este objetivo se han adaptado 4 ruedas en la parte inferior de la estructura: dos giratorias y dos fijas, las cuales están sujetadas en los cuatro cuadrantes de la estructura.

Las ruedas giratorias así como el freno se encuentran en la espalda de la licuadora, puesto que es el lado donde se ha situado la manipulación del aparato. Las ruedas fijas o de carril están atornilladas en la parte delantera de la máquina para darle más estabilidad frente a las vibraciones que produce el motor.

El mecanismo de freno consiste en una pierna pivotante que literalmente levanta la parte posterior (espalda) de la licuadora; dejando las ruedas giratorias sin contacto, así la máquina está aplomada perfectamente con respecto al eje longitudinal del vaso cónico.

Del mismo modo, para volver a rodar la máquina, se debe tirar suavemente de todo el conjunto hacia atrás (esto se lo realiza desde la cabrilla), así el mecanismo de freno rompe su seguro geométrico y vuelve a dejar las ruedas posteriores en contacto con el piso. A continuación se muestra en la siguiente figura el montaje del freno y las ruedas.



- A) Estructura del soporte
- B) Garrucha estática
- C) Platina
- D) Garrucha giratoria (2 grados de libertad)
- E) Estructura de cabrilla
- F) Pedal de freno
- G) Pie de freno
- H) Tope de frenado

Figura 4.18. Vista lateral del conjunto de freno y ruedas (garruchas).

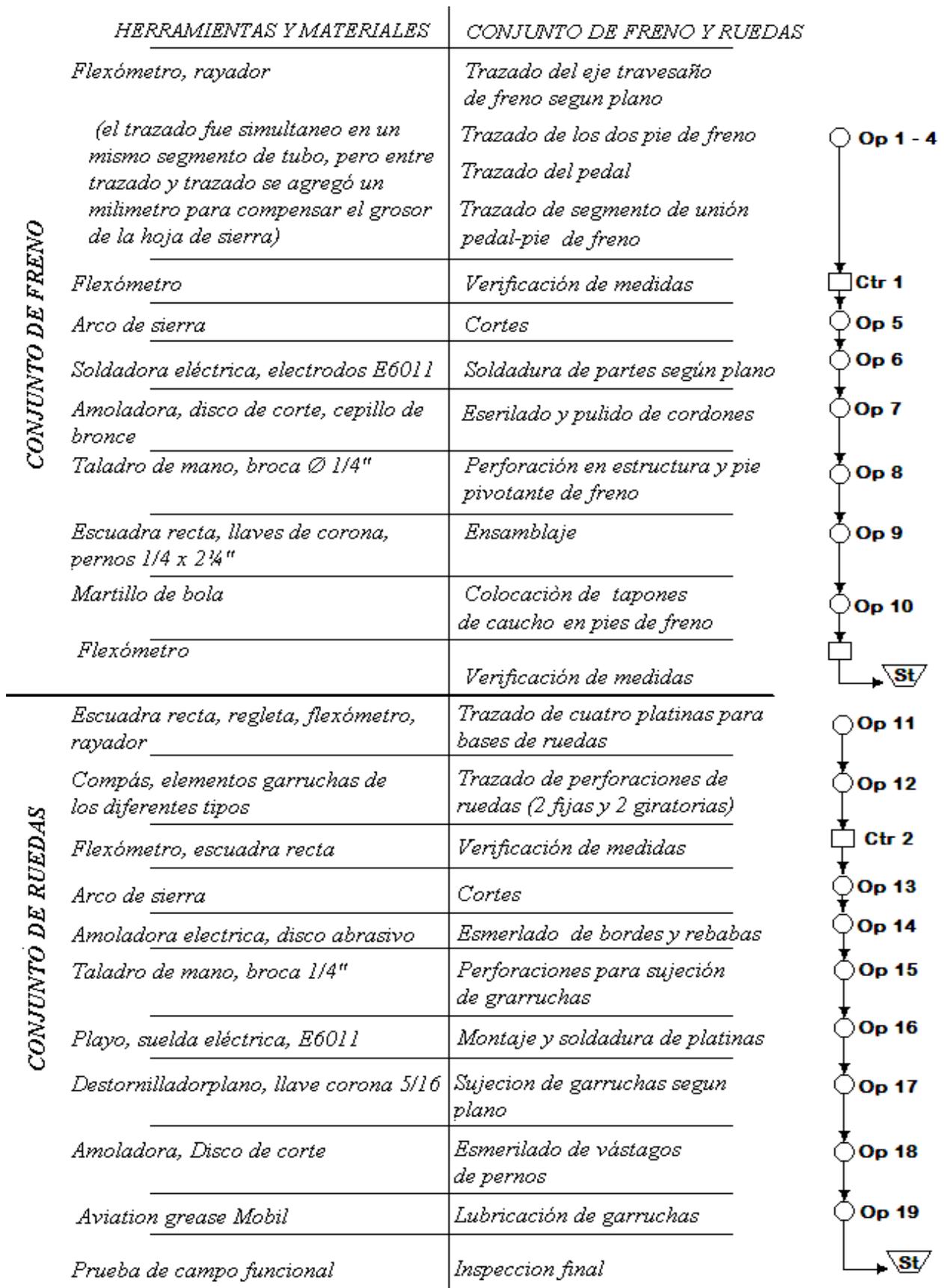


Figura 4.19. Diagrama de proceso: construcción del conjunto freno y ruedas

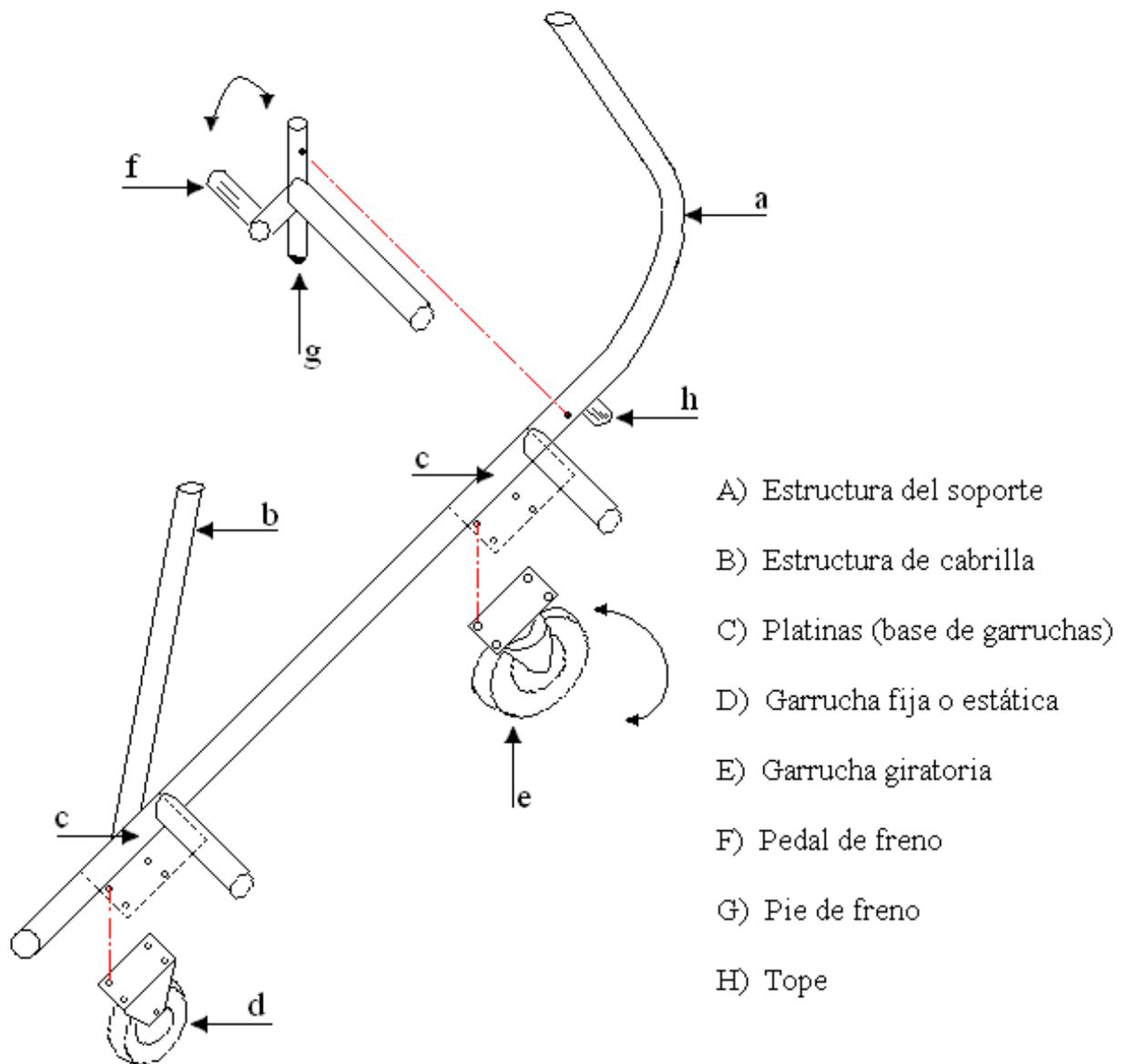


Figura 4.20. Ensamblaje de las partes del freno y ruedas

CAPÍTULO V

MANUALES DE CALIBRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

En lo que concierne a la ejecución de los manuales se han determinado diferentes parámetros y condiciones para el procedimiento de mantenimiento, operación segura, registros de mantenimiento y posibles modificaciones aplicables a la licuadora industrial.

La categorización de los diferentes manuales está enfocada a su nivel de importancia, para cumplir con el rendimiento de la licuadora, mantenimiento del aparato, seguridad de la máquina y del usuario y, por las posibles adecuaciones en la misma.

Tabla 5.1: Categorización de los manuales.

MANUAL	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Manual de calibración	Ensamblaje y desensamblaje de partes	IPC 001
Manual de operación	Parámetros de funcionamiento y manipulación.	D&O 001
Manual de mantenimiento	Instrucciones de limpieza y lubricación	JIC 001
Trouble shooting	Localización y enmienda de fallas.	FIM 001
Manual de la estructura	Modificaciones y registros.	SPS 001

5.2 MANUAL DE CALIBRACIÓN.

	MANUAL DE CALIBRACIÓN		Pág. : 1 de 4
	Ensamblaje y desensamblaje de partes		Código: IPC 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes.	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

1) Objetivo general:

Identificar las partes y componentes de toda la máquina de licuadora industrial, para determinar concisamente la alineación y orden de montaje de los diferentes conjuntos de la misma.

2) Desglose:

CÓDIGO (N/P)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
E-S-001	Estructura de soporte	1
E-K-01	Estructura de cabrilla	1
S-L-90	Soporte en L	1
FP-MTR-90-90	Falda de protección del motor	1
UELM-120	Motor eléctrico 120V 60Hz	1
BAF-QR-1	Mecanismo de freno	1
SWE-2000	Mando de poder	1
ETM-3600-GB	Eje de transmisión de motor-portacuchillas	1
PSV/SL-PA	Pernos de sujeción de vaso	4
CQBT-&-FT	Conjunto de cuchillas	3
TPV-305-LU	Tapa del vaso de licuadora	1
RGJ-002/1-5	Garruchas giratorias	2
RGF-001/1-4	Garruchas fijas	2
RKBV-010	Retenedor de caucho de líquidos	1
PW-INOX-001	Arandela de presión Ø interno 5/8"	1
INOX N-M/12	Tuerca inoxidable	1
BB-4709 NKG	Rodamiento de bolas	1
CDT- MDUH	Correa de tensión	1
DDPP-MDUH	Disco aislante de propileno	1

	MANUAL DE CALIBRACIÓN		Pág.: 2 de 4.
	Ensamblaje y desensamblaje de partes		Código: IPC 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes.	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

3) Procedimiento de ensamblaje:

- 1) **Ensamblar la estructura de cabrilla con la estructura de soporte**, de acuerdo a los agujeros previstos, con pernos acerados o de carrocería de 2" x ¼" Ø, procurando dejar las cabezas hacia el interior de la estructura.
- 2) **Ensamblar el mecanismo de freno** a la parte trasera inferior de la estructura de soporte, dejando el pedal hacia el lado inferior derecho, con pernos de 2" x ¼" Ø, en los agujeros previstos. (el freno debe ser operable desde el lado de la cabrilla).
- 3) **Montar el motor en el soporte en "L"**, en los agujeros previstos, procurando coincidir con las marcas de "líneas de fe", dejando el eje cúbico orientado hacia el agujero de transmisión. (la alineación del motor con las líneas de fe, es muy importante para el perfecto acople con el eje de transmisión).
- 4) Sin haber instalado aun la correa de tensión, abrir las estructuras de soporte hasta que sea accesible **instalar el soporte conjuntamente con el motor** en las bisagras laterales. (el motor debe estar orientado hacia la parte frontal de la estructura).
- 5) Asegurar la traba mecánica del soporte en el zócalo ubicado en la parte posterior e **instalar la correa de tensión** con los agujeros predeterminados. (procurando dejar las cabezas de los pernos hacia el interior de la estructura).
- 6) Destrabar el soporte mecánico y pivotar ligeramente el soporte hacia atrás, para **instalar la falda protectora del motor**, una vez instalada se debe trabar de nuevo el soporte en su posición de asegurado. (para coincidir la falda de protección, la palanca de la traba debe estar perpendicular de su respectiva cara con el fin de dejar acceder la falda).
- 7) Con los agujeros de acceso a las tuercas ubicadas en el soporte en "L", **insertar los pernos de sujeción** del vaso de licuadora hasta el tramo del cuello no roscado y montar el vaso. (con un cuarto de revolución en sentido horario, hasta coincidir las cuatro mordazas).

	MANUAL DE CALIBRACIÓN		Pág.: 3 de 4.
	Ensamblaje y desensamblaje de partes		Código: IPC – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

8) **Insertar el rodamiento ball bearing** en el eje de transmisión, usando una prensa hidráulica, hasta que no presente juego o vacíos por acoplar.

9) **Insertar el eje de transmisión en la base del vaso**, teniendo cuidado de acoplarlo hasta que el lado lateral del rodamiento quede totalmente al ras de la superficie del vaso. (la introducción total del rodamiento es primordial para que no existan fallas de alineación entre la gear box y el eje del motor).

10) Por el lado superior del vaso, acceder al eje de transmisión e **insertar el retenedor de caucho** en el zócalo de retenedor (el retenedor debe quedar orientado con su cara plana y completa hacia la superficie superior del vaso).

11) Teniendo en cuenta que el sentido de giro de las cuchillas (visto desde arriba del vaso), es anti horario, **acoplar el conjunto de cuchillas en el dado rectangular de portacuchillas** en la siguiente configuración:

- Primero: cuchilla de corte positivo del tipo bent tip (punta doblada) hacia abajo
- Segundo: cuchilla de corte neutral del tipo flat tip (punta plana)
- Tercero: cuchilla de corte positivo del tipo bent tip (punta doblada) hacia arriba

12) Una vez colocadas las cuchillas, colocar **la arandela de presión inoxidable** de tal modo que abrace el dado rectangular de portacuchilla. (es decir que quede situada concéntricamente con la sección roscada)

13) **Colocar y apretar la tuerca inoxidable Ø 12 mm** con un torque aproximado de 50 lb–plg (para el apriete se debe sostener el extremo cúbico de gear box en una mordaza de banco o en su defecto con un playo de presión mientras otra persona aprieta la tuerca con una llave o copa 15/16”).

14) **Montar el conjunto del vaso** de licuadora sobre el soporte haciendo coincidir cuidadosamente los cubos tanto del eje motor como del eje de gear box.

15) **Apretar los pernos de sujeción** de vaso con un torque máximo de 15 lb–plg y mínimo de 10. (los pernos deben perder totalmente su vástago o cuello sin rosca y encajar enteramente las orejas de acople del vaso).

	MANUAL DE CALIBRACIÓN		Pág.: 4 de 4.
	Ensamblaje y desensamblaje de partes		Código: IPC – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

16) **Realizar las conexiones eléctricas** del motor hacia el swich y la conexión del switch a una toma industrial de corriente de 110 V, 60 Hz.

17) **Verificar** el acople medio (ni muy apretado ni muy flojo), de la tapa principal del vaso debidamente alineada con respecto al boquete.

NOTA:

1. Los pasos 3, 4, 6,13, deben ser realizados por dos personas a la vez.
2. El paso 11, 12, 13 y 14 deben ser realizados con suprema cautela para evitar lastimaduras al personal o daños de las partes

4) Procedimiento de desensamblaje:

Los procedimientos de desensamblaje de la licuadora y sus partes son recíprocamente similares, en sentido meno cronológico.

5) Firma de responsabilidad:

.....

5.3 MANUAL DE OPERACIÓN.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 1 de 6
	Parámetros de funcionamiento y manipulación		Código: D&O – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

1) Objetivo general:

Documentar las normas de operación y manipulación de la licuadora industrial.

2) Parámetros de funcionamiento y manipulación:

CHEQUEO DE PRE ACTIVACIÓN DE LA LICUADORA INDUSTRIAL.

1) Antes de encender la máquina por primera vez en el día; cerciorarse que:

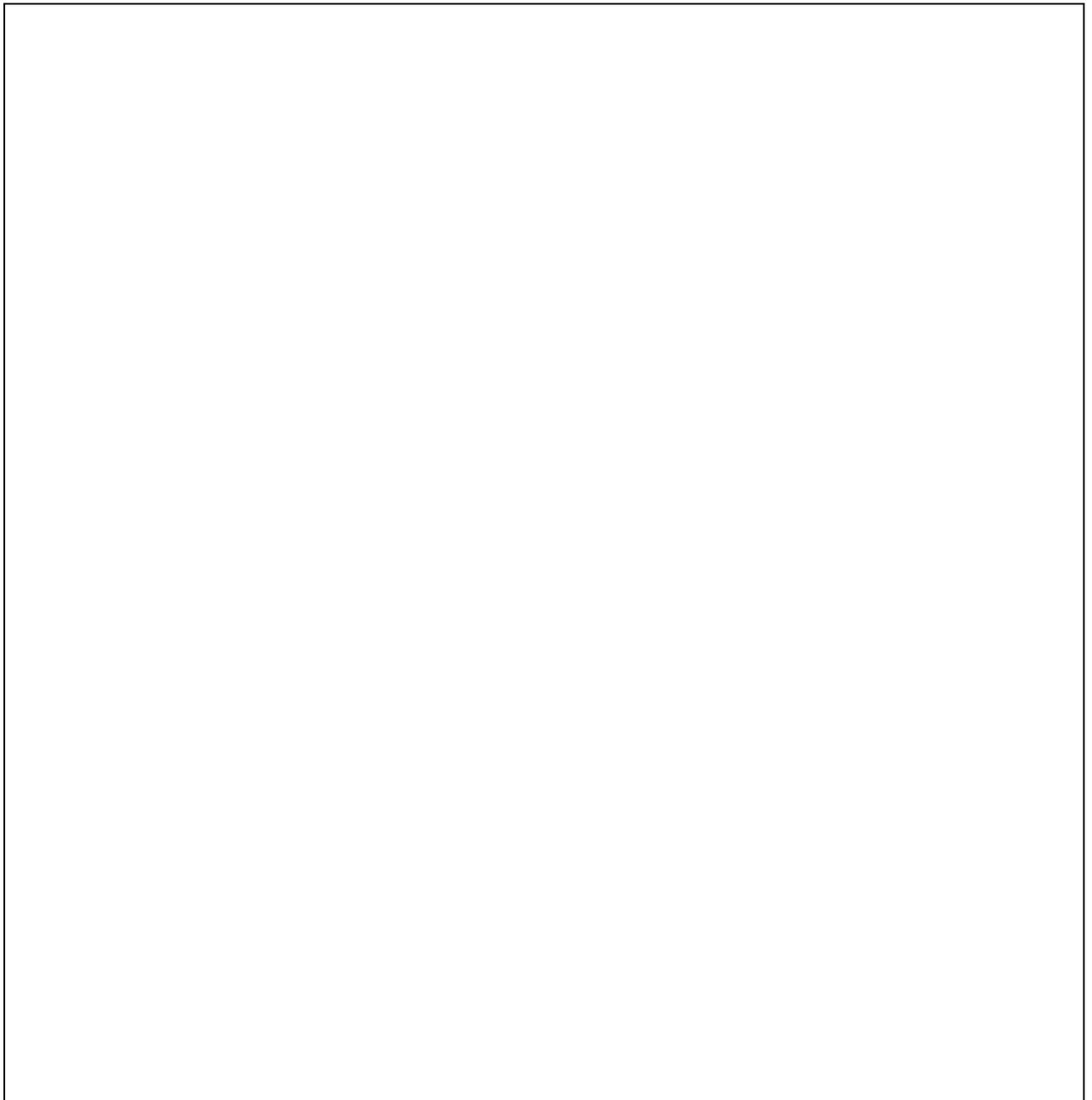
- El vaso se encuentre totalmente vacío y limpio de restos anteriores.
- El cordón o cable de alimentación entre el motor y la fuente local de energía esté conectado.
- La tuerca, la arandela de presión y las cuchillas estén totalmente libres y en su lugar.
- La traba mecánica del soporte en “L” esté encajada en su zócalo.
- El apriete de los pernos de sujeción del vaso (4 mariposas), no sea excesivo ni esfuercen al eje.

! IMPORTANTE: Éste último paso se lo comprueba moviendo una revolución las aspas de ventilación del motor (apagado) con un dedo u otro método, teniendo cuidado de no cortarse los dedos accidentalmente.

ACTIVACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.

2) Una vez cumplidos los parámetros del paso uno, la máquina está lista para ser utilizada (recomendablemente) de la siguiente manera.

- Mantener la máquina apagada aún antes de licuar.
- Activar con el pie el freno de la máquina, ubicado en la parte inferior de cabrilla.
- Introducir él, o los líquidos a ser licuados, en un 40% de la capacidad del vaso. (esta razón esta estimada aproximadamente al nivel de la aleta rompe tornado más pequeña ubicada en el recto del boquete).



 ITSA	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 2 de 6
	Parámetros de funcionamiento y manipulación		Código: D&O – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

- Introducir parte o todo el producto que se va a licuar (observe la tabla de restricción de productos antes de proceder).
- Tape el vaso de licuadora con ambas tapas o solamente la principal.
- Encienda la licuadora y sostenga el vaso siempre por la manija.
-

! IMPORTANTE: SIEMPRE ASEGÚRESE QUE EL SENTIDO DE GIRO DEL CONTENIDO SEA ANTI HORARIO.

-
- A medida que el proceso se torne más liviano para el motor (4 a 10 segundos), aumente el resto del producto a licuar. (observe la tabla de restricciones)
- De ser necesario, coloque y retire la tapa de plástico (secundaria), para la alimentación del proceso de licuación.
- Asegúrese de haber licuado y/o mezclado bien el contenido de vaso.

! IMPORTANTE: NUNCA INTRODUZCA OBJETOS O UTENSILIOS DURANTE LA LICUACIÓN DENTRO DEL VASO.

- Apague el motor.

EVACUACIÓN Y DESCARGA DEL CONTENIDO.

- Espere a que el contenido pare totalmente de girar.
- Asegúrese que el freno está activado.

! IMPORTANTE: EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA LICUADORA ESTÁ UBICADO LIGERAMENTE ATRÁS DEL EJE MOTOR – PORTACUCHILLAS, POR LO TANTO, ES MUY POSIBLE QUE EL VASO SE VUELQUE HACIA ATRÁS Y SE VIRE TODA LA MÁQUINA, SI NO ESTÁ ACTIVADO EL FRENO.

- Con una mano retire la traba mecánica, mientras sostiene el vaso por la manija con la otra mano.
- Retire la tapa del vaso.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 3 de 6
	Parámetros de funcionamiento y manipulación		Código: D&O – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

- Incline el vaso hacia delante hasta verter totalmente el contenido en un recipiente u otro dispositivo.
- Coloque el vaso vacío de nuevo en posición vertical y ponga la traba mecánica.
- Asegúrese de que no quedan restos licuados ni elementos extraños en el interior del vaso.

! IMPORTANTE: SI LA DESCARGA SE VA A REALIZAR EN OTRO LUGAR DIFERENTE AL DE OPERACIÓN, RETIRE LENTAMENTE EL FRENO DE LA MÁQUINA TIRANDO HACIA ATRÁS LA CABRILLA Y TENIENDO CUIDADO DE SOPORTAR LA INERCIA DE LA LICUADORA PARA EVITAR QUE ÉSTA SE VUELQUE.

MOVILIZACIÓN DE LA LICUADORA EN EL ÁREA DE TRABAJO.

3) Para trasladar la máquina dentro del área de trabajo se deben tomar en cuenta los siguientes detalles:

- Asegúrese que la traba mecánica está puesta.
- Desconectar el cable de la fuente de energía.
- Retirar el freno y tirar suavemente de la cabrilla.
- Movilizar la máquina despacio, siempre manipulando desde la cabrilla.
- Una vez estacionado el aparato activar de nuevo el freno.
- Situar el enchufe en un lugar lejos del agua u otros contaminantes que puedan poner en riesgo el funcionamiento eléctrico de la máquina.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 4 de 6
	Parámetros de funcionamiento y manipulación		Código: D&O – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

3) Tabla de restricciones de productos:

La siguiente tabla tiene por objeto indicar las características de trabajo de la licuadora para ciertos productos que recomendablemente no se deben procesar en dicho aparato o a su vez el acondicionamiento de los mismos para carga muerta (volumen o cantidad con que se debe iniciar la licuefacción).

Por su densidad y grado de complejidad en el desmenuzamiento, se ven restringidos o permitidos los siguientes productos licuables:

Tabla 5.2: Tabla de restricción de productos.

PRODUCTO	RESTRINGIDO		A CONDICION	CONDICION
	SI	NO		
Verde crudo	x		x	Máx. 3 lb. en carga muerta
Hielo	x		x	Pedazos de más de ½ lb.
Coco	x		x	Pedazos muy grandes
Zanahoria		x		
Papa cruda	x			En grandes cantidades
Carnes	x			Terminantemente prohibido
Limón sin pelar	x			Máx. 2 lb. en carga muerta
Frutas blandas		x		
Verduras		x		No tengan tallos muy duros
Masa de levadura, pan	x			Terminantemente prohibido
Brócoli	x		x	Tiene tallos duros, máx.: 10 lb.
Rábanos	x		x	Máx.: 10 lb.
Productos varios				A criterio del usuario

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 5 de 6
	Parámetros de funcionamiento y manipulación		Código: D&O – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

4) Desarrollo de la potencia electromecánica:

Es de vital importancia comprender que la licuadora industrial aquí construida, tiene su propio lapso de desarrollo potencial, pues como cualquier otro aparato electromecánico, debe emplear primero la energía en fuerza para vencer su propio momento de inercia (Véase Cáp. II, título 2.1.2.1.), para subsecuentemente desarrollar al máximo su trabajo.

En la siguiente figura se interpreta el desarrollo de la potencia del motor (en %) en función del tiempo (en segundos), hasta alcanzar el máximo de potencia que promedia en 97%.

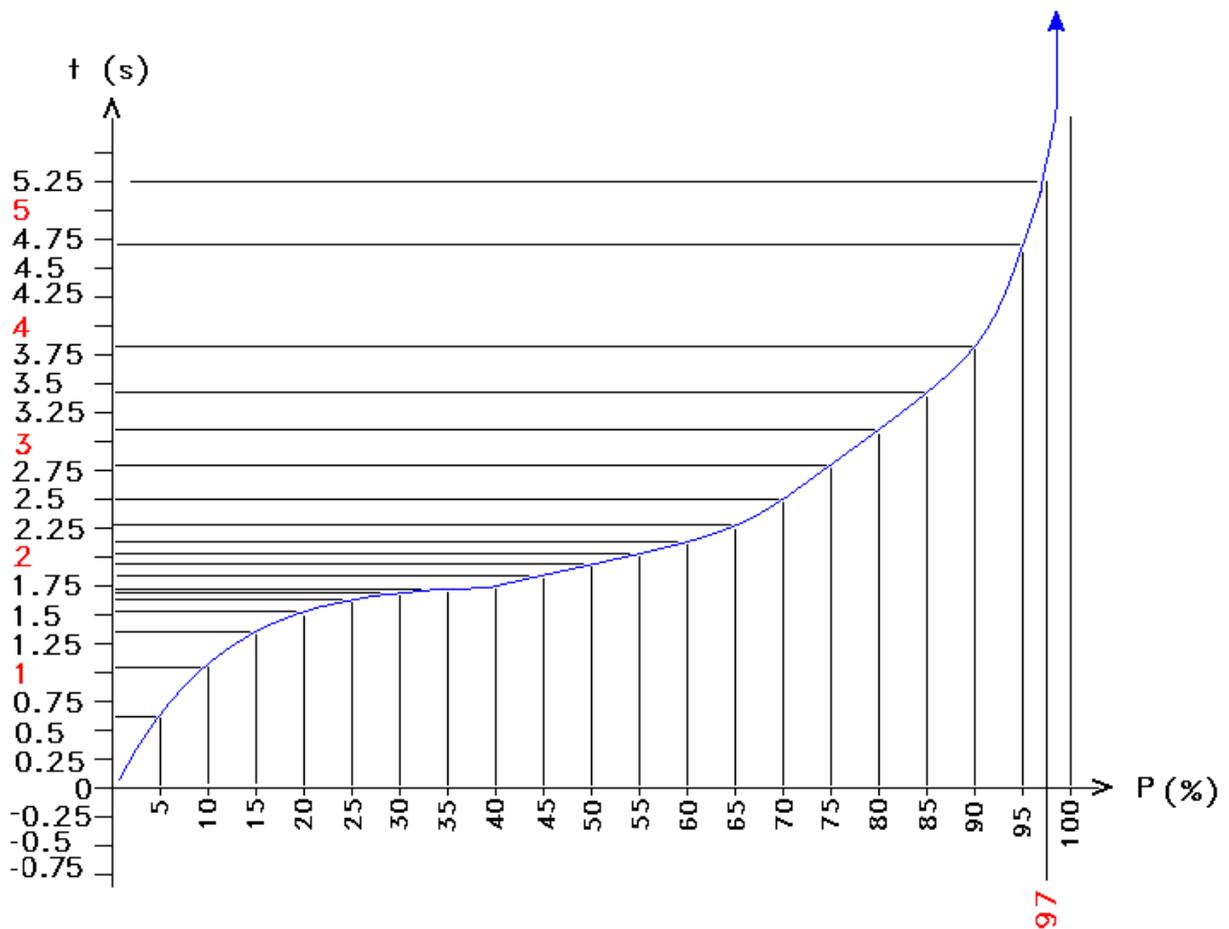


Figura 5.1. Representación gráfica de la potencia desarrollada en función del tiempo

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 6 de 6
	Parámetros de funcionamiento y manipulación		Código: D&O – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

Además se debe tener presente que la carga muerta (considerada en la anterior figura), se trata de un 40% de la capacidad nominal, es decir 15-18 litros de producto a ser licuado (refiérase al tercer procedimiento del punto **ACTIVACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA**).

Para mayor asimilación de los manuales de funcionamiento véase el anexo B.

NOTA:

1. Para obtener el desarrollo potencial de la licuadora industrial, se llevó a cabo pruebas funcionales con un volumen de agua de 12 litros. y 4 lb. de limones grandes partidos por la mitad; un cronometro de precisión, y la ayuda de otra persona.
2. El contenido de la tabla de restricciones, puede variar de acuerdo a nuevos productos que aparezcan a futuro ó que el usuario conozca mejor.

5) Firma de responsabilidad:

.....

5.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

ITSA	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 1 de 3
	Instrucciones de limpieza y lubricación	Código: JIC – 001

	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.
<p>1) Objetivo general:</p> <p>Proporcionar información acerca de los procedimientos para la adecuada manutención del equipo.</p> <p>2) Instrucciones de limpieza general: CONSIDERACIONES.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Después de cada proceso de licuado es mandatorio examinar visualmente el estado de las cuchillas, tapas y conjunto eléctrico. - Para cualquier trabajo de limpieza, es necesario desconectar la máquina y activar el freno. - A menos que no se vaya a desarmar la licuadora, el vaso no se debe aflojar ni retirar, NO es NECESARIO. - El aseo de máquina debe ser realizado solamente con agua potable o caliente. - El proceso no tarda más de 4 minutos. <p>PROCEDIMIENTO.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Destrabar el mecanismo de soporte y vaso. - Retirar las tapas u otros objetos de encima del vaso. - Pivotar el conjunto hasta hacerlo descansar completamente sobre la correa de tensión. - Con un chorro constante de agua a presión (manguera por ejemplo), lavar en abundancia la base y los alrededores de las cuchillas. - Lavar las aristas de las aletas rompe tornado. - Lavar el boquete de evacuación. - Lavar las tapas por ambos lados. <p>! IMPORTANTE: No introduzca utensilios que lastimen los filos de las cuchillas o las aletas rompe tornado, tampoco es necesario emplear jabón ni otros desinfectantes. A menos que la limpieza consista en retirar grasas o aceites comestibles, es aplicable utilizar agua muy caliente y después enjuagar con agua fría a gran presión.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dejar escurrir bien el agua durante un minuto o más. - Colocar en posición vertical el vaso y trarlo mecánicamente. - Limpiar restos de agua u otros contaminantes con un trapo húmedo por las partes externas del vaso o motor. - Conectar la máquina se va a ser reutilizada inmediatamente. 			
ITSA 	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág.: 2 de 3
	Instrucciones de limpieza y lubricación		Código: JIC – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1

	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.
--	--	--------------------------	---------------------------

3) Instrucciones generales de lubricación:

La licuadora industrial debe ser lubricada al menos dos veces al año en su conjunto de torre portacuchilla, esto se realiza de la siguiente manera:

- Retirar los pernos de sujeción de vaso y sacar el mismo a un lugar plano y de base más suave que el acero (una triplex por ejemplo).
- Inspeccionar el estado del rodamiento y su alineación con la superficie de la base de fundición de aluminio.
- Retirar el sello o retenedor de caucho del rodamiento.
- Insertar grasa u otro lubricante para altas velocidades.
- Colocar de nuevo el retenedor.
- Instalar el vaso con los pernos de sujeción. (refiérase a los pasos 14 y 15 del IPC o Manual de Calibración).
- Realizar una prueba de motor sin carga muerta ni ningún elemento al interior del vaso hasta que la grasa invada toda la pista del rodamiento.

Las ruedas o garruchas deben ser lubricadas o servidas al menos una vez al año de la siguiente forma:

- Retirar el vaso de la máquina.
- Girar la maquina hasta tener acceso a las ruedas
- Con aceite industrial solamente, gotearlo en los ejes de las ruedas y en las garruchas giratorias en el canal de giro.
- Limpiar el excedente del lubricante.
- Colocar la maquina de nuevo en su posición original y montar el vaso.
- Realizar un transito de al menos 30 metros para que el lubricante actué en todo el eje.
- Situar la máquina en su lugar y colocar el freno.

ITSA	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 3 de 3
	Instrucciones de limpieza y lubricación	Código: JIC- 001

	Elaborado por: Fernando Eras G.	Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10

La traba mecánica del soporte debe ser atendida una vez cada 6 meses ó a condición, de la siguiente forma:

- Retirar el vaso de licuadora.
- Limpiar la grasa vieja, restos de alimentos u otros contaminantes de la manija de traba.
- Con aceite solamente, gotearlo sobre el cilindro de resorte y zócalo de trabamiento (en la estructura de soporte) dejar actuar hasta que comience a chorrear.
- Realizar varias pruebas hasta que el aceite lubrique toda la traba o pasador.
- Colocar el vaso en su posición original.
- Trabar totalmente el mecanismo y activar el freno.

Las bisagras del soporte en “L”, se deberían lubricar al menos una vez cada seis meses o a condición de la siguiente manera:

- Retire el vaso de la máquina.
- Con aceite solamente, gotearlo hasta que ingrese totalmente en las bisagras y lubriquen bien los pasadores.
- Colocar el vaso, y;
- Realizar pruebas pivotando varias veces el vaso

4) Firma de responsabilidad:

.....

5.5 TROUBLE SHOOTING.

	TROUBLE SHOOTING		Pág.: 1 de 2
	Localización y enmienda de fallas.		Código: FIM – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

1) Objetivo general:

Localizar y determinar una posible solución a fallas de operación o funcionamiento de la licuadora industrial.

2) Desglose:

El método de localización de fallas empleado en el siguiente diagrama, viene íntimamente ligado al Manual de Calibración, para mejor manejo de éste manual, es recomendable leer y entender perfectamente el ensamblaje y desensamblaje de la máquina.

/	POSIBLE FALLA	CORRECCIÓN O AISLAMIENTO
F R E N O	Estructura se arrastra en el piso	- Verificar el alto de ruedas
		- Comprobar si estructura de soporte no está doblada hacia el suelo (tubos).
		- Apretar el mecanismo de freno
	Freno tiende a ceder hacia el suelo y no se sostiene en "OFF"	- Comprobar juego entre freno y estructura
	- Comprobar desgaste en agujeros de pernos	
	- Cambio de pernos por dos más gruesos	
	- Cambio de regatones por 2 mas delgados	
L	Soporte en "L" vibra excesivamente	- Checar acople: correa de tensión y traba mecánica
		- Cerrar manualmente la estructura de soporte
		- Falta de lubricación y desgaste en las bisagras
		- Vaso de licuadora: no está sujeto o está muy apretado
F A L D A	Falda de protección vibra excesivamente	- Es permitida una vibración moderada
		- Verificar ajuste apropiado con el vaso
		- Checar acople en destaje para traba mecánica
		- Embutir la cara frontal para mayor rigidez

	TROUBLE SHOOTING	Pág.: 2 de 2
--	-------------------------	---------------------

	Localización y enmienda de fallas.		Código: FIM – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

/	POSIBLE FALLA	CORRECCIÓN O AISLAMIENTO
V A S O Y	Vaso de licuadora vibra excesivamente	- Verificar ajuste apropiado con el soporte en “L”
		- Checar acople de la gear box en el zócalo de base de aluminio
		- Calibrar y/o centrar alineamiento: eje motor - gear box
		- Verificar si está activado freno, y condición de sus regatones
		- Checar condición del disco de propileno (azul)
T A P A	Tapa principal no acopla bien	- Verificar la abertura de las cejas de la tapa
		- Alinear entre boquetes
		- Verificar condición: protector de filos de vaso (caucho)
		- Abrir ligeramente las cejas de acople hasta conseguir un enganche medianamente ajustado
		- Checar la forma original de abertura de vaso
M O T O R	Motor no arranca o se traba al arrancar	- Mal alineamiento entre eje motor y gear box
		- Carga muerta excesiva o muy densa
		- Alimentación energética pobre o fallida
		- Falta de lubricación y limpieza de torre portacuchillas
		- Falta técnica del motor
		- Ajuste excesivo entre vaso y soporte en “L”

3) Firma de responsabilidad:

.....

5.6 MANUAL DE LA ESTRUCTURA Y REGISTROS.

	MANUAL DE LA ESTRUCTURA.		Pág.: 1 de 4
	Modificaciones y Registros.		Código: SPS – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

1) Objetivos:

- Establecer los cambios permitidos en las partes y elementos de la licuadora industrial.
- Llevar registros de mantenimiento, registros de daños y averías de la máquina.

2) Modificaciones.

Las posibles modificaciones que pueden realizarse en la licuadora industrial, están ligadas al Manual de Calibración y de hecho al criterio del usuario. Debe tenerse en cuenta ciertos detalles donde no es posible cambiar la configuración de la máquina y otros que afectan la seguridad del usuario o del aparato.

ELEMENTO	POSIBLE MODIFICACIÓN
Ruedas o Garruchas	Es permitido cambiar la predisposición de las garruchas, es decir las giratorias al frente y las fijas atrás.
	Las garruchas traseras, sean cualesquier tipo, no deben ser mas bajas que las frontales.
	No esta permitido el empleo de ruedas totalmente de acero o hierro acerado.
	Si el usuario lo prefiere, las garruchas fijas frontales pueden ser extraídas mientras la máquina se desplace siempre dentro de un lugar plano y despejado.
Freno	No esta permitido el cambio de lado funcional del freno.
	Es posible instalar regatones más altos y de mayor fricción.
	Si se requiere, se pueden instalar arandelas de presión entre la estructura y el conjunto de freno para ambos lados.
Traba mecánica	De ser necesario puede ser cambiado el resorte de la palanca.
	No permite ningún otro cambio.
Soporte en "L"	No admite cambios estructurales ni de alineación.
	Si el usuario lo requiere, es posible extraer el disco de propileno
	No esta permitido operar la máquina sin la falda de protección.
Motor y switch	Para emplear motor de mayor potencia, el nuevo artefacto debe coincidir con la altura predeterminada para ensamblar con la gear box. No esta permitido cambiar el sentido de giro del motor.
	El switch puede cambiar de lado en otros dos agujeros predeterminados, pero siempre sujetando la falda de protección.

ITSA	MANUAL DE LA ESTRUCTURA.		Pág.: 2 de 4

	Modificaciones y Registros.		Código: SPS – 001
	Elaborado por: Fernando Eras G.		Revisión No: 1
	Aprobado por: Ing. Dag Bassantes	Fecha: 2006-04-10	Fecha: 2006-04-10.

ELEMENTO	POSIBLE MODIFICACIÓN
Estructuras de alojamiento y correa de tensión	La estructura de cabrilla puede ser doblada para ser mas baja
	Es permitido pintar la estructura de cualquier otro color que delate la mugre o restos de producto licuado
	Se puede instalar nuevos y diferentes regatos o extraerlos completamente si el usuario así lo prefiere.
	La correa de tensión puede colocarse de cualquier manera, pero no debe estar floja o acoplada por ajuste propio.
Eje de transmisión motor portacuchillas	No es permitido modificar las dimensiones del cubo de eje motor
	No es permitido modificar las dimensiones del zócalo cúbico de gear box.
	La torre portacuchillas esta restringida a cambios o modificaciones.
	El retenedor debe ser cambiado cada año ó en su defecto; a condición
Cuchillas y sección roscada	Las cuchillas siempre deben girar en sentido anti horario
	No está permitido el cambio de configuración entre cuchillas.
	Si se remplace la tuerca, ésta debe tener seguro de nylon y ser inoxidable.
Vaso y tapa de Licuadora	Las aletas rompe tornado, pueden ser extraídas (máx. 2)
	Es posible añadir 2 o más manijas por la parte exterior, herméticamente y a la misma altura de la original.
	No se restringen cambios para la tapa principal, ni modificaciones en la misma.

3) Registros.

Los registros se han clasificado principalmente en un record de mantenimiento, además de registros donde se asentarán las posibles averías y prácticas correctivas mencionadas en éste manual; u otras acciones, en definitiva los registros son:

- Registro de mantenimiento.
- Registro de prácticas correctivas.

 ITSA MECANICA	REGISTRO DE PRÁCTICAS CORRECTIVAS.	Código: SPS – 002
	Aplicación de manuales de mantenimiento para Licuadora Industrial.	Registro No.: Pág.: 4 de 4

Hoja: de

Fecha ejecución	Motivo	Prácticas realizadas	Detalles del mal funcionamiento	Novedad / observaciones
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				
/ /				

_____ Responsable

CAPÍTULO VII

OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una vez finalizado el proyecto de construcción de licuadora industrial, se obtuvo los siguientes resultados del proyecto.

7.1. OBSERVACIONES.

- Todas las partes y componentes constituyentes de la máquina, estuvieron sometidas a pruebas operacionales y sanitarias con el fin de precautelar por la salud del consumidor final.
- El 85% de toda la información técnica encontrada para efectos de éste proyecto, está disponible en el Internet.
- Los manuales de operación y mantenimiento, fueron realizados en un modelo análogo al de los manuales de aviación como por ejemplo el manual de Parámetros de funcionamiento y manipulación = Description and operation (D&O), Localización y enmienda de fallas = Fault isolation manual (FIM).
- El usuario debe conocer a fondo el funcionamiento y manipulación adecuada de la máquina, para poder explotar y mantener de mejor manera la misma.
- Se debe tomar muy en serio la tabla de restricciones de productos y los parámetros de funcionamiento para la carga muerta inicial.
- Existen varios términos inventados por el autor de este proyecto a falta de nombre caracterizado para dicho elemento.

7.2. CONCLUSIONES.

- Una vez construido el conjunto de licuadora; y realizado las pruebas de operación y funcionamiento, en base a los resultados establecidos se concluye que la máquina construida se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento.
- El estudio del funcionamiento del conjunto de licuadora industrial permitió determinar las condiciones de funcionamiento y parámetros funcionales observados para el equipo construido.
- Del estudio de los materiales utilizados en maquinaria alimenticia, permitió seleccionar el acero inoxidable austenítico tipo 304, el cual fue el material más idóneo y aquel que cumplía con las expectativas de precio, funcionabilidad, sanidad, etc.
- Los manuales de funcionamiento y manipulación de la licuadora industrial, han sido desarrollados de manera descriptiva y de fácil entendimiento para entrenar al personal que operará la máquina.
- El estudio de los diversos tipos de licuadoras industriales, permitió desarrollar el diseño de una máquina con características únicas adaptadas a los requerimientos de la cocina del Ala N° 12 de la FAE.

- Fueron realizadas pruebas de campo de funcionamiento y adaptabilidad a personas ajenas con esta máquina con el fin de comprobar la versatilidad de los manuales y óptimo funcionamiento de la misma; concluyéndose que los manuales y la licuadora son de fácil uso.

- La máquina de licuadora industrial aquí construida, es un prototipo, investigación, y construcción propia del alumno que desarrolla este proyecto, con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos en el I.T.S.A.

7.3. RECOMENDACIONES.

- La persona que utilice esta máquina deberá adiestrarse en la manipulación de la misma, leyendo toda la información establecida en los manuales.
- Ofrecer el mantenimiento a los diversos componentes, partes y accesorios de la licuadora industrial, acorde a lo descrito en los manuales de mantenimiento del presente proyecto..
- Se debe tener muy presente el detalle del centro de gravedad de la licuadora, puesto que es muy importante evitar descentrarlo para no volcar la maquinaria hacia atrás y producir daños en la misma o al personal que la utilice.
- Se recomienda utilizar debidamente los manuales y registros de la licuadora industrial, a fin de planificar el mantenimiento preventivo y/o correctivo de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA.

Bibliografía:

- www.exploratorium.edu/snacks/snackintro.html#alphalist
- www.physics.ncsu.edu/pira/demosite.html
- www.joserrago.com.col
- [www.lincoln/electrolite_weldinghouse#alphalist.](http://www.lincoln/electrolite_weldinghouse#alphalist)
- www.mundo_maquinaria.com
- www.metalurgia.com.ec
- www.mundo_industrial.com
- www.oster.com.usa
- VARIOS AUTORES. (1994) Guía del estudiante, Electromecánica Aplicada, Editorial Paraninfo.
- VARIOS AUTORES. (1989) El mundo de la Física Tomos: I,II,III,IV. Editorial Grand Tylor.
- Training Manuals. Dornier 328, turboprop. (IPC, D&O, FIM, JIC, SPS, WAB).
- M. Alonso, (1995) Física 3ª Edición. Addison-Wesley. Iberoamericana
- Marks, (1990). Manual del ingeniero Mecánico. Duodécima Edición. Cali-Carvajal.
- Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke. DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA. Sexta edición Mc. Graw Hill
- Fernando Masterix GUÍA DEL ESTUDIANTE, ELECTROMECAÁNICA APLICADA. Editorial Norma.

ANEXOS