

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO PARA LIMPIAR  
FILTROS DE ALIMENTACIÓN HIDRÁULICA,  
COMPUESTOS DE ALMA DE ALAMBRE POR MEDIO  
DE VIBRACIÓN.**

**POR:**

**ALNO. ALMEIDA CASANOVA ROBERTO FABIÁN**

**ALNO. ENRÍQUEZ CHACÓN CARLOS ALBERTO**

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2002**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. Alno. ALMEIDA CASANOVA ROBERTO FABIAN y Alno. ENRIQUEZ CHACON CARLOS ALBERTO, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS MECÁNICOS AERONÁUTICOS.

**Tlgo. ANGEL CRUZ**

**Sgto. Téc. Avc**

12 de Septiembre del 2002

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a la juventud estudiosa del centro del país. Así también a mis queridos padres, hermanos quienes voluntariamente colaboraron en la transcripción de este trabajo, ya que su apoyo incondicional, ha sido el incentivo moral para mi éxito personal y profesional.

A Dios por ser mi guía en todos mis problemas, y que con su ayuda he logrado salir adelante.

**ALNO. ALMEIDA ROBERTO**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por ser la luz y camino a lo largo de mi vida. A mis padres, los mismos que me han ayudado a terminar mis estudios y así darme el mejor regalo que puede haber recibid, la educación.

Por último a mis hermanos, por haber compartido muchas experiencias en nuestras niñez y juventud.

**ALNO. ENRIQUEZ CARLOS**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo antes que nada agradecer a Dios por permitirnos seguir en este mundo y poder saborear una meta en nuestra vidas, así como también un agradecimiento sincero a la Fuerza Aérea Ecuatoriana y dentro de esta al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, distinguida Institución que nos supo instruirnos de una manera acertada para alcanzar cada día nuevas metas con sacrificio y responsabilidad.

A nuestros padres y hermanos con su presencia llenan de alegría a nuestras vidas, familiares y amigos que de una u otra manera aportaron para la exitosa culminación de este trabajo investigativo.

**ALNO. ALMEIDA ROBERTO**

**ALNO. ENRIQUEZ CARLOS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	2
ALCANCE.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	3
 <b>CAPÍTULO I GENERALIDADES</b>	
1.1. Mecanismos.....	4
1.1.1. Introducción.....	4
1.2. Vibraciones.....	6
1.2.1. Introducción.....	6
1.2.2. Análisis de vibraciones.....	7
1.2.3. Vibración forzada por medio de fuerzas en rotación no equilibrada.....	3
1.3. Características fundamentales del equipo.....	15
1.3.1. Generalidades.....	15
1.3.2. Elementos.....	15
1.3.3. Accesorios del equipo.....	16
1.4 Tipos de filtros.....	24
1.4.1. Características.....	24
1.4.2. Elementos.....	26
1.4.3. Función de los filtros.....	29
 <b>CAPÍTULO II ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b>	
2.1. Identificación de alternativas.....	31

2.1.1	Análisis técnico.....	31
2.1.2	Primera alternativa.....	32
2.1.3	Segunda alternativa.....	34
2.1.4	Tercera alternativa.....	35
2.1.5	Cuarta alternativa.....	37
2.2.	Análisis de factibilidad.....	38
2.2.1	Primera alternativa.....	38
2.2.2	Segunda alternativa.....	39
2.2.3	Tercera alternativa.....	40
2.2.4	Cuarta alternativa.....	40
2.3.	Selección de la mejor alternativa.....	41
2.3.1	Parámetros de evaluación.....	41
2.4.	Evaluación de parámetros.....	44
2.4.1	Alternativa seleccionada con relación a la tabla de parámetros.....	45

### **CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN**

3.1.	Descripción del equipo.....	47
3.2.	Análisis de los elementos de la máquina seleccionada.....	48
3.2.1	Cálculo de las rpm.....	48
3.2.2	Cálculo para determinar la banda de transmisión.....	51
3.2.3	Cálculo para determinar las excéntricas.....	53
3.2.4	Cálculo para seleccionar la plancha superior.....	56
3.2.5	Cálculo para determinar el eje.....	57
3.2.6	Selección de la base de la estructura superior.....	59
3.3.	Análisis del equipo y sus elementos.....	60
3.4.	Diagrama de procesos.....	63

3.4.1. Diagrama de proceso de construcción de la base.....	63
3.4.2. Diagrama de proceso de construcción de la estructura superior.....	64
3.4.3. Diagrama de proceso de construcción de la plancha.....	65
3.4.4. Diagrama de proceso de construcción del eje.....	66
3.4.5. Diagrama de proceso de construcción de las excéntricas.....	67
3.4.6. Diagrama de proceso de construcción de la polea del motor.....	68
3.4.7. Diagrama de proceso de construcción de la polea del eje.....	69
3.5. Diagramas de ensamble.....	70
3.5.1. Diagrama de ensamble de la base.....	70
3.5.2. Diagrama de ensamble de la estructura superior.....	70
3.5.3. Diagrama de ensamble de la plancha.....	71
3.5.4. Diagrama de ensamble del motor.....	71
3.5.5. Diagrama de ensamble de los mecanismos de la plancha.....	72
3.5.6. Diagramas de ensamble final.....	73
3.6. Operatividad de la máquina.....	73
3.6.1. Prueba de funcionamiento de los elementos.....	74

## **CAPÍTULO IV ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS**

4.1. Manual de operación.....	77
4.2. Manual de mantenimiento.....	80

## **CAPÍTULO V ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS**

5.1. Diagrama esquemático del equipo.....	82
5.2. Diagrama de instalación del equipo.....	83
5.3. Precauciones y normas de seguridad.....	84

## **CAPÍTULO VI ANÁLISIS ECONÓMICO**

6.1. Presupuesto.....	86
6.2. Análisis económico.....	86
6.2.1. Análisis económico financiero.....	86
6.3. Comparación con otra máquina existente en el mercado.....	91

## **CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1. Conclusiones.....	92
7.2 Recomendaciones.....	93

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## **PLANOS**

## RESUMEN

Para optimizar los laboratorios de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico nos llena de satisfacción poder ayudar con la implementación de un mecanismo para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración, el mismo que tiene mucha importancia en el campo aeronáutico.

Para la construcción de este tipo fue necesario tomar en cuenta cuatro alternativas de construcción: una maquina vibradora hidráulica, una maquina vibradora electromecánica, una maquina vibradora electromagnética y una maquina vibradora por medio de excéntricas conectados a un eje motriz.

Este equipo esta formado por un motor eléctrico, un eje con sus respectivas excéntricas, dos poleas, soportes para la ubicación de los cauchos, chumaceras, rodamientos como soportes, la cual facilitará el movimiento del eje y un sistema de transmisión por medio de una banda, la cual recibe el movimiento del motor hacia un conjunto de mecanismos que se encuentran ubicados en la parte inferior de la plancha vibratoria de la maquina.

Cada elemento que consta en este equipo de limpieza de filtros es de diseño propio.

## **INTRODUCCIÓN**

### **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.**

En vista de observar el modo de trabajo en la limpieza de filtros hidráulicos se ha visto necesario mejorarlo, optando por crear una máquina para limpiar dichos filtros por medio de vibración.

### **OBJETIVOS:**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir con la institución a la implementación y avance tecnológico de sus talleres mediante la construcción de un mecanismo para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración, con fines de instrucción para los alumnos del ITSA.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ayudar a poner en practica los conocimientos adquiridos en nuestra formación.
- Realizar un análisis de elementos que comprende la máquina.
- Realizar el levantamiento de planos de construcción general.
- Construir los elementos de la máquina.
- Construir la máquina para el proceso practico.
- Realizar el montaje de las partes.
- Realizar pruebas de operación.
- Verificar la eficiencia y funcionamiento.

- Realizar un manual de operaciones y mantenimiento

## **ALCANCE**

Con la construcción de este sistema podemos lograr que los alumnos del ITSA puedan obtener un nivel de conocimientos a fin de lograr mayor desarrollo y capacidad técnica de operatividad lo cual permitirá obtener mejores beneficios, además se dispondrá de un sistema óptimo de instrucción a todos los que lo requieran y puedan realizar el trabajo y poner en practica con sus habilidades de acuerdo a lo impartido en las aulas adquiriendo experiencia a nivel profesional.

## **JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto consiste en construir un mecanismo para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración mediante la implementación de un equipo en el laboratorio de mecánica con la finalidad de cimentar los conocimientos recibidos teóricamente en la materia de Vibraciones.

Además será de gran utilidad en el proceso práctico en los laboratorios pues facilitara el trabajo de una manera satisfactoria y segura para ayudar en el proceso de enseñanza aprendizaje, técnico-científico. La elaboración de este sistema pone en practica algunos de los conocimientos adquiridos a través de los niveles de estudio realizados, a fin de brindar el beneficio para el cual fue creado.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. MECANISMOS.

#### 1.1.1. INTRODUCCIÓN.

Es la ciencia que estudia la relación entre la geometría y los movimientos de las piezas de una máquina o un mecanismo, y las fuerzas que generan tales movimientos.

Un mecanismo es la combinación de ciertos elementos o cuerpos que se conectan por medio de articulaciones móviles para formar un circuito cerrado con un eslabón fijo, (una Retro excavadora, un brazo mecánico robot, un brazo humano), cuyo propósito es transformar el movimiento de manera que sus elementos presten determinadas características para realizar el movimiento requerido.

La ciencia de los mecanismos se divide en dos, el Análisis y la Síntesis. El **Análisis** es una evaluación de un mecanismo existente o propuesto para determinar los parámetros de diseño y resistencia de sus respectivos elementos, además evalúa el movimiento, posición, velocidad, aceleración, fuerzas estáticas y fuerzas dinámicas.

**Posición y movimiento** son importantes si el mecanismo ha de cumplir un propósito previsto o si el mecanismo deberá moverse en un espacio limitado. Velocidad es importante por cuanto esta afecta el rozamiento, el desgaste, el impacto, la aceleración. **Aceleración** es de interés por las fuerzas que dan lugar en las piezas de los mecanismos. **Fuerzas estáticas** son importantes en los mecanismos que se desplazan

lentamente, rápidamente o cuando el mecanismo se mueve con velocidad constante.

**Fuerzas Dinámicas** son importantes en los mecanismos que se mueven a alta velocidad por ejemplo motores de combustión interna, máquinas herramientas, maquinaria textil.

**La síntesis** es cuando se ha dado un requerimiento o unas exigencias de movimiento, en la que debemos generar el mecanismo, es decir la síntesis es un proceso creativo mientras que el análisis evalúa.

Una máquina es la combinación de cuerpos resistentes en los cuales la energía de ciertas sustancia ( vapor, agua, combustible) o energía eléctrica, se convierten en energía mecánica, que es empleada para la realización de un trabajo útil. Existen ciertos elementos que forman los sistemas mecánico, existen los siguientes tipos de barras:

**Cuerpos sólidos rígido:** ejemplos: levas, ruedas dentadas, cables, manivelas, palancas.

**Cuerpos sólidos uní rígido:** ejemplos: correas, cables, bandas, cadenas.

**Elementos no mecánicos:** ejemplo: agua, aceite, campos magnéticos y vibratorios.

Es decir si el movimiento entre dos barras se transmiten mediante un electroimán, las líneas de fuerza se consideran como una tercera barra. Los mecanismos se clasifican en mecanismos planos, mecanismos esféricos y mecanismos espaciales.

**Mecanismo plano** es aquel en que todos los puntos de los eslabones describen curvas planas en el espacio y todas estas se encuentran en planos paralelos. La mayoría de los mecanismos son de este tipo puesto que el diseño y el análisis son más fáciles.

**Mecanismo esférico** es aquel en el que cada punto del eslabón describe una curva contenida en una superficie esférica y las superficies esféricas definidas por varios puntos son concéntricas.

**Mecanismo espacial** son aquellos que no incluyen ningún tipo de restricción en los movimientos relativos de las partículas, por ejemplo: El mecanismo del control del paso de las hélices de un helicóptero. Los pantógrafos de los tomacorrientes de los trenes eléctricos. La suspensión delantera de un automóvil.

## **1.2. VIBRACIONES.**

### **1.2.1 INTRODUCCIÓN.**

La vibración se define como un movimiento oscilatorio. En el campo industrial existe una gran cantidad de fenómenos y problemas vibratorios, los cuales se deben considerar para análisis y diseño de máquinas. A fin de diseñar sistemas vibratorios en base a modelos matemáticos debe considerarse los tipos de vibración en base a las causas que las provocan.

Se puede clasificar a la vibración de varias maneras. Una vibración libre ocurre sin la aplicación de fuerzas exteriores. Las vibraciones forzadas pueden ser periódicas, aperiódicas o aleatorias. El movimiento periódico simplemente se repite a sí mismo en intervalos de tiempo regulares. En el movimiento aperiódico o aceleratorio, no existen intervalos regulares.

Tanto las vibraciones libres como las vibraciones forzadas pueden ser amortiguadas. Las vibraciones se clasifican también por el número de grados de libertad del movimiento. El número de grados de libertad corresponde al número de coordenadas independientes que es necesario para describir el movimiento por completo.

## **1.2.2. ANÁLISIS DE VIBRACIONES.**

### **VIBRACIONES LIBRES.**

En un sistema elástico tal como una viga cargada, un eje sometido a presión o un resorte deformado, son movido de su posición de equilibrio por un impacto o por la repentina aplicación y retiro de una fuerza adicional, las fuerzas elásticas de la pieza cuya posición a sido perturbada no estará ya en equilibrio con la carga, y se producirán vibraciones. Generalmente un sistema elástico puede vibrar de diversos modos.

Por ejemplo, una cuerda o viga puede tomar distintas formas al vibrar, lo cual depende el número de nodos que divide la longitud de la pieza. En los casos mas simples es posible determinar por medio de una sola coordenada la configuración del sistema vibratorio. Estos sistemas se llaman sistemas de un grado de libertad.

Si la disposición del conjunto es tal que solo puede ocurrir desplazamientos verticales del peso  $W$  y de la masa del resorte sea pequeña en comparación con la del peso  $W$  puede estimarse que el sistema tenga un solo grado de libertad. La configuración quedara completamente determinada por el desplazamiento vertical del peso.

Mediante un impulso o una aplicación y retiro repentino de una fuerza externa, es posible producir vibraciones en el sistema. Las vibraciones que son sostenidas únicamente por la fuerza elástica del resorte se llaman vibraciones libres o naturales.

**La Constante del Resorte (k)**, el símbolo que denota la carga necesaria para producir un alargamiento unitario del resorte. Esta cantidad se llama la constante del resorte. Si se mide en Kilogramos fuerza y el alargamiento en centímetros.

La constante del resorte se obtendrá en Kilogramos fuerza / centímetros. La desviación o deflexión estática del resorte, bajo la acción del peso  $W$ , será ( fig1.1. b):

$$W = K \cdot \delta \tag{1.1}$$

$$\delta = \frac{W}{K} \tag{1.2}$$

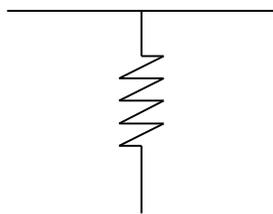


Fig.(1.1.a)

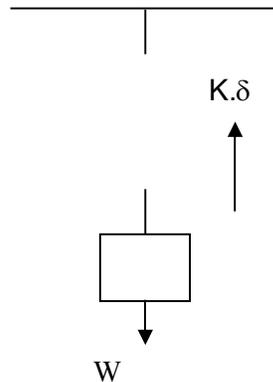


Fig.(1.1.b)

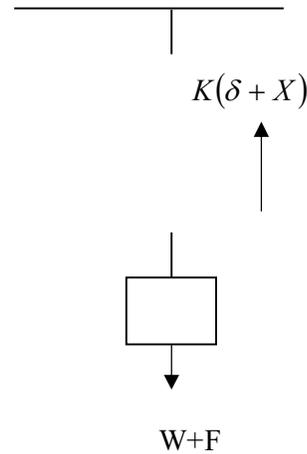


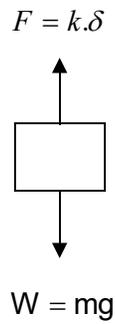
Fig.(1.1.c)

**Figura 1.1 Vaivén del resorte**

**La fuerza de tracción del resorte**, llamando  $x$  al desplazamiento vertical, desde su posición de equilibrio, del peso en vibración y considerando como positivo este desplazamiento cuando se efectúa en sentido descendente, la expresión de la fuerza de tracción del resorte, correspondiente a cualquier posición es ( fig1.1. c):

$$F = W + k.x = k(\delta + x) \quad (1.3)$$

### Análisis Estático

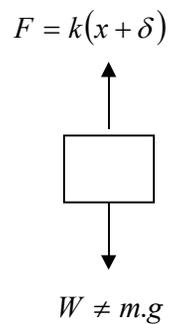


$$\sum F_y = 0$$

$$F = W$$

$$k.\delta = m.g \quad (1.4)$$

### Análisis Dinámico.



$$\begin{aligned} \sum Fy &= m \cdot \ddot{x} \\ -k(x + \delta) + W &= m \cdot \ddot{x} \\ -kx - k\delta + W &= m \ddot{x} \\ m \ddot{x} + kx &= 0 \\ \ddot{x} + \frac{k}{m}x &= 0 \end{aligned} \tag{1.5}$$

Donde:

**La frecuencia natural ( $\omega_n$ ) es:**

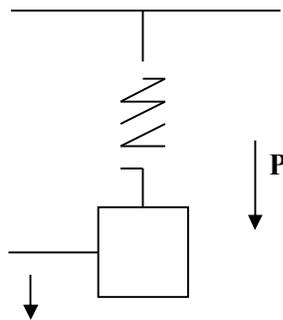
$$\begin{aligned} \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}} \\ \frac{k}{m} &= \omega_n^2 \end{aligned} \tag{1.6}$$

### **VIBRACIONES FORZADAS.**

Las vibraciones forzadas son consideradas ahora el caso en que además de la fuerza de gravedad y del resorte. Los sistemas que están expuestos a fuerzas externas e internas. Si estos sistemas poseen masa resorte y elasticidad, entonces las fuerzas causan la excitación del sistema y si estas después del tiempo  $t = 0$  permanecen sobre los sistemas, estos se denomina sistemas forzadas y la respuesta de estos a esta excitación se denomina vibración forzada. Las fuerzas que causan el movimiento del sistema

pueden ser armónicas, periódicas, no armónicas, a periódicas, de impacto y de naturaleza irregular. Los sistemas entonces responderán a estas excitaciones de acuerdo a la naturaleza de las mismas; es decir, el movimiento será periódico armónico, periódico no armónico, periódico, de gran amplitud y de corta duración y de naturaleza irregular respectivamente.

Las fuerzas periódicas armónicas se puede tener de amplitud constante independiente de la frecuencia y de amplitud dependiente de la frecuencia de excitación, la oscilación de estos sistemas tendrá a vibrar con la misma frecuencia de excitación, para el análisis de los sistemas que responden la excitación habrá dos tipos de soluciones, la solución transitoria que es la que se desvanece con el tiempo y la respuesta a un movimiento vibratorio libre y la solución particular al estado estable que es la que permanece indeterminadamente hasta que se suspenda la excitación.



#### **Análisis Estática**

$$-kd + mg = 0$$

$$kd = mg = W$$

## Análisis Dinámica

$$P + mg - k(d + x) = m\ddot{x}$$

$$P + mg - kd - kx = m\ddot{x}$$

$$P = m\ddot{x} + kx$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = \frac{p}{m} \quad \text{Ecuación de vibración libre} \quad (1.7)$$

## Periódica Armónica.

$$P = P_o \cdot \text{sen}Wt$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = \frac{P_o}{m} \text{sen}Wt$$

$$x = \frac{A \cos Wnt + B \text{sen}Wnt}{\text{Estado transitorio}} + \frac{P_o}{m(Wn^2 - Lo^2)} \text{sen}Wt$$

Estado estable

$$x = \frac{P_o}{m(Wn^2 - W^2)} \text{sen}Wt \quad (1.8)$$

Esta es similar al desplazamiento armónico  $x = X \text{sen}Wt$  en donde el desplazamiento máximo.

$$X = \frac{P_o}{m(Wn^2 - W^2)} \quad (1.9)$$

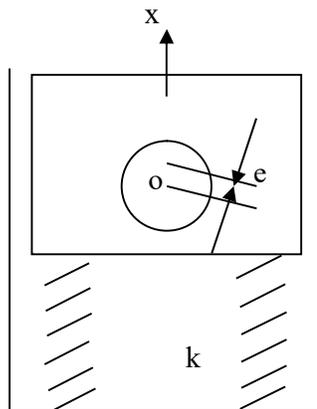
Las funciones farsantes que varían armónicamente, causan un desplazamiento armónicamente variable, estando relacionado con el valor máximo de la fuerza,  $P_0$  con el valor máximo de desplazamiento  $X$ .

$$k = Wn^2 m$$

$$\frac{x}{F_1/k} = \frac{1}{\left(1 - \frac{W^2}{Wn^2}\right)} \quad (1.10)$$

**1.2.3. VIBRACIÓN FORZADA CAUSADA POR FUERZAS EN ROTACIÓN NO EQUILIBRADAS,  $P(t)$ .  $P(t) = m_0 w^2 e \sin wt$**

Una fuente obvia de vibración forzada, la constituye el desequilibrio de partes en rotación. Si el centro de gravedad de una masa  $m$  no equilibrada tiene una excentricidad radial a partir del eje geométrico de rotación,  $e$ , la fuerza aplicada en la Fig. 1.2.es:



**Figura 1.2 Vibración forzada por fuerza en rotación**

$$P(t) = mw^2e * \text{sen}wt \quad (1.11)$$

Desplazamiento  $x$  es una función no solo de la excentricidad, si no también de la relación de masas  $m_o / m$ , en donde  $m$  es toda la masa soportada por el sistema elástico, incluyendo la masa rotativa no equilibrada,  $m_o$ . Entonces en la figura se muestra una masa no equilibrada  $m_o$  girando alrededor de un eje geométrico en  $O$ . Toda la masa  $m$ , que incluye al rotor esta restringida a moverse en solo una dirección. Se ignora el movimiento lateral si este se halla presente, podría considerarse del mismo modo que el movimiento vertical pero esto añadiría otro grado de libertad.

Sustituyendo la fuerza no equilibrada  $m_o w^2 e$  por  $P_1$ , el desplazamiento de estado estable se torna:

$$x = \frac{m_o w^2 e}{m(w_o^2 - w^2)} \text{sen}wt \quad (1.12)$$

redisponiendo términos, se puede expresar el desplazamiento máximo  $X$ , como:

$$x = \frac{m_o w^2 e}{m(w_o^2 - w^2)} \quad (1.13)$$

$$\frac{mX}{m_o e} = \frac{\frac{w^2}{w_o^2}}{\left(1 - \frac{w^2}{w_o^2}\right)} \quad (1.14)$$

### **1.3. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL EQUIPO.**

#### **1.3.1. GENERALIDADES.**

La máquina limpiadora para filtros hidráulicos es una máquina vibratoria, la cual debe tener ciertas características en la que sus elementos que conforman la máquina deben ser los adecuados, es decir la potencia del motor eléctrico será de acuerdo a los parámetros necesarios para ofrecer movimiento adecuado. Además deberá ser elaborada de ciertos materiales rígidos como también con materiales flexibles, y de alta resistencia en dicho material.

Los sistemas principales del tablero de vibración son elementos que serán contruidos mediante el análisis lo cual nos permitirá elaborar el equipo adecuado. Además el equipo de vibración estará constituida por medio de resortes de compresión, el cual ofrecerá resistencia a un esfuerzo perpendicular para concentrar todo el movimiento vibratorios será de acuerdo a los parámetros necesarios para ofrecer movimiento adecuado., y así nos permitirá obtener un movimiento vibratorio eficaz para la limpieza del respectivo filtro a utilizar, la misma que será muy importante dentro de aviación, y todas las aeronaves están contruidas por sistemas hidráulicos.

#### **1.3.2. ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO DE LIMPIEZA PARA FILTROS HIDRÁULICOS POR MEDIO DE VIBRACIÓN.**

Los elementos para la construcción de una máquina vibratoria, llamada también mesa vibratoria, la cual consta de un motor eléctrico de 110 voltios de corriente alterna que a su vez pueden ser de diferentes tipos, como también la utilización de resortes

según al análisis requerido para la construcción, una estructura inferior elaborada en estructura de acero, así mismo el tablero de vibración de acuerdo al esfuerzo de vibración con un material sumamente resistente. Además poleas, un eje y excéntricas que serán elaboradas mediante los cálculos matemáticos para obtener un conjunto de vibración que conjuntamente con los demás elementos que puede tener dicho equipo para la limpieza de filtros hidráulicos tipo malla.

## 1.2. ACCESORIOS DEL EQUIPO.

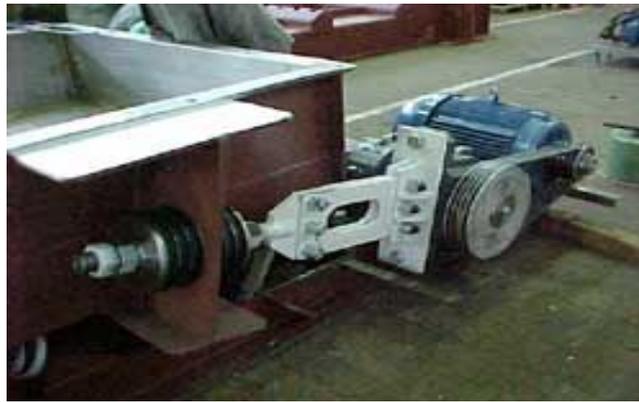
Como accesorios que puede tener es la implantación de otros elementos, la cual puede obtener las mismas características de funcionamiento para la limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre. Estos elementos que se dan a conocer son los elementos o accionadores vibratorios que se dividen de acuerdo a su utilización.

**Vibradores electromecánicos.-** Son motores eléctricos desbalanceados, regulables en la parada por posicionamiento de los excéntrico, o durante el funcionamiento a través de inversores de frecuencia transistorizados, en la que podemos ver un accionamiento vibratorio, en la que su funcionamiento comprende desde 500 hasta 3500 VPM.



**Figura 1.3 Vibrador electromecánico**

**Resonantes.-** Estos resonantes van desde 470 hasta 720 VPM, son accionamientos que están compuestos por medio de biela-manivela , los mismos que son conjuntos compuestos por medio de ejes excéntricos, que a su vez mueven las bielas que están conectadas a los carriles transportadores. Estos motores pueden ser eléctricos neumáticos o hidráulicos.



**Figura 1.4 Vibrador por medio de biela-manivela**

**Vibradores de pistón neumáticos.-** Se utiliza para el diseño de trabajo pesado, adecuado para maquinado de precisión y construcción sellada, Sin resortes internos, debido a su único pistón de doble diámetro.



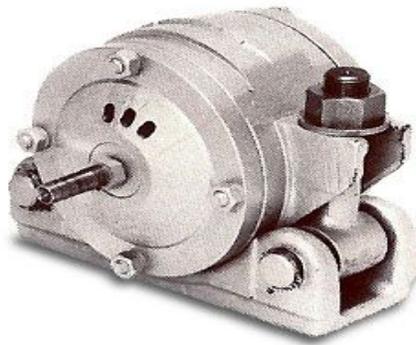
**Figura 1.5 Vibrador de pistón neumático.**

**Vibradores eléctricos rotatorios.-** Este tipo de vibrador eléctrico rotativo es ideal para tolvas y compartimientos, por lo que son los vibradores más silenciosos del mercado, además son de alta calidad.



**Figura 1.6 Vibrador eléctrico rotativo.**

**Vibradores de aire rotatorios.-** Este tipo de vibrador de aire rotativo se utiliza para formas de concreto y grandes tolvas y compartimientos, la cual es sumamente ligera para su capacidad, además son de alta frecuencia y/o alta fuerza.



**Figura 1.7 Vibrador de aire rotatorio.**

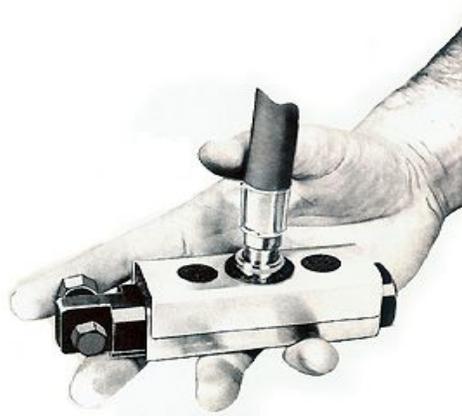
**Vibradores electromagnéticos.-** Este tipo de vibradores electromagnéticos se utiliza para la construcción o elaboración de ciertas máquinas según el objetivo planteado por

el fabricante. Además este tipo de vibrador es completamente cerrado y sus operaciones son continuas de 110/ 1 / 60.



**Figura 1.8 Vibrador electromagnético.**

**Vibrador Sep-** Diseñado para tolvas pequeñas y toboganes, así como también para muchas aplicaciones en fundiciones. Posee un poderoso estilo de impacto metálico con cinco tamaños y cinco tipos de montura.



**Figura 1.9 Vibrador Sep.**

**Vibradores Sam.-** Este tipo de vibrador es ideal para tolvas pequeñas, toboganes y rieles, además el diseño de este vibrador es silencioso, compuesto por un cojín de aire. Este tipo de vibrador es equipado con un múltiple de escape y un silenciador.



**Figura 1.10 Vibrador Sam.**

**Vibrador Vj.-** Este tipo de vibrador consta de una mesa de avance lento la cual su carga dispone hasta 10 Lb. Además este tipo de vibrador realiza una operación de 110/1/60 y su amplitud es variable.



**Figura 1.11 Vibrador Vj.**

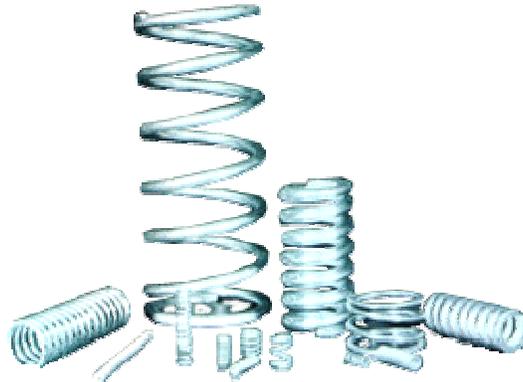
**Vibrador Vp.-** Es una mesa empacadora eléctrica o neumática con una amplitud ajustable y que resiste una carga de hasta 200lbs.



**Figura 1.12 Vibrador Vp.**

### **TIPOS DE RESORTES.**

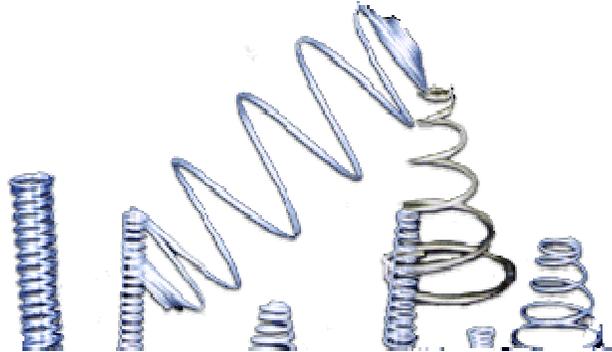
**Resortes compresión.-** Un resorte de compresión es aquel que teniendo espacio libre entre espiras ofrece resistencia a un esfuerzo perpendicular al eje que lo soporta. Estos resortes son principalmente constantes en su diámetro, pero existen ciertas variaciones como: Resortes cónicos, de barril ó combinaciones entre los tres que mejoren su función.



**Figura 1.13 Resortes compresión.**

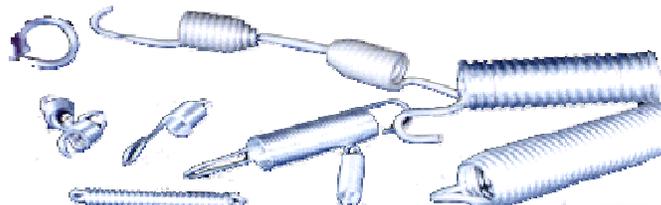
**Resortes de tensión.-** Los resortes de tensión son los que absorben energía ofreciendo una resistencia al estirar. Sus terminales son necesarias para sostenerlos al agente que

ejerce la fuerza. Estos extremos son tan variados como el método de sujeción al lugar donde trabajan.



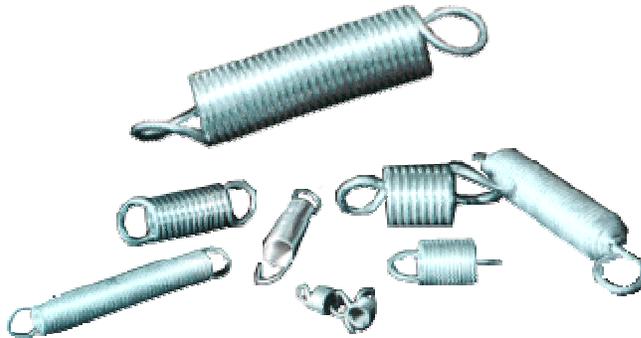
**Figura 1.14 Resortes de tensión.**

**Resortes de torsión.-** Los resortes de torsión son llamados así al soportar por medio de los extremos, un momento de flexión o torsión, generalmente en dirección contraria a su enrollado. Algunos tipos especiales de resortes de torsión son los que para disminuir la fricción tienen un espacio entre espiras como los de compresión. También son especiales los de doble torsión que son dos enrollados unidos, un brazo derecho y uno izquierdo que hace que trabajen paralelamente.



**Figura 1.15 Resortes de torsión**

**Resortes en formas de alambre.-** Las formas de alambre tienen usos variables y son fabricadas de acuerdo a dibujos y especificaciones.



**Figura 1.16** Resortes en formas de alambre

**Resortes de troquel.-** Los resortes de troquel principalmente se distinguen por estar hechos de material rectangular o cuadrado y no circular como en los anteriores. También son sometidos a trabajos muy pesados y por eso están clasificados para su fácil identificación en colores: - VERDE para carga extra pesada - DORADO para carga pesada - ROJO para carga mediana pesada y AZUL para carga mediana.



**Figura 1.17** Resortes de troquel.

## **1.4. TIPOS DE FILTROS.**

### **1.4.1 CARACTERÍSTICAS.**

La suciedad de los sistemas hidráulicos se debe a cierto número de materias sólidas cuyos tamaños oscilan desde menos de una micra hasta más de cien micras. Una micra son ( 0.000001 metros ), donde las partículas cuyo tamaño es menor que 40 a 50 micras ( 0.0015 o 0.002 pulgadas) no suele ser visible a simple vista.

Es fácil la extracción de partículas cuyo tamaño se allá por encima de las 10 micras. Así mismo, la mayor parte de partículas se hallan por encima de 5 y 100 micras pueden extraerse con relativa facilidad, pero las partículas inferiores a 5 micras presentan ya considerables dificultades y normalmente el problema que supone la extracción de partículas con tamaños inferiores a 2 micras es ya de solución verdaderamente difícil. El hecho de que la extracción de partículas cada vez más finas ofrezcan mayores dificultades y rastros más elevados.

El rendimiento de un filtro depende del tamaño de las partículas y de la concentración de las mismas en el fluido. Las características de los filtros suelen presentarse en forma nominal o absoluta y darse en micras. Todavía no se ha establecido definiciones normalizadas para las características nominales y por lo mismo estas presentan definiciones diferentes en sus distintas utilidades. Por ejemplo de acuerdo con las especificaciones militares un filtro de 10 micras es aquel que es capaz de extraer el 98 % en su peso de todas las partículas superiores a 10 micras, de una materia contaminante estándar, para una concentración dada. Otras definiciones se basa en los distintos porcentajes de contaminación, tales como trozos de vidrio y polvo.

Tales definiciones no son completamente satisfactorias, ya que no se especifica en forma concreta cual es el máximo tamaño de partícula que puede pasar a través de un filtro que muchas veces puede ser de 10 a 20 veces el valor correspondiente a la característica nominal. Además, dos filtros, con la mismas características puede manifestar un comportamiento muy dispar cuando se hallan sometidos a contaminantes diferentes formas y en distintas concentraciones.

El tamaño de filtrado viene dictado por el tipo de equipo o aparato que es necesario proteger. No tiene objeto utilizar un filtro fino cuando resulte completamente adecuado uno con mayor tamaño de partícula y que además permitirá un flujo mayor y tendrá la adecuada capacidad de eliminación de suciedad el grado óptimo de filtrado preciso en un sistema hidráulico dado suele determinarse por tanteo, siendo bastante difícil establecer recomendaciones en una forma suficientemente concreta.

La mayoría de los sistemas hidráulicos que funcionan con presiones inferiores a 140 Kp/cm<sup>2</sup> , parecen ser capaces de tolerar partículas de orden de 25 a 50 micras, muchos sistemas trabajan con una simple tela metálica de una trama de 125 micras (0.005 pulg.) .Sin embargo en estos casos hay que tomar precauciones para tener una perfecta limpieza del sistema y evitar la entrada de polvo. En algunos sistemas se presentan algunas problemas cuando no se puede evitar la entrada de la suciedad dentro del sistema, quizás debido a la existencia de conducciones de drenaje abiertas al exterior o a una atmósfera sucia suelen utilizar valores de 10 a 15 micras, los cuales pueden parecer ser muy adecuados en la mayoría de los sistemas de presiones medias. Componentes tales como servo válvulas, que suelen utilizarse en maquinas herramientas, válvulas de regulación de flujo, requieren una protección mas fina.

Las características de filtrado de los sistemas sin auto regulación también se puede referir a la presión. Por ejemplo para presiones inferiores a 70 Kp/cm<sup>2</sup>, basta con utilizar un filtro de aspiración con una trama de 80 a 90 micras es decir 0.005 pulgadas, mientras que para 350Kp/cm<sup>2</sup> se precisa un filtrado que permita la extracción de partículas de 10 micras.



**Figura 1.18 Tipos de filtros**

#### **1.4.2. ELEMENTOS.**

En un sistema de filtración existe gran variedad de elementos. Dependiendo mucho de las características del flujo, ya que esta determinan el volumen de la unidad filtrante para un velocidad de flujo dada, tomando en cuenta los diferentes tipos de filtros. Los elementos cuyas características se citan en la tabla 1.1 (anexos), presentando como mínimo una variación triple en la capacidad de flujo, para cualquier tamaño de partícula dado. Sin embargo, a veces, el comprar elementos sobre esta base da resultados un poco desconcertantes, ya que en algunos tipos se puede obtener una mayor área efectivos para un volumen determinado, es decir:

**Los elementos de papel:** suelen plegarse para incrementar su área efectiva unas 10 a 15 veces, donde este elemento filtrante de papel sea contaminado por suciedad, simplemente se extrae este papel filtrante, sustituyendo por otro nuevo. El tamaño mínimo de partícula oscilan en un tamaño nominal de 2 micras hasta un tamaño absoluto de 20 micras. Su capacidad de flujo es baja, en cambio su resistencia mecánica es alta.

**Los discos de metal sintetizado:** estos discos de metal sintetizado pueden soldarse, en forma de fuelles, para incrementar el área en un valor similar. El tamaño absoluto de partícula es de 0.001 pulgadas. Su capacidad de flujo es alta, a si mismo la resistencia mecánica es alta. Se utilizan en los filtros de superficie.

**Tela metálica:** esta tela metálica a veces también se puede quintuplicar su superficie efectiva, obteniendo el tamaño mínimo de partícula de 2micras en tamaño nominal y 10 micra en tamaño absoluto. Su capacidad de flujo es media, a si mismo su resistencia mecánica es alta.

**Papel impregnado de plástico:** es un elemento que se utilizan en un filtro obteniendo un tamaño de partícula, comprendiendo un tamaño nominal de 2 micras, y un tamaño absoluto de 20 micras. Además su capacidad de flujo es muy baja, en la que su resistencia mecánica es baja. Este papel impregnado de plástico se utiliza en los filtros de superficie.

**Cintas de papel impregnado de plástico:** estas cintas de papel tienen un tamaño de partícula, con un tamaño nominal de 0.001- 0.002 pulgadas y un tamaño absoluto de

0.005 pulgadas. Su capacidad de flujo es media y su resistencia mecánica es media. Estos elementos se utilizan en los filtros de superficie.

**Polvo sintetizado:** este elemento se utilizan en filtros principalmente de superficie, su costo es alto, obteniendo un tamaño de partícula de 2 micra en tamaño nominal y 10 micras en tamaño absoluto. Su capacidad de flujo es baja. Además su resistencia mecánica es alta.

**Filtro en bloque:** es un elemento que se utilizan en filtros de profundidad, obteniendo un costo alto. El tamaño nominal mínimo de partícula oscila entre 20 a 25 micras. Su capacidad de flujo es media, así mismo su resistencia mecánica es alta. Su uniformidad de filtración es muy baja, y su costo es bajo.



**Figura 1.19 Filtros tipo malla**

### **1.4.3. FUNCIÓN DE LOS FILTROS.**

La función de los filtros consiste en mantener todo el aceite del sistema en un adecuado grado de limpieza. El elemento que ejecuta la filtración es el filtro, que debe

estar situado en una posición conveniente dentro del circuito. Es conveniente que este método no proporcione una protección al 100 por ciento para cada uno de los componentes individual áspero, en condiciones normales, permite obtenerlas en un nivel adecuado, siempre que hayan adoptado las precauciones necesarias para evitar introducciones repentinas de suciedad dentro de un sistema.

Evidentemente, si se alimenta cualquier punto del sistema mediante aceite sucio, todos los componentes situados aguas arriba del filtro sufrirán las consecuencias, y a menos que el filtro se coloque en la conducción principal, es posible que el aceite sucio circule muchas veces antes de que pueda extraerse la suciedad. Sin embargo, si la suciedad se acumula poco a poco, el método es satisfactorio y tiene la ventaja de describir una considerable libertad en cuanto a la elección de la ubicación adecuada para el filtro.

El filtro debe ser capaz de dar paso a la totalidad del flujo. Otro sistema puede consistir en colocar el filtro en aquel punto del circuito por el que solamente pasa una parte de ese flujo. Si el filtro se coloca en el conducto principal de retorno, el dispositivo no se halla entonces sujeto a la presión total del sistema.

La localización óptima para un filtro depende evidentemente del tipo de sistema y de su complejidad, de la velocidad de formación del agente contaminante dentro del sistema y también, en cierto grado del espacio disponible. Cuando se utilizan sistemas de filtración distintos al que abarca al fluido total, es necesario asegurarse de que el filtro sea capaz de extraer la suciedad y la contaminación por lo menos con la misma rapidez con que esta se desarrolla. No es posible dar normas precisas y concretas, pero

es recomendable que los filtros en derivación tengan una capacidad suficiente para filtrar el equivalente de todo el fluido hidráulico del sistema en un determinado periodo.

Otro enfoque que se puede dar al problema de la suciedad es el de proteger aquellos equipos que constan de unidades particularmente vulnerables por medio de la colocación de un filtro de flujo total. De características adecuadas, situado en la conducción de aspiración de dicho equipo o unidad. Esto es lo que se suele o debe hacerse en aquellos casos en que los componentes solo funcionaran en forma satisfactoria cuando se les suministre aceite limpio.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

Para realizar el trabajo de limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre se tiene como las siguientes alternativas:

- Máquina vibradora electro-hidráulica.
- Máquina vibradora electro-mecánica.
- Máquina vibradora electro-magnética.
- Máquina vibradora por medio de un eje con excéntricas.

##### **2.1.1. ANÁLISIS TÉCNICO.**

Para la realización de la máquina para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración se realizara un análisis técnico de cada una de las máquinas expuestas como alternativas de construcción aumentando de esta manera la capacidad de captación del presente tema, así como también se realiza los diferentes tipos de materiales a utilizarse considerando además el factor económico de los mismos

## **2.1.2. PRIMERA ALTERNATIVA**

### **MÁQUINA VIBRADORA ELECTRO-HIDRÁULICA**

Debido al creciente interés en los efectos producidos por vibraciones, es cada vez mayor la demanda de vibradores potentes, que a su vez se prestan a la utilización de sistemas de control y programación más precisos, la misma que realiza trabajos de limpieza de filtros hidráulicos de tipo malla, lo cual puede ser de diferentes tamaños.

Estos vibradores son accionados de acuerdo con un programa grabado en una cinta magnética, con la cual es posible reproducir una auténtica prueba. Este programa puede irse repitiendo hasta que uno de los componentes falle. Este vibrador tipo Dowty-Rotol, proporciona empujes que van desde los 680 Kg. hasta los 45000 Kg. (1500 a 100000 libras), según su tamaño.

Tiene unas amplitudes normalizadas entre 1.9cm a 2.54cm (0.75pulg. a 1pulg.). El sistema de control de éste vibrador es sumamente sencillo porque permite variar la amplitud y la frecuencia. Este vibrador posee un pistón de doble vástago fijo que contiene los conductos de paso del aceite. Consta también de un cilindro que es el encargado de soportar la carga y se halla sustentado por cojinetes, generosamente dimensionados, que pueden lubricarse a presión en aquellos casos en que tengan que resistir cargas laterales.

Directamente unida al bloque, se monta una servo-válvula Dowty-Moog, mientras que la posición del cilindro se readmite mediante un transductor de inducción

ubicado dentro el cilindro. La energía se obtiene de una fuente de alimentación independiente.

La servo-válvula deja pasar hacia el accionador un flujo proporcional a la señal de entrada, por lo tanto, produce en aquel, una velocidad proporcional. De acuerdo a la inversión de esta maquina electro-hidráulica tiene un costo sumamente alto y nunca se llevo a utilizar para los fines propuestos fue comprobado que su funcionamiento no tiene todas las normas de seguridad necesaria. Para la ubicación y operación se necesita una área de (80 x 80) cm . Su mantenimiento se lo realiza de acuerdo a su tiempo de trabajo en donde se emplearía tanto técnicos eléctricos, hidráulicos y mecánicos con conocimiento de dicha maquina, además esta maquina puede ser transportada por motivos de alguna emergencia por su bajo peso.



**Figura 2.20 Máquina vibradora electro-hidráulica**

### **2.1.3. SEGUNDA ALTERNATIVA.**

#### **MÁQUINA VIBRADORA ELECTRO-MECÁNICA.**

Esta máquina de tipo industrial en la misma que se pueden realizar trabajos de limpieza relacionados con filtros hidráulicos con alma de alambre. Esta máquina tiene un motor electro-mecánico que funciona con 220 DC. Tiene un transformador de corriente de 220 voltios a 110 voltios. Este transformador cumple la función de transformar la corriente para que el sistema funcione en optimas condiciones.

Existe en la parte superior una plancha de acero donde se colocara los filtros para que sean limpiados, debajo de esta se encuentran ubicados cuatro resortes, uno en cada extremo de la plancha los cuales cumple la función de brindar grados de libertad para que la plancha pueda vibrar con la ayuda del motor electro-mecánico.

En la parte inferior de la placa se encuentran acoplados unos perfiles U que les dan fortaleza y además sirven como soporte para el motor ensamblara en estos en el ensamblado de la máquina. Tiene una base formada por perfiles de acero de gran resistencia la cual soportara el peso de la máquina y las tensiones que se originaran por la vibración del motor y de sus elementos.

Para la operación de esta máquina hay que seguir algunas normas de seguridad que nos permitirá realizar un trabajo satisfactorio y evitar accidentes. Para su ubicación y operación se necesita una área de 1.50m x 1.50m, su mantenimiento lo realizara un electromecánico realiza de acuerdo al tiempo de trabajo. Esta máquina puede ser transportada con facilidad a cualquier lugar donde se la requieran.



**Figura 2.21 Máquina vibradora electro-mecánica.**

#### **2.1.4. TERCERA ALTERNATIVA.**

##### **MÁQUINA VIBRATORIA ELECTRO-MAGNÉTICA.**

Esta máquina vibratoria electromagnética es un sistema de estructura rígida con una precisión no muy alta. Esta compuesto por un elemento que produce la vibración y un soporte elástico. El elemento principal es el motor electro-magnética que se compone de un núcleo 5, es rodeado por la bobina 6 que produce el campo magnético alterno.

La laminación 1 es atraída por el campo magnético y no choca con el núcleo por estar suspendido con los flejes 2 a una distancia de 3-4 mm. El campo magnético es una onda que varia 50 veces por segundo, en su momento de mayor poder la pieza 1 esta mas cerca del núcleo en el momento cero esta en su posición de reposo.

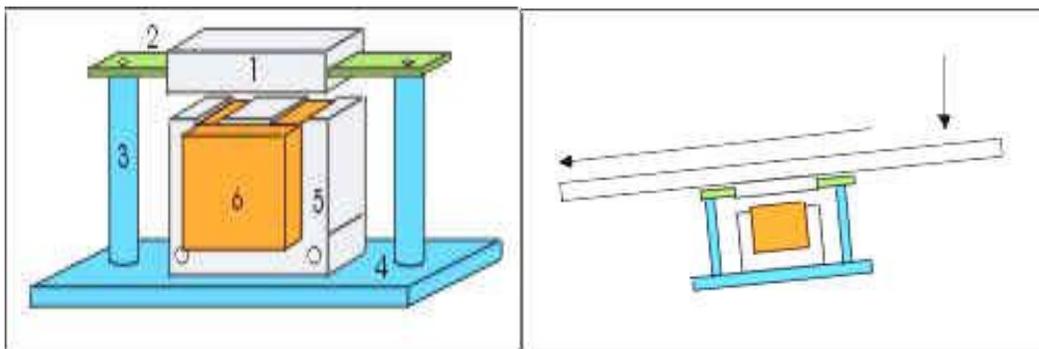
Sobre la pieza 1 va colocada una plancha de acero la misma que ejerce un movimiento vibratorio. En este modelo la bandeja vibratoria esta horizontal, el vibrador

en su extremo y los soportes tienen una zona flexible (amarillo) de poliuretano La vibración se transmite a la bandeja y el material es desplazado hacia adelante.

Estos vibradores electromagnéticos están compuestos por sistemas de dos masas conectadas por muelles planos, las que se atraen por una bobina electromagnética. Estos vibradores electromagnéticos tienen la capacidad de variar la tensión en su bobina, la misma que puede aumentar o disminuir la amplitud vibratoria, sin embargo, la frecuencia está fija en 3000 o 3600 VPM.

El mantenimiento de este tipo de máquina vibratoria electro-magnética se la realiza de cuerdo a las horas de trabajo. Es muy costosa porque tiene como elemento principal vibratorio llamado motor electro-magnético, la misma que se requiere de un técnico capacitado con conocimientos y experiencia para la reparación de este tipo de motor.

Para su ubicación y operación se necesita un área de ( 0.80 x 0.80) metros cuadrados, además esta máquina puede ser transportada debido a su peso, y volumen hacia cualquier lugar que se requiera para limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre.



**Figura 2.22 Máquina vibratoria electro-magnética**

### **2.1.5. CUARTA ALTERNATIVA.**

#### **MÁQUINA VIBRADORA POR MEDIO DE UN EJE CON EXCÉNTRICAS.**

Este tipo de máquina es un sistema vibratorio que funciona a través de ciertos elementos que componen esta máquina. Consta de un motor eléctrico de corriente alterna de 210 / 110 voltios.

Contiene dos poleas, la primera que está unida al motor eléctrico, y la segunda polea se encuentra en conjunto del eje excéntrico y que por medio de una banda se conectan entre sí para transmitir el movimiento de dicho motor hacia el conjunto de mecanismos.

Constan de un eje con dos excéntricas introducidas a presión. Además está constituida de una plancha superior de hierro, la cual se encuentran fijados dos cojinetes en la que va acoplado el eje con sus respectivas excéntricas con el fin de obtener vibración en la plancha donde se ubican los filtros hidráulicos para su limpieza. Debajo de la plancha de hierro se encuentran ubicados cuatro cauchos en cada extremo los cuales son soportes fundamentales para brindar grados de libertad conjuntamente con el eje y sus excéntricas y su movimiento rotativo se transformara en oscilatorio.

La máquina vibratoria puede ofrecer cambios para obtener una mayor frecuencia de vibración, con el aumento de cierto número de excéntricas ubicadas en el eje mismo del sistema..



**Figura 2.23 Máquina vibradora por medio de un eje con excéntricas**

## **2.2. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD.**

En este capítulo, se analizarán las ventajas y desventajas de las alternativas para definir y los requerimientos apropiados, para elaborar la máquina apropiada.

### **2.2.1. Primera alternativa**

#### **Máquina vibradora electro-hidráulica.**

##### **Ventajas**

- Sirve para realizar pruebas de vibración especialmente en las hélices de los aviones.
- Utilizada para la limpieza de filtros tipo malla de alambre.
- Estos vibradores son accionados de acuerdo con un programa grabado en una cinta magnética.

- Tiene amplitudes normalizadas entre 1.9cm a 2.54cm (0.75pulg. a 1pulg.), sencillo porque permite variar la amplitud y la frecuencia.

### **Desventajas**

- La estructura no tiene la base adecuada.
- El costo de la máquina es sumamente elevada por ser importada.
- El mantenimiento es muy costoso debido a que sus elementos son muy bien sensibles.
- Para su operación y mantenimiento lo realizará un técnico capacitado.

### **2.2.2. Segunda alternativa**

#### **Máquina vibradora electro-mecánica**

#### **Ventajas:**

- Utilizada para la limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre.
- Para su operación no se requiere personal altamente capacitado.
- Fácil empleo.
- Posee un motor electromecánico vibratorio.

#### **Desventajas:**

- El mantenimiento del motor electro-mecánico es costoso.
- Posee un transformador de voltaje de 220 voltios a 110 voltios.

- Se requiere de un electromecánico especializado para su mantenimiento.
- El consumo de energía eléctrica es elevado.

### **2.2.3. Tercera alternativa**

#### **Máquina vibradora electro-magnética**

##### **Ventajas:**

- Esta compuesto por un motor electro-magnético, la cual es el elemento que produce la vibración y un soporte elástico.
- Utilizada para la limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre.
- No se requiere de personal capacitado, por lo que es de fácil empleo..
- Puede aumentar o disminuir la amplitud, como también la frecuencia de vibración.
- De fácil operación.
- No produce ruido.

##### **Desventajas:**

- El costo de la maquina es mayor que las máquinas que antes mencionadas.
- El mantenimiento del motor electromagnético es costoso debido a sus elementos internos son sensibles.
- Para el mantenimiento se requiere de técnico especializado.
- El consumo de energía eléctrica es elevado.

### **2.2.4. Cuarta alternativa**

#### **Máquina vibratoria por medio de un eje y masas excéntricas**

**Ventajas:**

- Utilizada para limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre.
- Su construcción es de bajo costo.
- Es de pequeñas dimensiones.
- El mantenimiento es rápido y sencillo.
- Es de fácil empleo.
- Los repuestos de fácil adquisición en el mercado nacional.
- Para su operación no requiere de personal altamente capacitado.

**Desventajas:**

- No resulta apropiada para otros tipos de trabajo.
- Produce cierta cantidad de ruido.
- Debe estar anclada al piso.

**2.3. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

Para seleccionar la mejor alternativa se realiza un estudio técnico de cada alternativa expuesta anteriormente.

**2.3.1. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.**

Para la evaluación de cada una de las alternativas, se asigna un cierto valor a los parámetros de selección, la misma que se ha considerado los puntos mas importantes, la cual nos permitirán seleccionar la mejor alternativa.

La determinación de los valores sujeta a la importancia del parámetro, en función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se analizará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros, la misma que será la seleccionada para ser construida.

Los parámetros de selección se han considerado como los más importantes, los mismos que están divididos en tres aspectos como son: técnico, económico y complementario.

**Aspecto Técnico:**

- Funcionamiento
- Utilidad
- Facilidad de operación y control
- Mantenimiento
- Materiales
- Proceso de construcción
- Fiabilidad

**Aspecto Económico:**

- Costo de elaboración
- Costo de ejecución

### **Aspecto Complementario:**

- Dimensión
- Tamaño

A continuación se define cada uno de los parámetros:

**Funcionamiento:** Habla acerca de las diferencias de los tipos de maquinaria vibratoras que cumplen con los fines para la que fue construida. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0.8.

**Utilidad:** Este parámetro se refiere a que de un alto grado de seguridad, para que la máquina cumpla con la finalidad para la que fue creada. Se asigna un valor de 0.8.

**Factibilidad de Operación y Control:** Las máquinas presentadas deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye en la facilidad y sencillez de manipular y revisar. A este parámetro se le da un valor de 0.7.

**Mantenimiento:** Es importante para que esta máquina se mantenga en un perfecto funcionamiento, además dependiendo de la dificultad del sistema necesitamos ver la disponibilidad de los posibles repuestos. Se le da un valor de 0.6.

**Materiales:** Trata de materiales recomendables y su facilidad de adquisición para que la construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0.4.

**Proceso de Construcción:** Todas las alternativas, requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancias y necesitan de maquinaria adecuada que permitan obtenerlas, por lo que se le da un valor de 0.7.

**Fiabilidad:** Este factor es muy importante y trata de evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas. Su valor es de 0.8.

**Costo de Elaboración:** Es de gran importancia en una adecuada decisión, para la selección de la maquina, buscando la más económica y su parámetro es de 0.6.

**Costo de Ejecución:** Una vez construida la maquina, se busca ahorrar energía utilizada en el proceso de operación y tiene un valor de 0.6.

**Dimensión:** Se refiere al espacio que ocupa la máquina, y se le asigna con un valor de 0.2.

**Tamaño:** Trata de la técnica de cada uno de los mecanismos. Se le da un valor de 0.2.

## 2.4. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS

**Tabla 2.2: Evaluación de parámetros.**

Evaluación de parámetros	F. Pond. Xi	ALTERNATIVAS			
		1*Xi	2*Xi	3*Xi	4*Xi
Funcionamiento	0.8	0.56	0.48	0.48	0.56
utilidad	0.8	0.48	0.40	0.48	0.48
Factibilidad	0.7	0.28	0.42	0.35	0.49
Mantenimiento	0.6	0.24	0.24	0.24	0.36
Material	0.4	0.08	0.08	0.08	0.16
Construcción	0.7	0.42	0.35	0.35	0.42
Fiabilidad	0.8	0.56	0.56	0.56	0.56
Costo de elaboración	0.6	0.18	0.24	0.18	0.36
Costo de ejecución	0.6	0.30	0.30	0.24	0.36
Dimensión	0.2	0.04	0.04	0.08	0.04
Tamaño	0.2	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>TOTAL</b>		<b>3.18</b>	<b>3.15</b>	<b>3.05</b>	<b>3.33</b>

Los valores que se indican en la tabla de evaluación de parámetros 2.2 esta dados de acuerdo a la evaluación y definición de cada uno de los aspectos para los cuatro tipos de alternativas presentados anteriormente.

#### **2.4.1. ALTERNATIVA SELECCIONADA CON RELACIÓN A LA TABLA DE PARÁMETROS.**

Luego de haber realizado los estudios de parámetros de las alternativas se llega a la conclusión que la cuarta alternativa es la mas adecuada, para lo cual se presenta el esquema del equipo para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración.



**Figura 2.24 Máquina para limpiar filtros tipo malla de alambre por medio de vibración.**

# CAPÍTULO III

## CONSTRUCCIÓN

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

A continuación se detalla la descripción, la misma que realizará trabajos de mantenimiento dentro del campo de aviación en la que se refiere a la limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración.

El banco de vibración consta de un motor eléctrico de 110 voltios, además tiene ½ Hp con 1720rpm.

**Una base inferior** elaborada de hierro estructural cuadrado (ANEXO A), la misma que soporta toda la tensión de movimiento que ocasiona dicha maquina.

**Una estructura superior** elaborada de ángulo estructural (ANEXO A), los cuales van soportados en sus extremos superiores unos cauchos, los cuales contribuyen para obtener la vibración. Además estos cauchos van asentados en unas platinas que se encuentran en la parte superior de la estructura.

|

**Cauchos** (ANEXO A) estos elementos van en medio de la estructura superior y la plancha superior, y sujetos con tornillos de acero con su respectiva tuerca.

**Una plancha superior** (ANEXO A) de acero, donde se asientan los filtros para su respectiva limpieza, un tornillo ubicado en el centro de la plancha con el fin de sujetar dicho filtro. En esta plancha superior existen unos elementos de sujeción que se

encuentran ubicados en la parte inferior donde irán alojados los mecanismos para darle una vibración forzada causada por fuerzas en rotación. Los elementos que forman un mecanismo son:

**Un eje** (ANEXO A), da el movimiento a la plancha superior con la ayuda de los cauchos, chumaceras, excéntricas. Los cuales van acoplados en el eje.

**Chumaceras** (ANEXO A), sirven como soporte de rotación del eje con sus respectivos elementos, estas chumaceras se encuentran fijas en la parte inferior de la plancha por medio de pernos.

**Las excéntricas** (ANEXO A), se encuentran unidas al eje de la máquina equitativamente, tomando en cuenta el centro de gravedad que tiene el eje. Además estas excéntricas tiene un perno prisionero para sujetarse directamente con el eje.

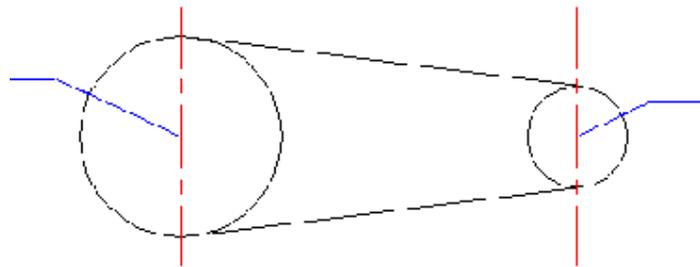
**Las poleas** (ANEXO A), se encuentran instaladas en los extremos de los ejes, la una va acoplada en el eje que produce la vibración y la otra en el eje del motor eléctrico y son accionados por medio de una banda. Además poseen unas chavetas para asegurar las poleas. La relación de estas poleas es de 2:1

## 3.2. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA SELECCIONADA

### 3.2.1. CÁLCULO DE LAS RPM

Se necesita saber cuantas RPM son necesarias en la fuente de movimiento para posteriormente adquirirla en el mercado, aplicando la siguiente formula.

$$\Phi_1 \cdot n_1 = \Phi_2 \cdot n_2 \quad (3.15)$$



**Figura 3.25 Valores de los diámetros indicados**

Donde:

$\Phi_1$  = Diámetro de la polea conductora

$\Phi_2$  = Diámetro de la polea conducida

$n_1$  = número de revoluciones de la polea conductora

$n_2$  = número de revoluciones de la polea conducida

**Datos:**

$\Phi_1 = 50.8\text{mm} = 2''$

$\Phi_2 = 101.6\text{mm} = 4''$

$n_1 = ?$

$n_2 = 830 \text{rpm}$ .

De la formula (3.14) se despeja  $n_1$  y se obtiene:

$$n_1 = \frac{\theta_2 n_2}{\theta_1}$$

$$n_1 = \frac{101.6 \times 830}{50.8}$$

$$n_1 = 1660 \text{rpm}$$

Las 1650 RPM obtenidas por la fuente de movimiento es considerada ideal para la maquina vibradora, pero a esto debemos sumarle el 4 % que corresponde al deslizamiento de la banda como son la conductora y la conducida.

Este porcentaje del 4% del deslizamiento se lo a tomado en cuenta ya que es muy importante al deslizamiento que existe en cada mecanismo que funcione con poleas y bandas, este dato se obtuvo luego de haber realizado una investigación a diferentes mecánicos.

$$.1660 \text{rpm} + 4\% = 1716 \text{rpm}$$

El valor obtenido como respuesta sirve para utilizarlo con los dos conjuntos de poleas.

### 3.2.2 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA BANDA DE TRANSMISIÓN.

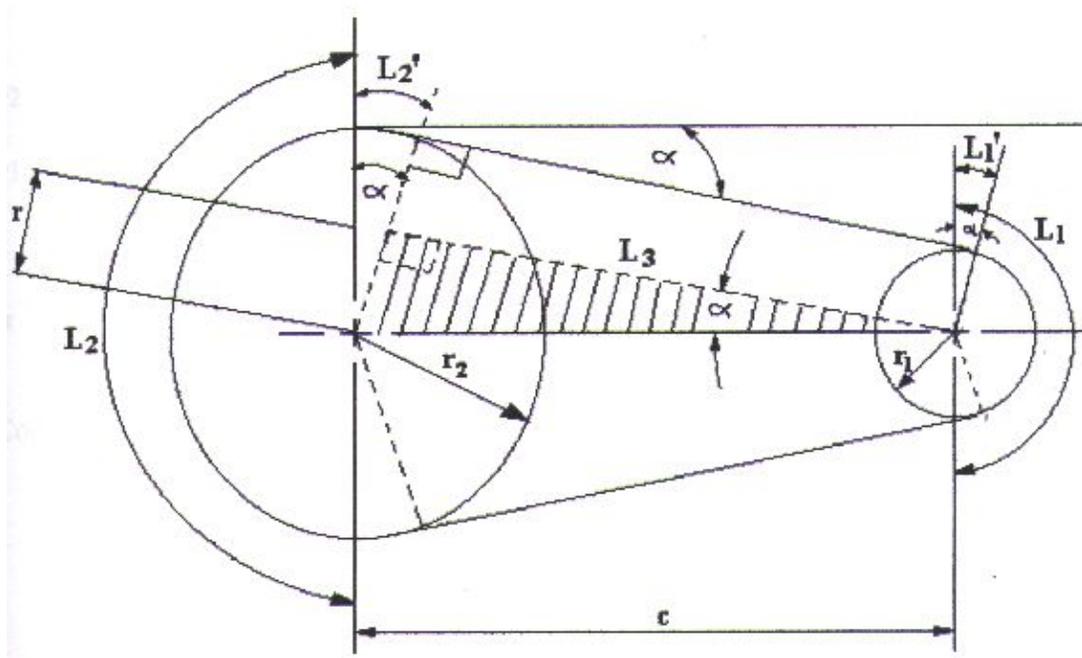


Figura 3.26 Cálculo de banda de transmisión.

Donde:

$\alpha$  = Inclinación de la banda

$c$  = Distancias entre ejes

$r_1$  = Radio de polea motriz

$r_2$  = Radio de polea conducida

$r$  = Diferencia entre radios

$$L_1 = \pi \cdot r_1 \quad (3.16)$$

$$L_1' = \alpha \cdot r_1 \quad (3.17)$$

$$L_2 = \pi \cdot r_2 \quad (3.18)$$

$$L_2' = \alpha \cdot r_2 \quad (3.19)$$

$$r = r_1 - r_2 \quad (3.20)$$

*Datos :*

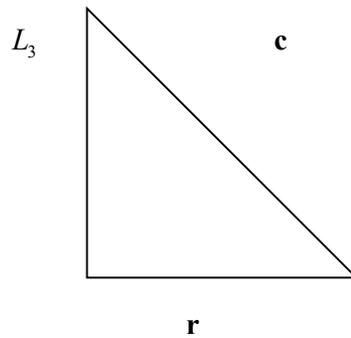
$$r_2 = 50.8mm$$

$$r_1 = 25.4mm$$

$$c = 200mm$$

$$\alpha = ?$$

Con la aplicación del Teorema de Pitágoras se obtiene:



**Figura 3.27 Teorema de Pitágoras**

$$\text{Sen}\alpha = \frac{r}{c}$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{r}{c}\right)$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{r_2 - r_1}{c}\right)$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{50.8 - 25.4}{200}\right)$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}(0.127)$$

$$\alpha = .29^\circ \alpha = 0.127 \text{ rad}$$

$$L = L_1 + L_2 + 2L_2' - 2L_1' + 2L_3$$

$$L = \pi.r_1 + r_2\pi + 2.c\alpha_2 - 2\alpha_1 + 2.c.\cos\alpha$$

$$L = \pi(r_2 + r_1) + 2\alpha(r_2 - r_1) + 2.c.\cos\alpha$$

$$L = \pi(50.8 + 25.4) + 2(0.127 \text{ rad})(50.8 - 25.4) + 2(200)\cos(0.127 \text{ rad})$$

$$L = 239.27 + 6.45 + 399.99$$

$$L = 645.71 \text{ mm}$$

$$L = 64.5 \text{ cm}$$

### 3.2.3 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA EXCÉNTRICA.

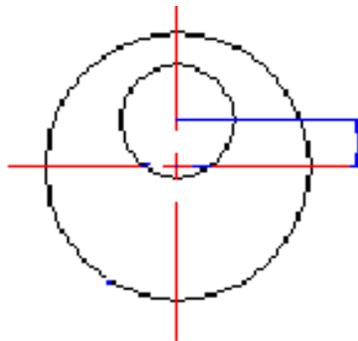


Figura 3.28 Cálculo de la excéntrica.

**Datos:**

$$\phi E = 70mm$$

$$\phi = 30mm$$

$$E = 12mm$$

$$e = 12mm$$

$$V1 = \frac{3.14 * 0,07^2 * 0,012}{4} = 4,6158 * 10^5 m^3$$

$$V2 = \frac{3.14 * 0,03^2 * 0,012}{4} = 8,478 * 10^{-6} m^3$$

$$V = \frac{\pi}{4} e(D1^2 - D1^2)$$

$$V = \frac{3.1416 * 0,012 * (0,07^2 - 0,03^2)}{4} m^3$$

$$V = 3,77 * 10^{-5} m^3$$

$$Wexc = 7850 \frac{Kgf}{m^3} * 3,77 * 10^{-5} m^3 = 0,3Kgf$$

$$Wexc = 0,3Kgf$$

**Centro de Gravedad Excéntrica:**

Tabla 3.3 cálculo para determinar el centro de gravedad de la excéntrica.

FIGURA	AEREA	$\bar{y}$	$\Delta\bar{y}$
Circulo exterior	$\frac{\pi\phi e^2}{4}$ $3,84 * 10^{-3}$	$\frac{\phi e}{2}$ 0,035	$\frac{\pi\phi e^3}{4}$ $1,347 * 10^{-4}$
Circulo interior	$\frac{\pi\phi i^2}{4}$ $7,069 * 10^{-4}$	$\frac{\phi e}{2} + e$ 0,047	$\frac{\pi\phi i}{4} \left( \frac{\phi e}{2} + e \right)$ $3.322 * 10^{-5}$
	$\Sigma A$ $3.14 * 10^{-3}$		$\Sigma A\bar{y}$ $1.0148 * 10^{-4}$

$$\Delta 1 = 3,848 * 10^{-3}$$

$$\bar{Y}1 = 0,035$$

$$\Delta 1\bar{Y}1 = 1,347 * 10^{-4}$$

$$\Delta 2 = 7,069 * 10^{-4}$$

$$\Delta 2 = 0,047$$

$$\Delta 2\bar{Y}2 = 3,322 * 10^{-5}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{1,0148 * 10^{-4} m^3}{3,1416 * 10^{-3} m^2}$$

$$\bar{y} = 32,3 mm \cdot 10^{-2} m$$

$$y = 32.3 mm$$

La excentricidad del centro de gravedad al eje de rotación es: 14,7 mm.

### 3.2.4 CÁLCULO PARA SELECCIONAR LA PLANCHA SUPERIOR

El diseño de la plancha superior, en primer lugar la forma que se le dará una forma cuadrada ya que servirá para el asentamiento del filtro.

En lo que se refiere al material debe ser factible que exista en el mercado nacional de acuerdo a la resistencia a la fatiga, la misma que debe ser de un acero de bajo contenido de carbono y que además tenga una buena soldabilidad, condición indispensable en este caso.

En cuanto a las dimensiones, lo más importante es el espesor de la plancha superior para la operación de soldadura que unirán los soportes que debe unir los soportes con las chumaceras y estas al eje con las excéntricas.

**Dimensiones**

**peso de la placa Wm**

largo: 600mm

$$W_M = \delta_{acero} * V$$

ancho: 600mm

espesor:  $e = 6\text{mm}$

$$V = l.a.e$$

$$V = 0,6 * 0,6 * 0,006 = 2,16 * 10^{-3} m^3$$

$$W_M = 7850\text{Kgt} * 2.16 * 10^{-3} m^3 = 16.956\text{kgf}$$

$$W_M = 16.956\text{kgf}$$

### 3.2.5 CÁLCULO PARA DETERMINAR EL EJE.

Para cálculo del diámetro del eje que va acoplado en la plancha superior se debe tomar en cuenta algunos factores, en la que este eje debido al esfuerzo constante de movimiento se acrecido conveniente construir de un material que soporte a las tensiones que produce la vibración durante el movimiento, y tener en cuenta la resistencia a la fatiga.

Considerando el elemento, se tiene que el peso total es:



**Figura 3.29** Calculo del eje.

**Dimensiones:**

$$L1 = 30mm$$

$$L2 = 390mm$$

$$L3 = 80mm$$

$$L = 500mm$$

$$W_{EJE} = \rho_{acero} * V_{EJE}$$

$$V = \frac{\pi}{4} (D1^2 * L1 + D2^2 * L2 + D3^2 * L3)$$

$$V = \frac{3.1416}{4} (0,02^2 * 0,03 + 0,03^2 * 0,39 + 0,02^2 * 0,08)$$

$$M = 3,102 * 10^{-4} m^3$$

$$W_{EJE} = 7850 \frac{gf}{m^3} * 1,102 * 10^{-4} m^3 = 2,435kgf$$

$$W_{EJE} = 2,435kgf$$

**Centro de Gravedad del Eje.**

Tabla 3.4 Cálculo para determinar el centro de gravedad del eje.

FIGURA	AEREA	$\bar{y}$	$\Delta \bar{y}$
1	$A1 = L1D1$ 0,0006	$\bar{x} = \frac{L1}{2}$ 0,015	$A1\bar{x}1 = L1^2 \frac{D1}{2}$ $9 * 10^{-6}$
2	0,0117	0,225	0,0026325
3	0,0016	0,460	0,000736

$$\bar{X} = 15$$

$$\bar{X}_2 = 125$$

$$\bar{X}_3 = 460$$

$$A_1 = 600$$

$$A_2 = 11700$$

$$A_3 = 1600$$

$$A_1 X_1 = 9000$$

$$A_2 X_2 = 2632500$$

$$A_3 X_3 = \frac{736000}{33}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$\bar{X} = \frac{0,0033775}{0,1192}$$

$$\bar{X} = 0,242986$$

$$\bar{X} = 0,242986m$$

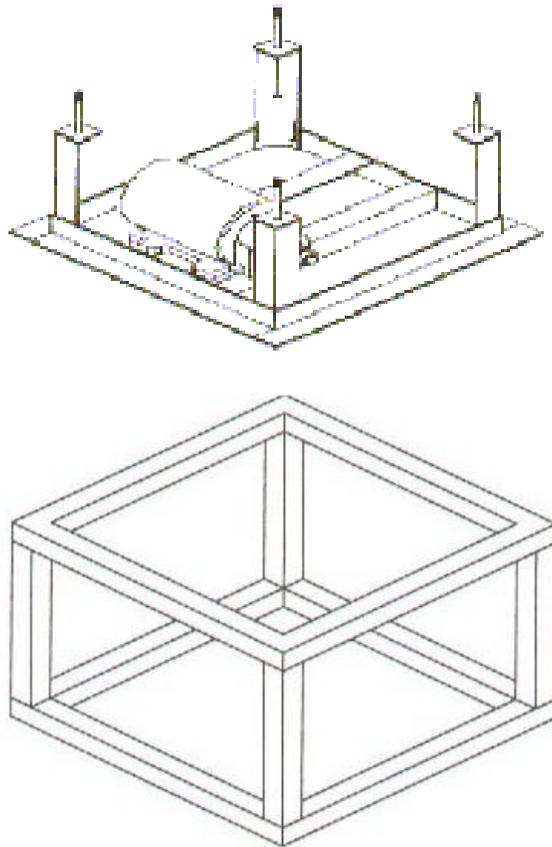
$$\bar{X} = 242.986m$$

### 3.2.6 SELECCIÓN DE LA BASE Y ESTRUCTURA SUPERIOR

Para seleccionar una base tendrá que ser elaborada de acuerdo a los esfuerzos de vibración a los que estará sometida su estructura, se puede hablar de fuerzas de impacto por la vibración que realiza un mecanismo en la máquina.

Para la construcción se utilizara un tubo estructural cuadrado de  $2 \frac{1}{4}$  pulgadas de espesor para la base que tiene una forma rectangular y ángulos estructurales de  $2 \frac{1}{4}$  pulgadas de espesor para la estructura superior.

La unión de esta base conjuntamente con la estructura superior forman una sola como se puede ver en la figura.



**Figura 3.30 Construcción de la estructura del equipo**

### **3.3 ANÁLISIS DEL EQUIPO CON SUS RESPECTIVOS ELEMENTOS.**

El peso del sistema vibratorio contempla la sumatoria del peso de los elementos que tiene la maquina.

$$W = W_{plancha} + W_{EJE} + 2W_{excentrica} + W_{chumaceras} + W_{FILTRO}$$

Las chumaceras tiene un peso igual a 10 Kg.

**El peso total es:**

$$W = 16,956 + 2.435 + 2 * 0,3 + 3 + 1 = 23.991kg$$

$$W \approx 24Kg$$

**Determinación de la frecuencia natural ( $W_n$ )**

**Datos:**

$$W = 830rpm$$

$$m_o = 0,6kg$$

$$m = 24kg$$

$$K = 1.17 \times 10^7 \frac{N}{mm}$$

$$W_n = \sqrt{\frac{k_T}{m}}$$

$$W_n = \sqrt{\frac{4(1.17 \times 10^7)}{24}}$$

$$W_n = 1396.42Rad / s$$

**La amplitud del sistema vibratorio es:**

Para calcular la amplitud del sistema vibratorio partimos de la ecuación (1.13).

$$X = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot e}{m \omega (W_n^2 - W^2)}$$

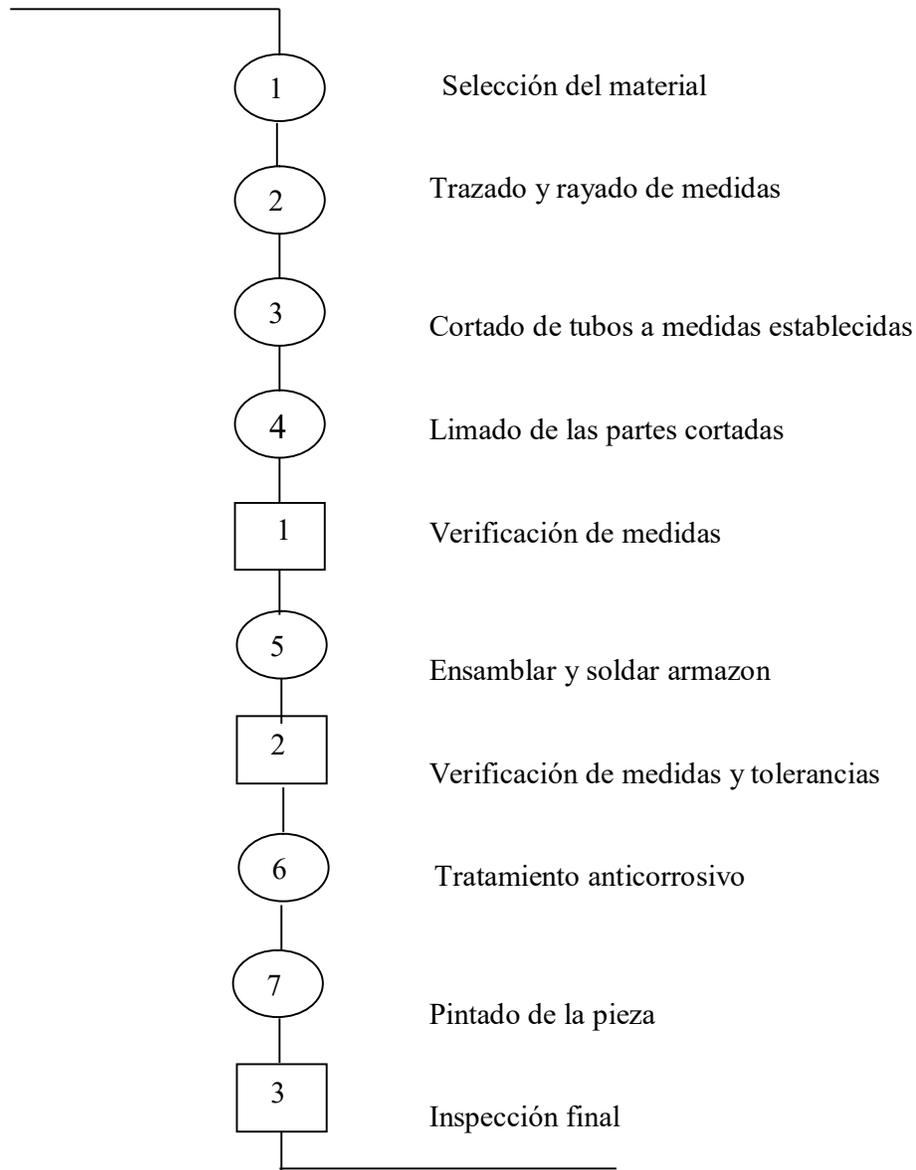
$$X = \frac{24 \text{kg} (86.917 \text{rad/s})^2 * 32,2 \text{mm}}{0,6 \text{kg} [(1396.42 \text{rad/s})^2 - (86.917 \text{rad/s})^2]}$$

$$X = 5 \text{mm}$$

### 3.4 DIAGRAMAS DE PROCESOS

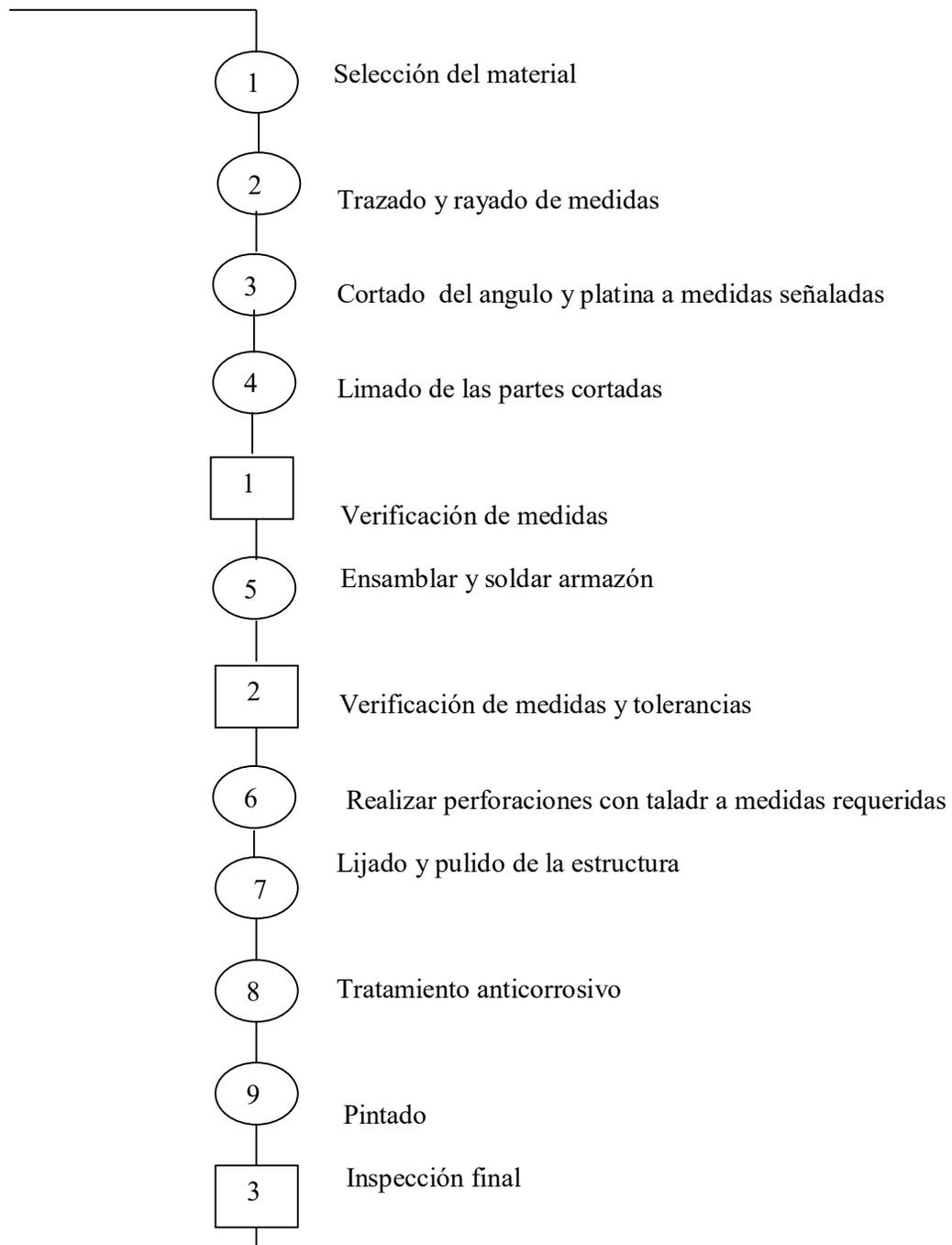
#### 3.4.1 Diagrama de procesos de construcción de la base

**Material:** Tubo estructural cuadrado 2”



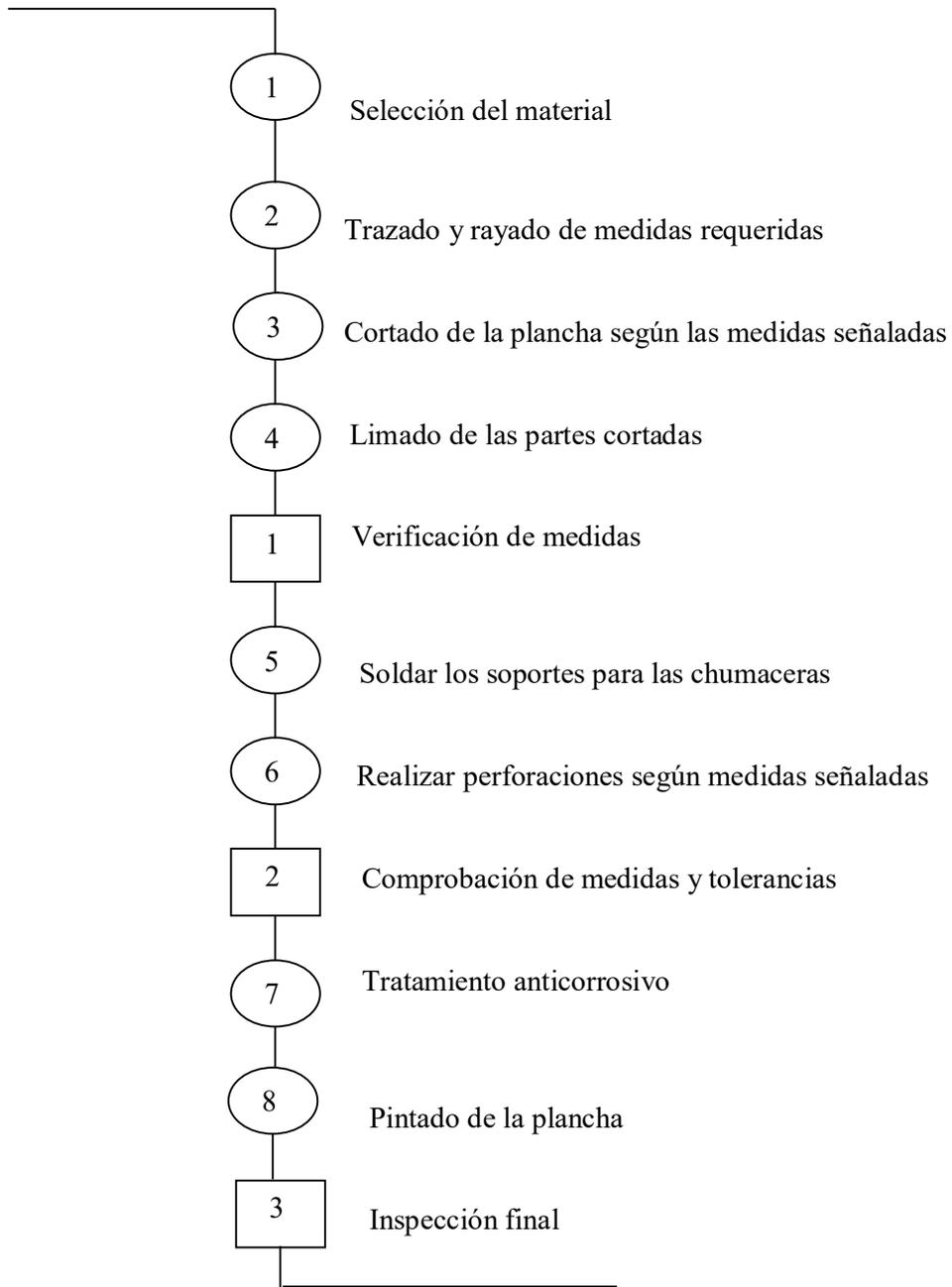
### 3.4.2 Diagrama de procesos de construcción de la estructura superior.

**Material:** Angulo estructural de 2" x 1/4



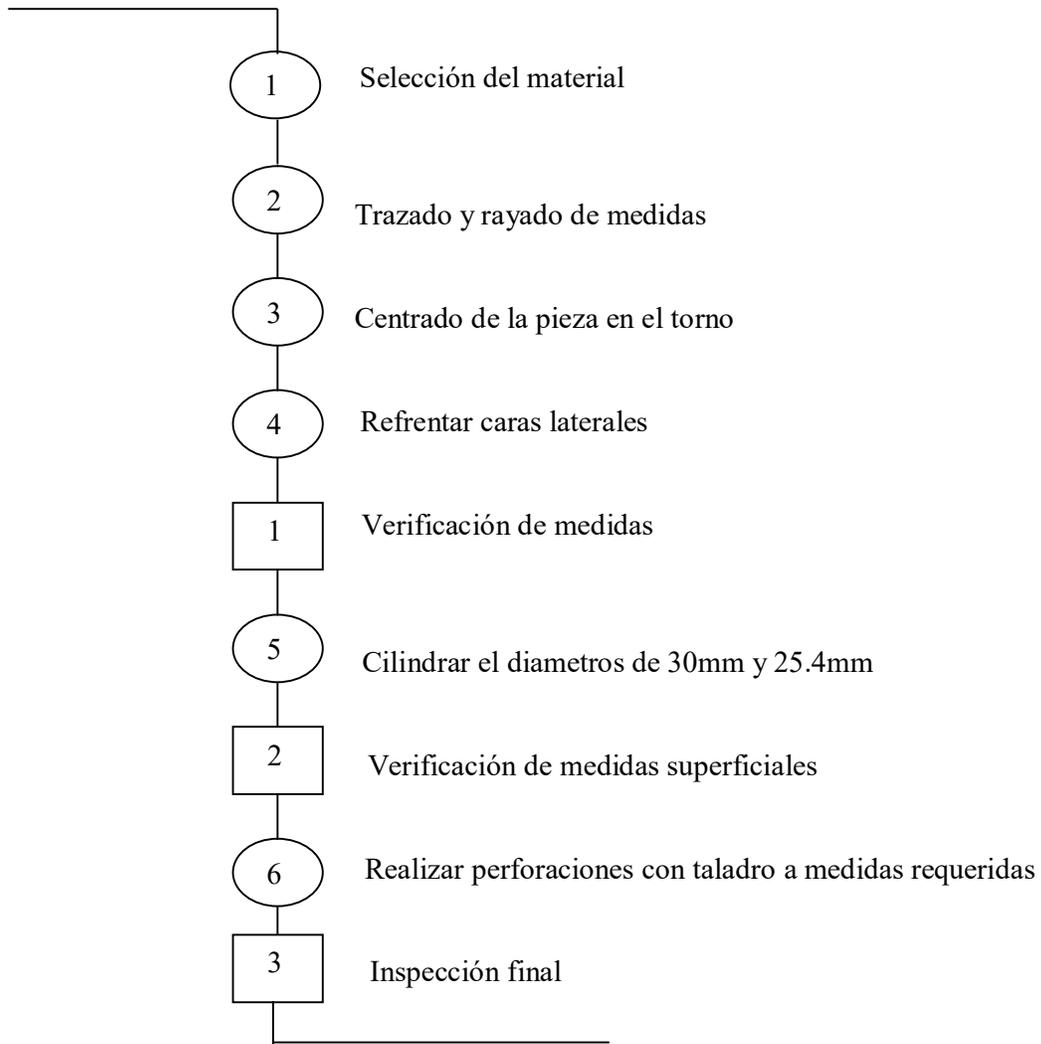
### 3.4.3 Diagrama de procesos de construcción de la plancha superior.

**Material:** Hierro de 6mm de espesor



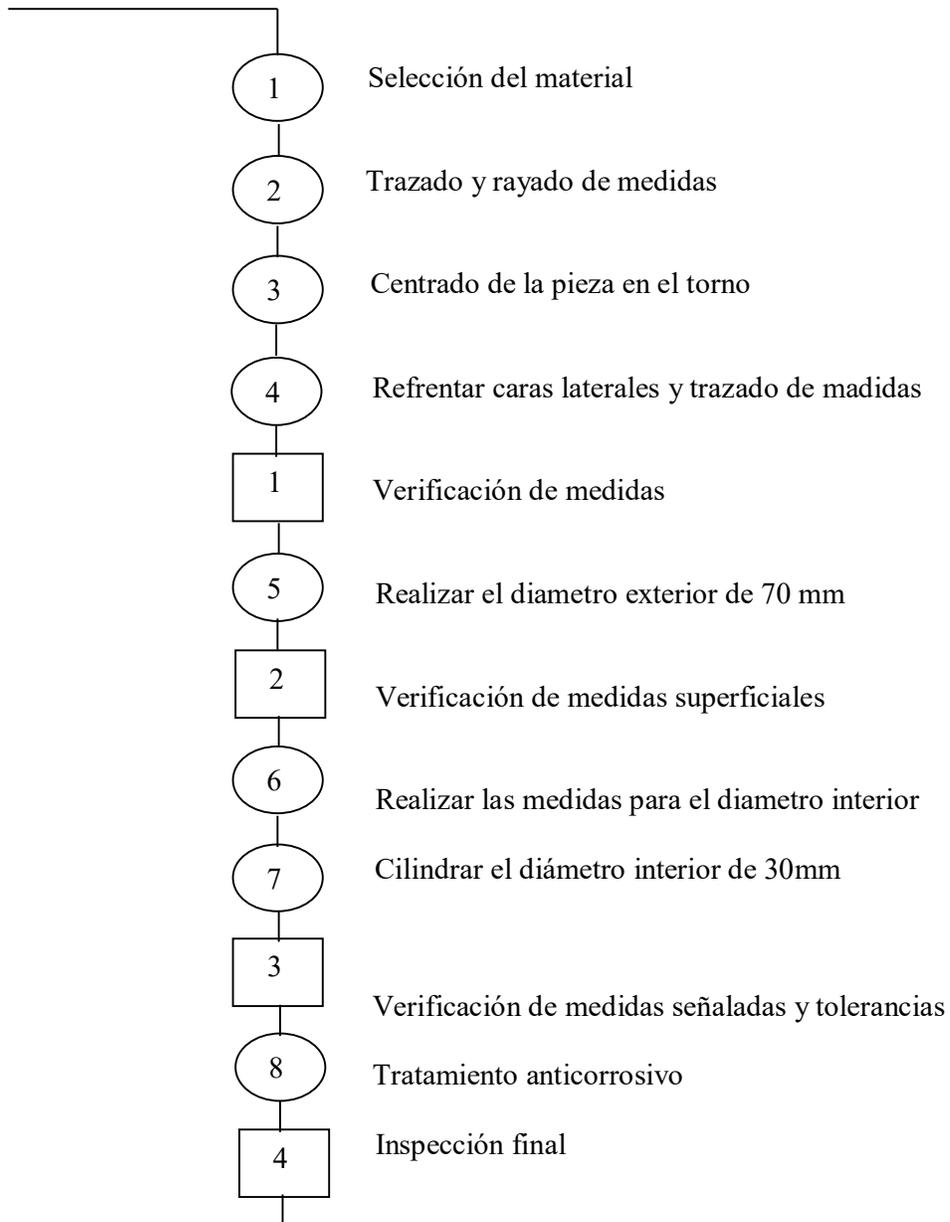
### 3.4.4 Diagrama de procesos de construcción del eje

**Material:** Acero F 705



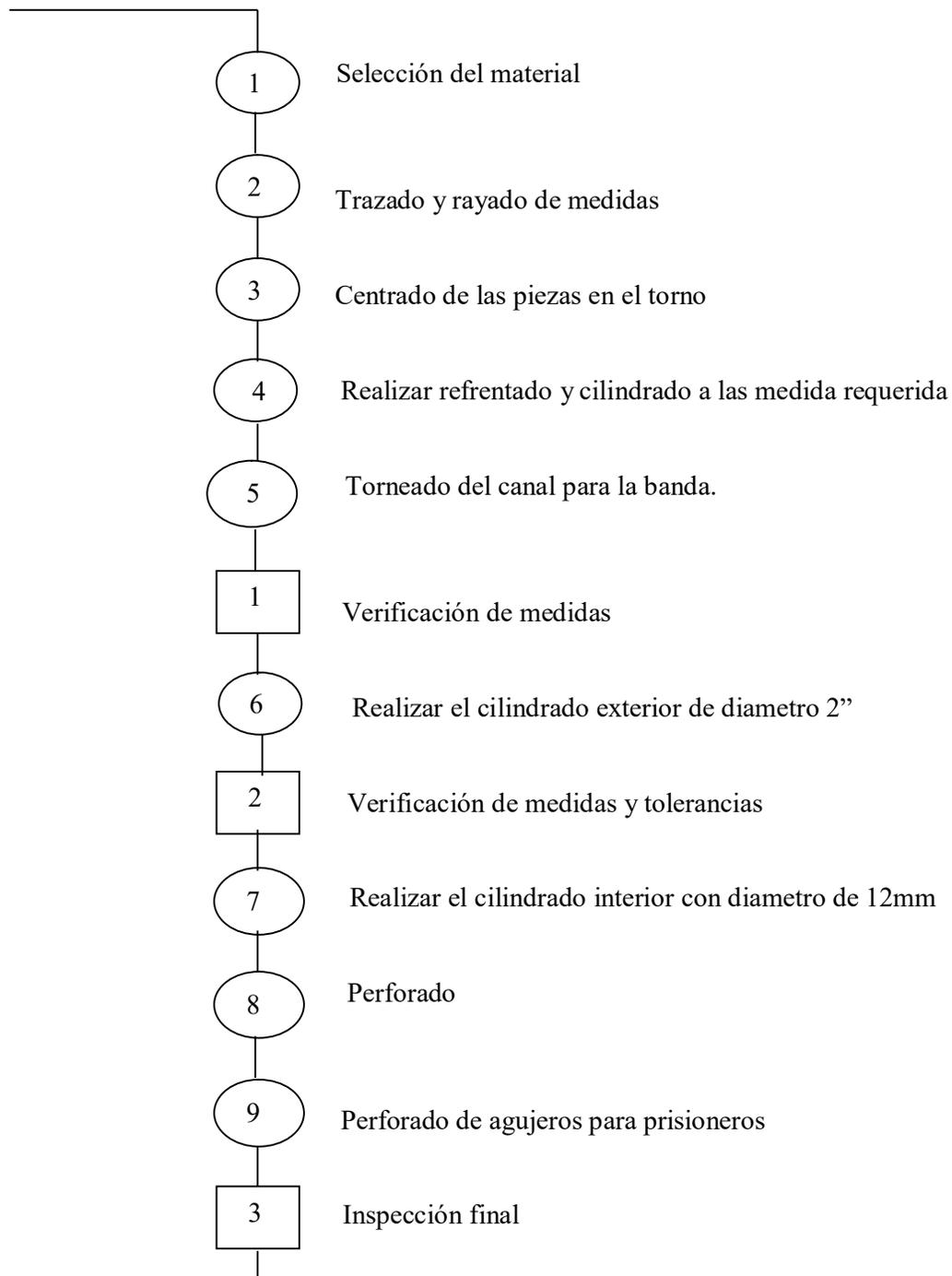
### 3.4.5 Diagrama de procesos de construcción de la excéntrica

**Material:** Acero F 705



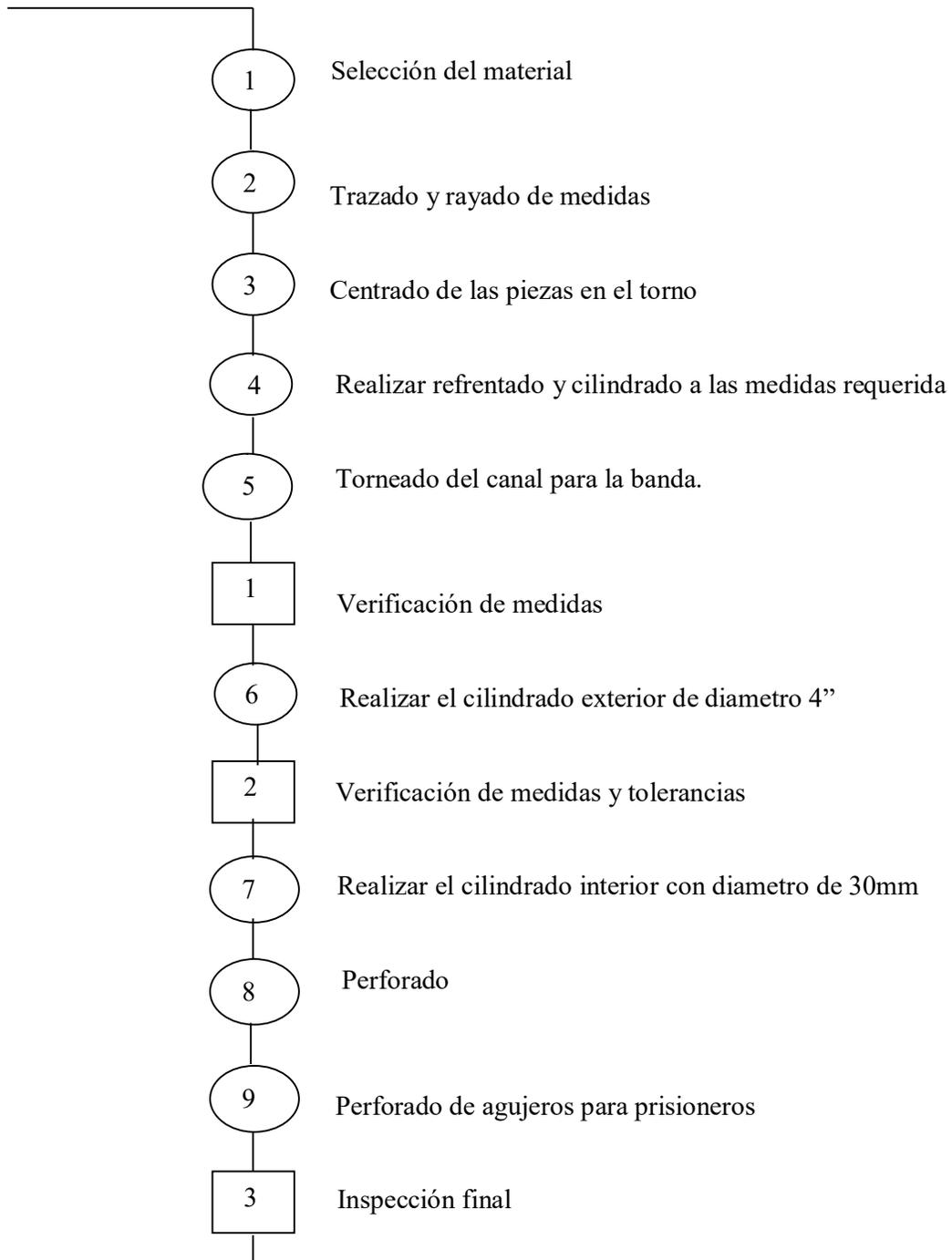
### 3.4.6 Diagrama de procesos de construcción de la polea del motor

**Material:** Aluminio maquinable SAE 1040 de  $\Phi=2''$



### 3.4.7 Diagrama de procesos de construcción de la polea del eje

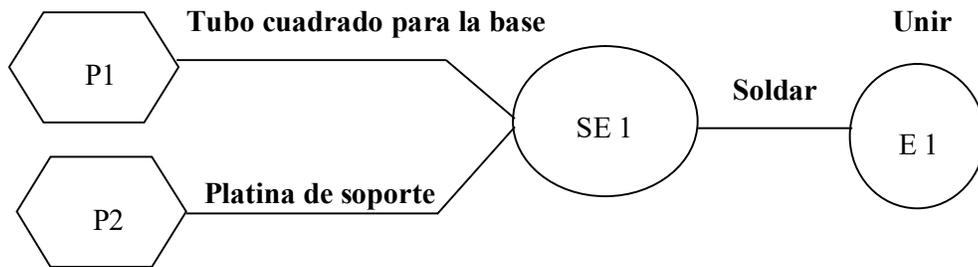
**Material:** Aluminio maquinable SAE 1040 de  $\Phi=4''$



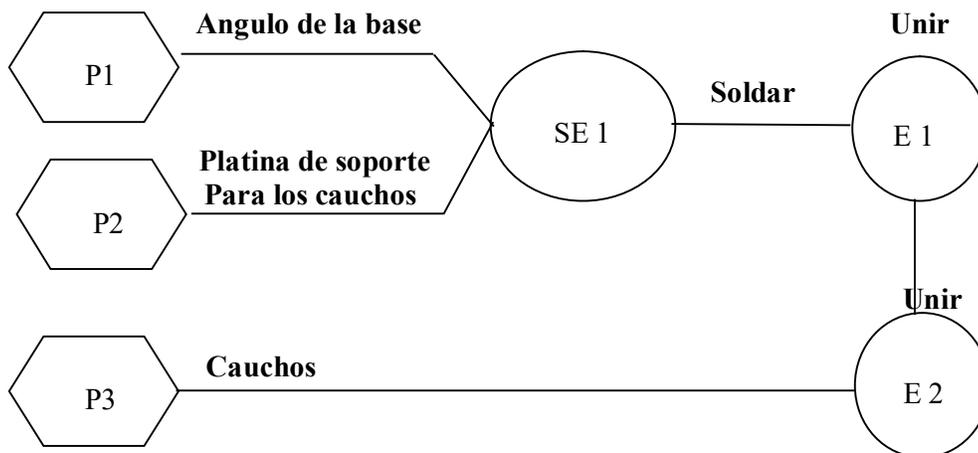
### 3.5 DIAGRAMAS DE ENSAMBLE.

Para proceder al ensamble de los sistemas mecánicos, se realizará con mucha precaución, por cuanto tenemos muchos elementos que se ensamblarán con precisión tomando en cuenta los ajustes y tolerancias, que existen en cada uno de estos elementos. Algunas partes de la máquina tiene muchos elementos móviles, los cuales deben ser lubricados.

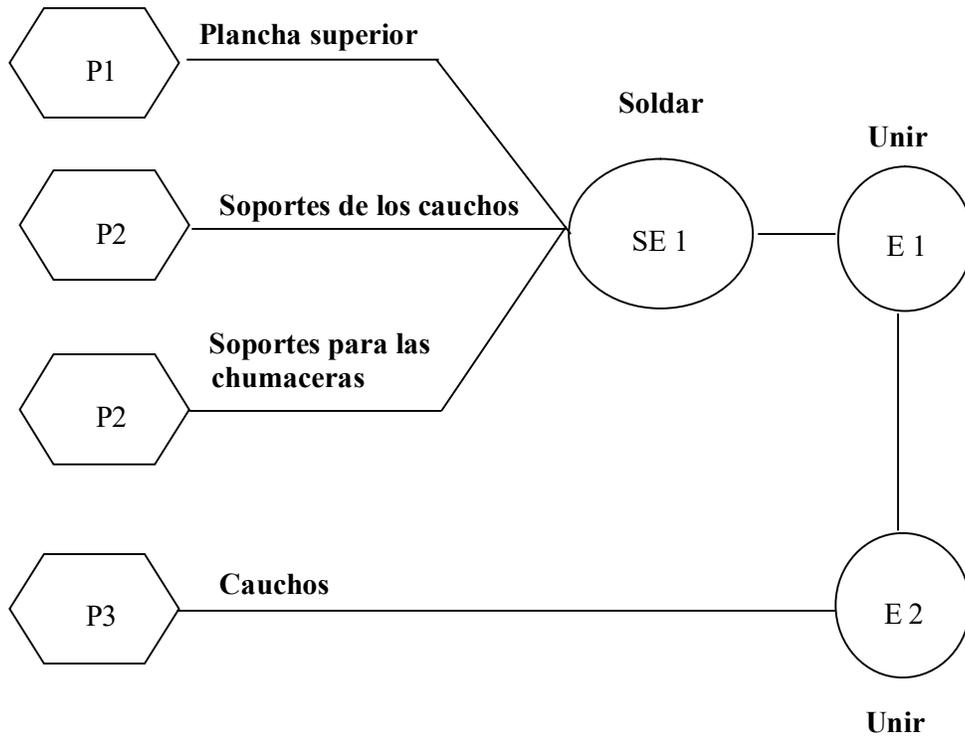
#### 3.5.1. Diagrama del ensamble de la base



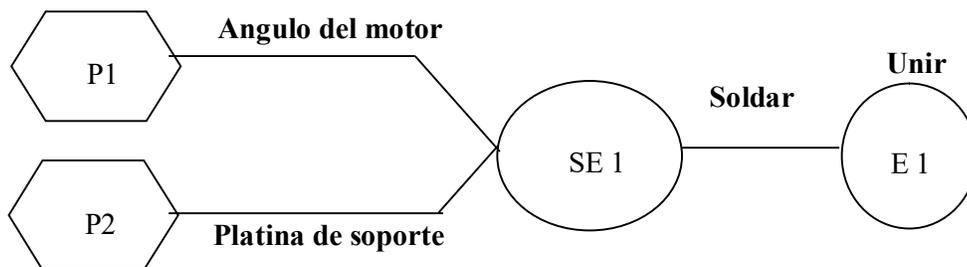
#### 3.5.2. Diagrama del ensamble de la estructura superior.



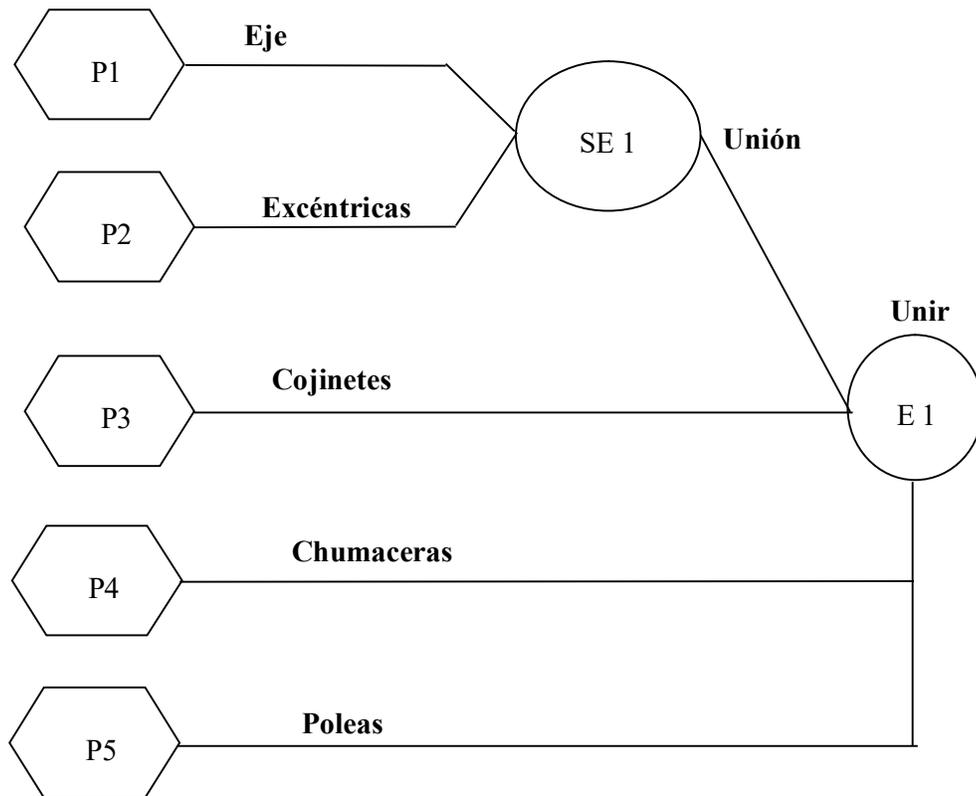
### 3.5.3. Diagrama del ensamble de la plancha superior.



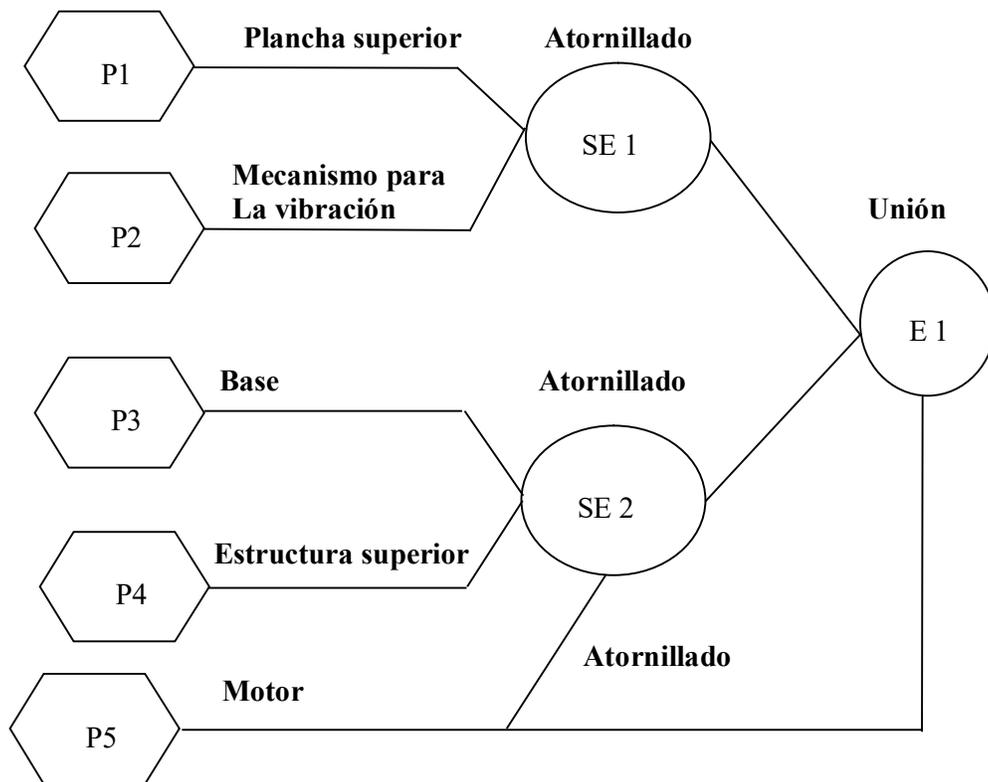
### 3.5.4. Diagrama del ensamble del motor



### 3.5.5. Diagrama de ensamble de los mecanismos de la plancha superior



### 3.5.6. Diagrama del ensamble final



### 3.6. OPERATIVIDAD DE LA MÁQUINA.

Una vez terminada la máquina se traslado la misma al departamento de hidráulica para poner en práctica el equipo y verificar el funcionamiento del mismo; entonces pudimos constatar que su funcionamiento fue satisfactorio para cubrir necesidades dentro del área de trabajo.

La máquina terminada ha sido elaborada con mecanismos diseñados para trabajo de vibraciones que permite obtener una limpieza de filtros hidráulicos tipo malla de alambre.

Pudimos apreciar en las pruebas la necesidad de anclar la máquina para el funcionamiento final de este trabajo investigativo.

### **3.6.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS.**

Una vez contruidos los elementos y realizados los ensambles de los distintos sistemas de la máquina, se comenzará a verificar el estado de funcionamiento de cada uno de los mismos.

#### **ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA QUE SOPORTA LA VIBRACIÓN DE LA MÁQUINA.**

En al siguiente tabla encontraremos como se encuentra el estado de los elementos de este sistema.

Tabla 3.5 Estado de los elementos de la estructura.

<b>ELEMENTO</b>	<b>RESISTENCIA EXTRUCTURAL</b>	<b>CONDICION DE EMSAMBLE</b>
Ángulo en L	✓	✓
Tubo cuadrado	✓	✓
Plancha superior	✓	✓

## SISTEMA DE LA MÁQUINA VIBRADORA.

En la siguiente tabla encontraremos como se encuentra el estado de os elementos de este sistema.

Tabla 3.6: Estado de los elementos del sistema de la máquina vibradora.

ELEMENTO	RESISTENCIA	CONDICIÓN DE
	EXTRUCTURAL	EMSANBLE
Plancha superior vibradora	✓	✓
Cauchos	✓	✓
Pasador de los resortes	✓	✓
Acoples de los rodamientos	✓	✓
Acople de las chumaceras	✓	✓
Acople de las poleas y bandas	✓	✓
Acople del eje con sus excéntricas	✓	✓
Ángulo en L de soporte de la mesa vibradora	✓	✓
Eje	✓	✓

Una vez realizada el funcionamiento de todos los sistemas mecánicos la máquina se encuentra con un funcionamiento óptimo. La figura siguiente indica la máquina terminada y en condiciones de funcionamiento.



**Figura 3.31 Máquina para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración.**

## CAPÍTULO IV

### ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS

#### 4.1. MANUAL DE OPERACIÓN

<b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág. :1 de 2</b>
	<b>OPERACIÓN PARA LIMPIAR FILTROS HIDRÁULICOS TIPO MALLA DE ALAMBRE POR MEDIO DE VIBRACIÓN</b>	<b>Código:</b> <b>EMAI - 02</b>
	<b>Elabor por:</b> Almeida R y Enríquez C.	<b>Revisión N: 1</b>
	<b>Aprob. por:</b> Sgos. Tlgo. Cruz Ángel	<b>Fecha:</b> 2002/09/02
<b>EMAI</b>	<b>1.0 DOCUMENTACION DE REFERENCIA</b>  No determinado  <b>2.0 CODIGO DEL EQUIPO</b>  RACE 01  <b>3.0 UBICACIÓN DEL EQUIPO</b>  Laboratorio hidráulica ITSA  <b>4.0 MARCA DEL EQUIPO</b>  Vibra – 01  <b>5.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</b>  5.1 Voltaje: 110 voltios 5.2 Motor eléctrico: 220/ 110 v. 60 Hz 5.3 Peso: n / a	

- 5.4 Potencia del motor: 1/2 hp
- 5.6 Velocidad de uso de la maquina: 3440 rpm
- 5.5 Velocidad máxima del motor 1720 rpm.
- 5.7 Longitud del caucho 7 cm
- 5.8 Líquido limpieza a utilizar: líquido limpiador para filtros hidráulicos

## **6.0 NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO**

- 6.1 Prepare previamente los filtros a limpiarse
- 6.2 Conecte la máquina a la fuente de alimentación eléctrica
- 6.3 Verificar si no hay ningún tipo de problema la máquina
- 6.4 Depositar el líquido limpiador en el filtro que se vaya a limpiar
- 6.5 Pulse el botón de encendido eléctrico
- 6.6 Realizar la limpieza
- 6.7 Verificar la limpieza del filtro
- 6.8 Apagar la fuente de movimiento

## **7.0 PRECAUCIÓN**

- 7.1 Operar solo personal autorizado.
- 7.2 No proporcionar una fuente de empuje mayor que la normal.
- 7.3 Tener cuidado con el líquido limpiador, puede causar daños en los ojos.
- 7.4 Mantener la ropa de trabajo ceñidos.
- 7.5 No utilizar relojes, cadenas, anillos durante la operación de la máquina.
- 7.6 Utilice gafas protectoras.
- 7.7 Utilice guantes industriales de caucho.
- 7.8 Protéjase del ruido con tapones u orejeras.

## **8.0 NOMBRE DEL ENSAYO**

- 8.1 Filtro limpio.

## **9.0 TIEMPO DE DURACIÓN**

De acuerdo a la duración del ensayo

## 4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO

<b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	Pág. :1 de 2
	<b>MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA PARA LIMPIAR FILTROS HIDRÁULICOS TIPO MALLA DE ALAMBRE POR MEDIO DE VIBRACIÓN</b>	<b>Código:</b> EMAI - 02
	Elabor por: Almeida R y Enríquez C.	<b>Revisión N: 1</b>
	<b>Aprob. por:</b> Sgos. Tlgo. Cruz Angel	<b>Fecha:</b> 2002/09/02
	<b>EMAI</b>	
<p><b>1.0 OBJETIVO</b></p> <p>Establecer el procedimiento para el mantenimiento de la máquina para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración.</p> <p><b>2.0 ALCANCE</b></p> <p>A este procedimiento tendrán acceso a los alumnos del ITSA.</p> <p><b>3.0 DOCUMENTO DE REFERENCIA</b></p> <p>No determinado</p> <p><b>4.0 DEFINICIONES</b></p> <p>4.1 Limpieza general : eliminar suciedades superficiales en el equipo .</p> <p><b>5.0 PROCEDIMIENTOS</b></p> <p>El técnico realizará los siguientes tipos de mantenimiento:</p> <p><b>5.1 Mantenimiento mensual</b></p> <p>5.1.1 Lubricar las chumaceras.</p> <p>5.1.2 Chequear el buen estado de las bandas.</p> <p>5.1.3 Verificar el ajuste de los pernos y prisioneros.</p>		

**5.2 Mantenimiento semestral**

- 5.2.1 Limpiar el equipo.
- 5.2.2 Revisar el motor.
- 5.2.3 Lubricar las chumaceras.
- 5.2.4 Revisar las excéntricas y cauchos.

**5.3 Mantenimiento anual.**

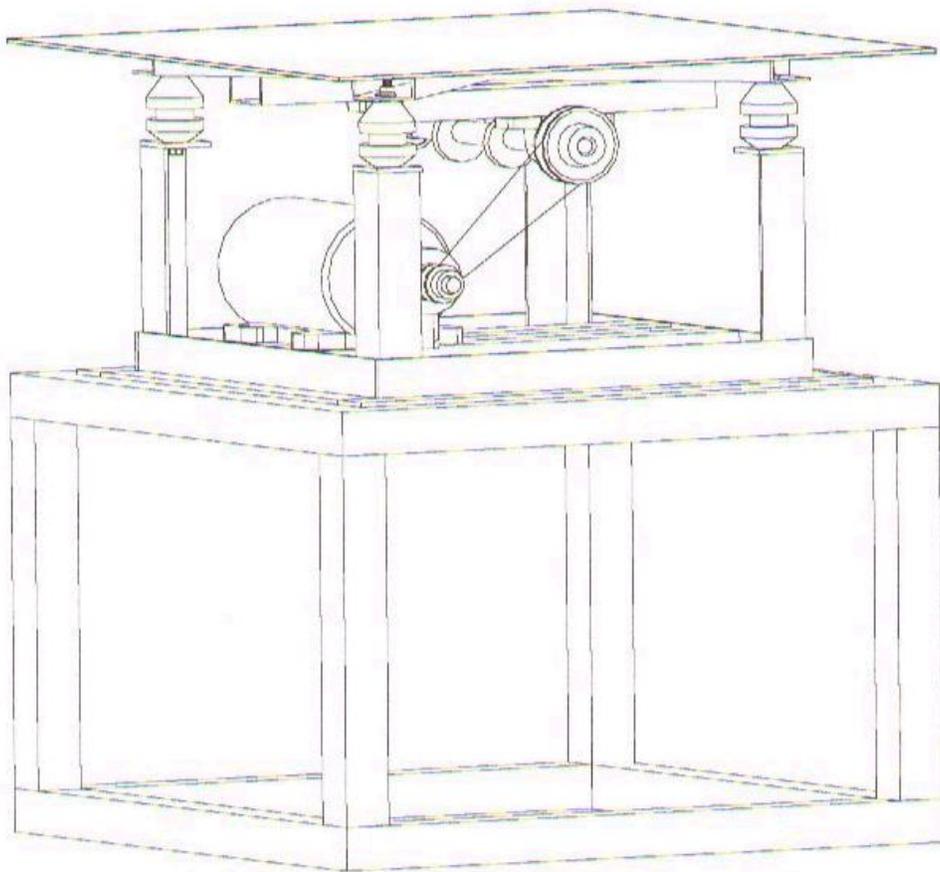
- 5.3.1 Verificar el estado de la fuente de movimiento
- 5.3.2 Revisar visualmente a la estructura de la máquina
- 5.3.3 Cumplir los pasos para el mantenimiento semestral
- 5.3.4 Dar pintura a ala estructura de toda la máquina.,

**6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD:-----**

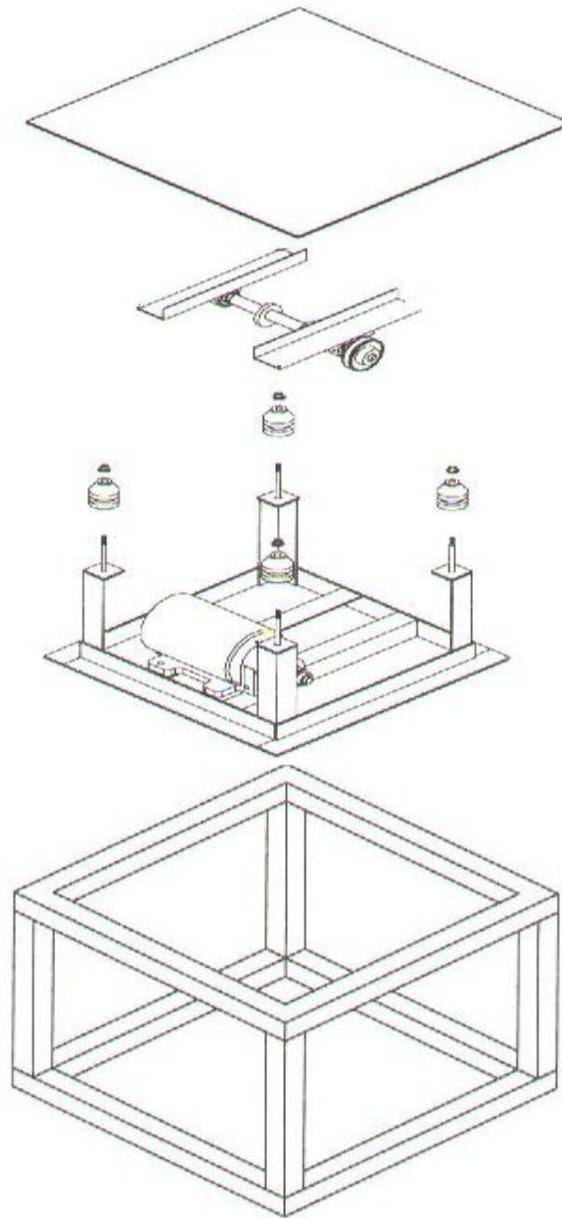
## CAPITULO V

### ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS

#### 5.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL EQUIPO.



## 5.2 DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO.



### **5.3 PRECAUCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.**

Es muy necesario tomar en cuenta las medidas de seguridad, precauciones y cuidados para no provocar accidentes al realizar cualquier trabajo. De esta forma se obtendrá un trabajo con calidad, que permitirá evitar pérdidas de visas humanas o materiales.

Tanto con las herramientas y con los equipos se deben dar un adecuado manejo para conservar la vida útil de las herramientas y equipos y obtener un óptimo trabajo.

#### **5.3.1. El personal.**

- ✓ Evitar la utilización de cadenas, pulseras, anillos y relojes de mano, esto puede ser fatal por cuanto se puede enganchar en las bandas que tiene la máquina.
- ✓ Utilizar equipo de protección personal por motivos que se trabaje con líquidos limpiadores
- ✓ Evitar que la ropa de trabajo tenga partes sueltas, puede agarrarse en las bandas de la máquina.
- ✓ Utilizar mascarillas por el líquido limpiador de los filtros.
- ✓ Utilizar tapones para los oídos por motivos del ruido que ocasiona la vibración.

#### **5.3.2. La máquina.**

- ✓ Verificar que la alimentación eléctrica de la máquina sea de 110 Voltios.
- ✓ Verificar que las chumaceras estén engrasadas.

- ✓ Verificar que el sistema de transmisión funcione libremente.
- ✓ Verificar la tensión de las bandas y su estado de desgaste.
- ✓ Retirar las herramientas u objetos extraños que este sobre la plancha de vibración.
- ✓ Evitar tener aceite o líquidos regados cerca del lugar de trabajo.
- ✓ Identificación de área de circulación.

## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

Para la elaboración de este capítulo es necesario determinar el costo de construcción de la maquina para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración, para posteriormente realizar un análisis económico y financiero.

#### **6.1.PRESUPUESTO**

Antes de realizar el proyecto se hizo un estudio del mismo, se llegó la determinación de este banco vibrador para la limpieza de filtros hidráulicos, llegaba a costar 800 USD.

#### **6.2.ANÁLISIS ECONÓMICO**

En este punto se encontrará el valor máximo para construir la máquina limpiadora de filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración, para luego hacer un análisis económico comparando el costo de otra máquina.

##### **6.2.1. ANALIS ECONÓMICO FINANCIERO**

Para la construcción de la máquina se debe tomar mucho en cuenta los siguientes factores que son:

- 1) Los Material.
- 2) Las máquinas herramientas.

3) La Mano de obra.

4) Otros.

**1. Los Materiales.-** Aquí comprende por todos los materiales utilizados para construir la máquina, los mismos que se detallan en la tabla 6.1.

<b>MATERIALES PARA LA MÁQUINA</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR EN USD</b>
1 plancha de hierro de 6mm.	30
2 ángulos estructurales de 2 pulg. X 1/4.	40
1 platina de 3 pulg. de 4mm de espesor	20
1 tubo cuadrado estructural de 2 pulg. X 1/4	20
3 libras de electrodos E 6011	18
17 pernos de acero con tuerca	28
Una polea de 2 “ y 4”	8
1 banda.	6
Líquido limpiador para filtros hidráulicos.	15
Sierras.	5
Motor de ½ Hp, 1720 rpm.	164
Tiñer.	3
Chumaceras.	30
Cauchos.	15
Pintura.	8
<b>COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES</b>	<b>412 USD</b>

**2. Las Máquinas Herramientas.-** Para poder construir este proyecto, se utilizaron máquinas herramientas que existe en los laboratorios del ITSA y en la ciudad de Quito, las cuales realizaron diferentes tareas como diremos la lubricación

En el siguiente cuadro se representa el costo de fabricación de cada una de las máquinas herramientas.

**Tabla 6.2 Costo de fabricación de las máquinas herramientas.**

<b>MÁQUINAS HERRAMIENTAS</b>	<b>USD / HORA</b>
Torno	4.5
Suelda	4
Esmeril	1.5
Taladro	1.5
Sierra	1.5
Soplete para pintar	2
Amoladora	2
<b>COSTO TOTAL EN MAQUINAS HERRAMIENTAS</b>	<b>17</b>

En el siguiente cuadro se presenta los costos estimados para la fabricación de cada uno de los sistemas de la máquina.

**Tabla 6.3. Costo de fabricación de los sistemas mecánicos de las máquinas**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Base de las máquina	15

Estructura superior	15
Eje de la maquina	15
Excéntricas	20
<b>TOTAL DE FABRICACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS</b>	<b>65</b>

**3.- Mano de Obra.-** En la mano de obra estan comprendidos principalmente por el montaje, lubricación, pintura, etc.

**Tabla 6.4. Costos de mano de obra.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Montaje	20
Lubricación	5
Pintura	15
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>40</b>

**4. Otros.-** En este punto esta lo que comprende los materiales utilizados para las pruebas, costos de impresion de planos, transporte, etc.

**Tabla 6.5. Costos de otros gastos**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
<b>TOTAL DE OTROS GASTOS</b>	<b>150</b>

Por lo tanto, el costo total de la máquina para limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración es:

**Tabla 6.6. Costo total de la máquina**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Materiales	412
Máquinas Herramientas	82
Mano de obra	40
Otros	150
<b>TOTAL</b>	<b>694</b>

### **6.3. COMPARACIÓN CON OTRA MÁQUINA EXISTENTE EN EL MERCADO.**

En este punto se presenta el costo de una máquina similar correspondiente a la máquina limpiadora de filtros por medio de vibración.

**Tabla 6.7. Costo de un mecanismo similar comprado**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Costo de la maquina	800
Costo de importación	120
<b>TOTAL</b>	<b>920</b>

La finalidad de esta comparación es saber si es o no recomendable construir la máquina con nuestros materiales, mano de obra, máquinas herramientas, etc.

Costo de la Máquina Construida: USD. 694-

Costo de la Máquina comprada: USD. 920

La diferencia del costo de esta máquina es de USD. 226 a favor de la máquina construida.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

- El ITSA no contaba con una máquina para limpiar filtros hidráulicos por medio de vibración.
- Las partes construidas se elaboraron con tecnología existente en nuestro país y con mano de obra propia
- Luego de las practicas realizadas la máquina cumple todos los objetivos que existen al inicio del proyecto y que es la de limpiar filtros hidráulicos tipo malla de alambre por medio de vibración, la misma que garantiza un mejor desempeño del personal.
- Luego de haber finalizado con la construcción del banco de vibración se concluye que el proyecto será de mucha ayuda para el mantenimiento y enseñanza a la materia de una manera didáctica y sencilla.
- La máquina vibradora no se adapta para la limpieza de otros tipos de filtros.
- El costo de la máquina limpiadora para filtros ya especificados es mas bajo que aquellos que ofrecen en el mercado.

#### **7.2. RECOMENDACIONES.**

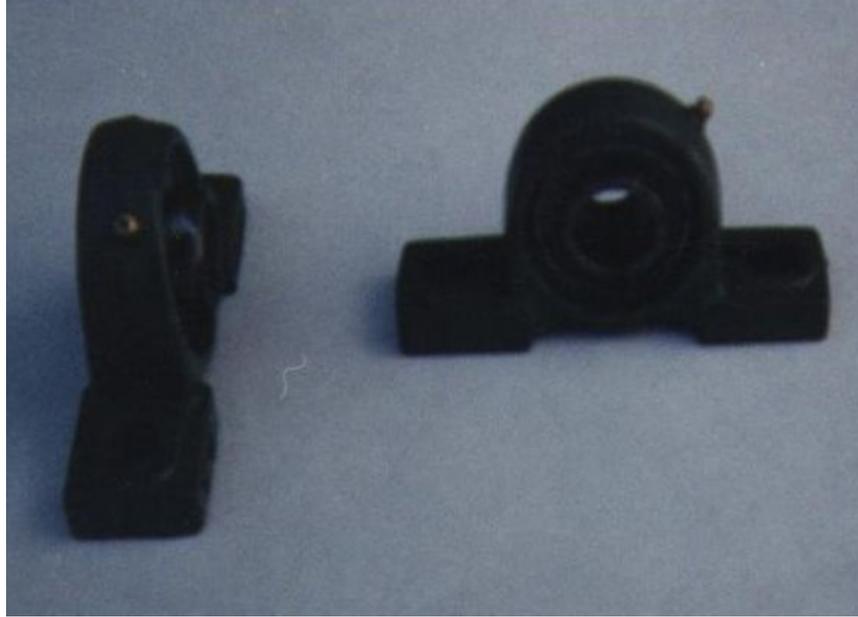
- Dadas las exigencias de contar con una máquina vibradora para la limpieza de filtros hidráulicos, se construyo esta máquina, partiendo de una adecuada pero minuciosa investigación.

- Esta máquina garantiza los trabajos que se desarrollan para el mantenimiento de los filtros hidráulicos tipo malla de alambre.
- Se ha elaborado una documentación de la máquina para el manual de procesos y de mantenimiento, puesto que es una base esencial para determinar las condiciones.
- Por ningún motivo debe tratar de desarmar la máquina o inspeccionar cuando la máquina este en funcionamiento.

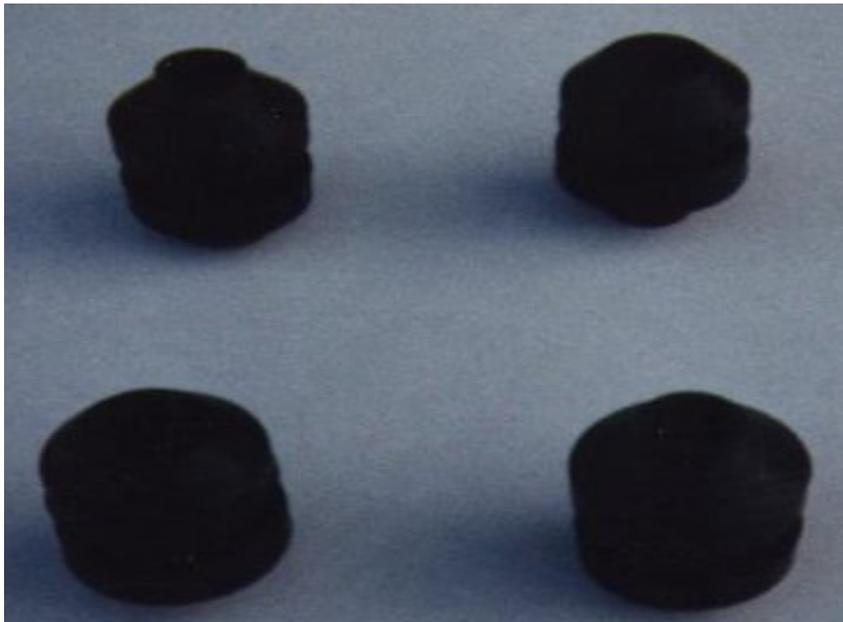
## BIBLIOGRAFÍA

- **S. Timoshenko y D.H. Young**, Problemas de vibración en Ingeniería, **segunda edición, México,1960.**
- **J. Justo Nieto**, Síntesis de Mecanismos, **Editorial A. C, Madrid,**
- J. Stiles Beggs, Mecanismos, Editorial. H.A.S.A., Buenos Aires, 1963.
- Norton Robert. L., Diseño de Máquinas, Primera Edición, 1995.
- Miguel Delgado, Manual de Oleohidráulica, Tercera Edición, Madrid, 1967.

# ANEXOS



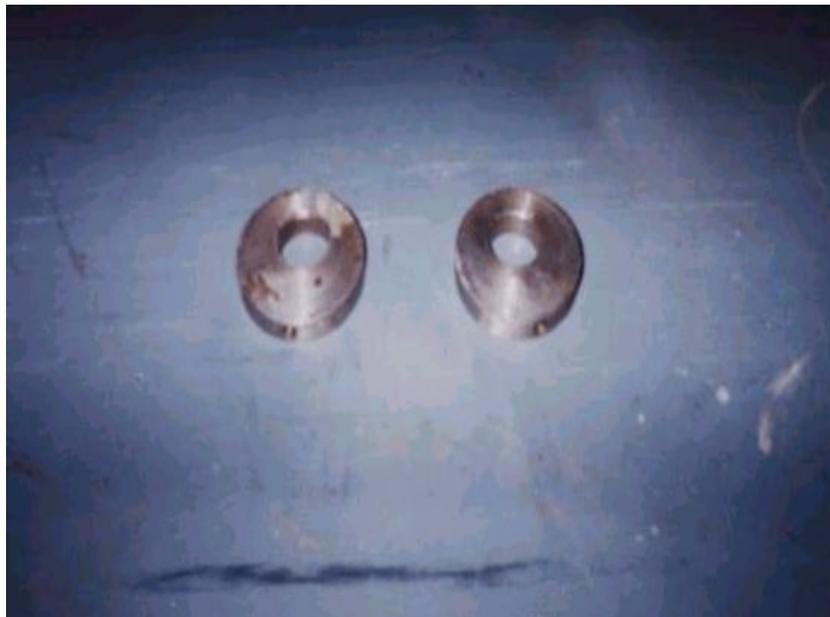
**CHUMACERAS**



**CAUCHOS**



**POLEAS**



**EXCÉNTRICAS**



EJE



MECANISMO



**BASE DEL EQUIPO**



**ESTRUCTURA SUPERIOR DEL EQUIPO**

## **HOJA DE VIDA**

### **DATOS PERSONALES.**

Apellidos: Almeida casanova.

Nombres: Roberto Fabián

Fecha de Nacimiento: 7 de Mayo de 1979.

Lugar de Nacimiento: Carchi-Tulcán.

Edad: 23 Años.

Estado civil: Soltero.

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

Pre- Primaria: Jardín de Infantes Leopoldo Chávez.

Primaria: Escuela Fiscal 11 de Abril

Secundaria: Instituto Técnico Superior “Vicente Fierro”

Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **HOJA DE VIDA**

### **DATOS PERSONALES.**

Apellidos: Enríquez Chacón.

Nombres: Carlos Alberto.

Fecha de Nacimiento: 4 de Octubre de 1979

Lugar de Nacimiento: Carchi-Tulcán.

Edad: 23 Años.

Estado civil: Soltero.

### **ESTUDIOS REALIZADOS.**

Pre- Primaria: Jardín de Infantes Leopoldo Chávez.

Primaria: Escuela Cristóbal Colon.

Secundaria: Instituto Superior Bolívar.

Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.**

**ELABORADO POR:**

**ALNO: ALMEIDA CASANOVA ROBERTO FABIÁN**

.....

**ALNO: ENRIQUEZ CHACÓN CARLOS ALBERTO**

.....

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MECÁNICA AERONAUTICA.**

**ING. EDUARDO CASTILLO**

**MAYO. TÉC. AVC.**

.....

**LATACUNGA, .....**