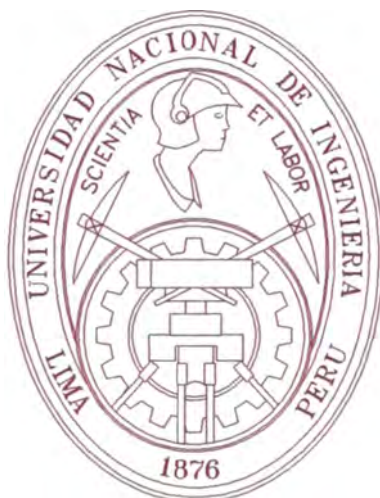


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“MEJORAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION Y MANUAL DE  
MANTENIMIENTO DE VENTILADORES AXIALES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECANICO**

***PEDRO HENRY LICETA SILVA***

***PROMOCIÓN 2000-II***

**LIMA – PERU**

**- 2006 -**

# INDICE

Prologo

Capitulo 1

1 – Introducción.

Capitulo 2

2 – Análisis de la Producción.

2.1 - Problemas Comunes que había en la Producción Anteriormente.

2.2 - Soluciones implementadas para mejorar la Organización de la Producción

Capitulo 3

3 – Áreas a Implementar.

3.1 – Área de Mantenimiento.

3.2 – Departamento de Control de la Calidad

Capitulo 4

4 – Procesos de Producción.

4.1 - Diagrama de Flujo del Proceso de Fabricación.

4.2 - Descripción de los Procesos.

Capitulo 5

5 – Clasificación de la Materia Prima para la Fabricación de un Ventilador Axial.

## Capítulo 6

### 6 – Mejoras en la Distribución de la Fábrica.

#### 6.1 - Descripción de la distribución de las Áreas de Producción.

## Capítulo 7

### 7 - Análisis FODA Aplicado al Área de Producción.

#### 7.1 – Matriz Foda

#### 7.2 – Presupuesto Para Realizar los Cambios en Producción.

#### 7.3 – Cronograma de trabajos para mejoras del Área.

#### 7.4 – Cultura Organizacional para el Personal.

## Capítulo 8

### 8 – Manual de Mantenimiento de Ventiladores Axiales.

#### 8.1 – Introducción.

#### 8.2 – Objetivo del Mantenimiento.

#### 8.3 – Procedimiento de Mantenimiento de un Ventilador Axial.

##### 8.3.1 – Análisis de la Estructura de un Ventilador.

###### 8.3.1.1 – Corrosión en la Estructura.

###### 8.3.1.2 – Preparación de la Superficie y Pintura.

###### 8.3.1.3 – Deformación o Impacto en la Estructura.

##### 8.3.2 – Revisión del Rodete de Aluminio.

###### 8.3.2.1 – Picaduras por Corrosión del Aluminio.

###### 8.3.2.2 – Pérdida de Ajuste en el Diámetro Interior del Eje del Rodete.

##### 8.3.3 – Revisión del Alabe.

##### 8.3.4 – Revisión del Motor Eléctrico.

###### 8.3.4.1 – Bobinado del Motor.

8.3.4.2 – Núcleo Magnético.

8.3.4.3 – Rotor.

8.3.4.4 – Tapas del Motor.

8.3.4.5 – Carcaza de Motor.

8.3.4.6 – Otros.

8.3.5 – Pruebas.

8.3.6 – Pernos.

## Capitulo 9

9 – Costos de Fabricación y Mantenimiento.

Conclusión

Bibliografía

Planos

Anexos

# Prólogo

Lo que se quiere realizar en una empresa de fabricación de ventiladores axiales es mejorar la organización de la producción mediante una debida planificación de trabajos y procesos.

También se busca mejorar la calidad humana mediante un adecuado sistema de cultura organizacional, capacitaciones, y reuniones con los jefes de cada área.

Para poder realizar un mantenimiento a un ventilador Axial se preparó un Manual de Mantenimiento de un Ventilador Axial. A continuación detallaré cada uno de los capítulos tratados:

Capitulo 1 se hará una breve descripción de la empresa, de cómo las Minas van exigiendo cada día mas Ventiladores Axiales de buena calidad y como nosotros realizamos el trabajo para cumplir con las exigencias requeridas por el cliente.

Capitulo 2 se vera los problemas existentes en la empresa, como estuvo organizado y después del análisis como debe reorganizarse el Departamento de Producción.

Capitulo 3 se vera como es muy importante contar con los Departamentos de Mantenimiento y el Departamento de Control de la Calidad y las funciones que deben cumplir.

Capitulo 4 se presentara como se desarrolla los procesos de Producción en la Fabricación o el Mantenimiento de los Ventiladores Axiales.

Capitulo 5 se organizara la forma como se debe solicitar los insumos clasificándolos de acuerdo al material y a las características Técnicas para lo cual son empleados en la fabricación de un ventilador axial.

Capitulo 6 se describe y se organiza cada Área de tal forma que se ahorre el menor tiempo de paradas hombre en la fabricación o reparación de algún componente. Dando a conocer los espacios de trabajo en cada área.

Capitulo 7 se realiza un Análisis Foda al Departamento de Producción buscando una estrategia adecuada para mejorar los puntos débiles de la producción y mejorarlos para el bien de la empresa. Se presenta también un presupuesto de los cambios que se realizaran para organizarse mejor y aumentar su Producción, también las fechas en que se desarrollaran estos cambios.

En este capitulo también se trata de los cambios de cultura Organizacional que se deben enseñar al personal Técnico.

Capitulo 8 se realizo un manual para poder realizar el mantenimiento Correctivo a los Ventiladores Axiales, detallando las causas de las fallas, las soluciones que se deben dar, tomando como guía las Normas Técnicas empleadas en Ventilación, y tolerancias de mediciones para realizar un buen Mantenimiento al ventilador y como garantía del caso se realiza las pruebas necesarias que garantizan el buen funcionamiento del ventilador.

Capitulo 9 se realizo los costos de fabricación y mantenimiento que se debe realizar al Ventilador.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

El objetivo del presente Informe de Suficiencia es entregar una guía de cómo Mejorar la Organización del Departamento de Producción en una Planta de Fabricación de Ventiladores Axiales, presentando además un manual de Mantenimiento de un Ventilador Axial.

El Método empleado para poder Mejorar la organización en el Departamento de Producción fue por el Análisis FODA.

Después con este Método se analizo cuales son los puntos que deberían mejorar y se evaluó una inversión en la infraestructura y cambio de la cultura del personal, para mejorar la Producción, y se realizo un análisis de la recuperación de la inversión, como resultado final fue el aumento de la producción y las Ganancias para la empresa.

El Manual de Mantenimiento de Ventiladores Axiales se basa en la recopilación de información de Catálogos del Proveedor, el manual de Mantenimiento de la Fábrica, Normas Internacionales sobre calidad del material y sus componentes del Ventilador, Normas Internacionales sobre el grado de Balanceo Dinámico, Vibración, Ruido y Ventilación.



La Fábrica de Ventiladores Axiales comenzó con el Mantenimiento de Ventiladores Axiales y cuando se ganó más experiencia y técnicas en este tipo de trabajos se comenzó a fabricar Ventiladores Axiales.

Al inicio de la fabricación se comenzó desarrollando Ventiladores similares a los Ventiladores que se realizan mantenimiento, y después de un tiempo se fue mejorando los modelos de los Ventiladores mediante pruebas realizadas a nuestro equipos, también nos ayudó a mejorar nuestros Ventiladores modelos de Ventiladores Internacionales especialistas en la fabricación de Ventiladores Axiales Internacionalmente.

Esto nos ayudó a mejorar la eficiencia de nuestros equipos.

Con la ayuda de instrumentación necesaria para la medición de las características principales de un Ventilador se garantizan un óptimo funcionamiento del Ventilador.

Para un buen funcionamiento en Mina de nuestros Ventiladores se tiene que tomar en cuenta los siguientes factores, la Corriente Consumida del Ventilador, la Potencia consumida por el Ventilador, la Vibración del Ventilador, el Caudal del Ventilador, la Presión Estática y la Presión Total.

El peor problema en la producción que se encontró fue una mala organización por problemas del manejo del personal, no contar con un Supervisor, una mala distribución de las áreas de trabajo, una mala organización en cuanto a los consumos o insumos necesarios para el mantenimiento de un Ventilador.

El presente informe busca mejorar la organización del departamento de producción y como se realiza el mantenimiento de los ventiladores axiales que llegan de Mina.

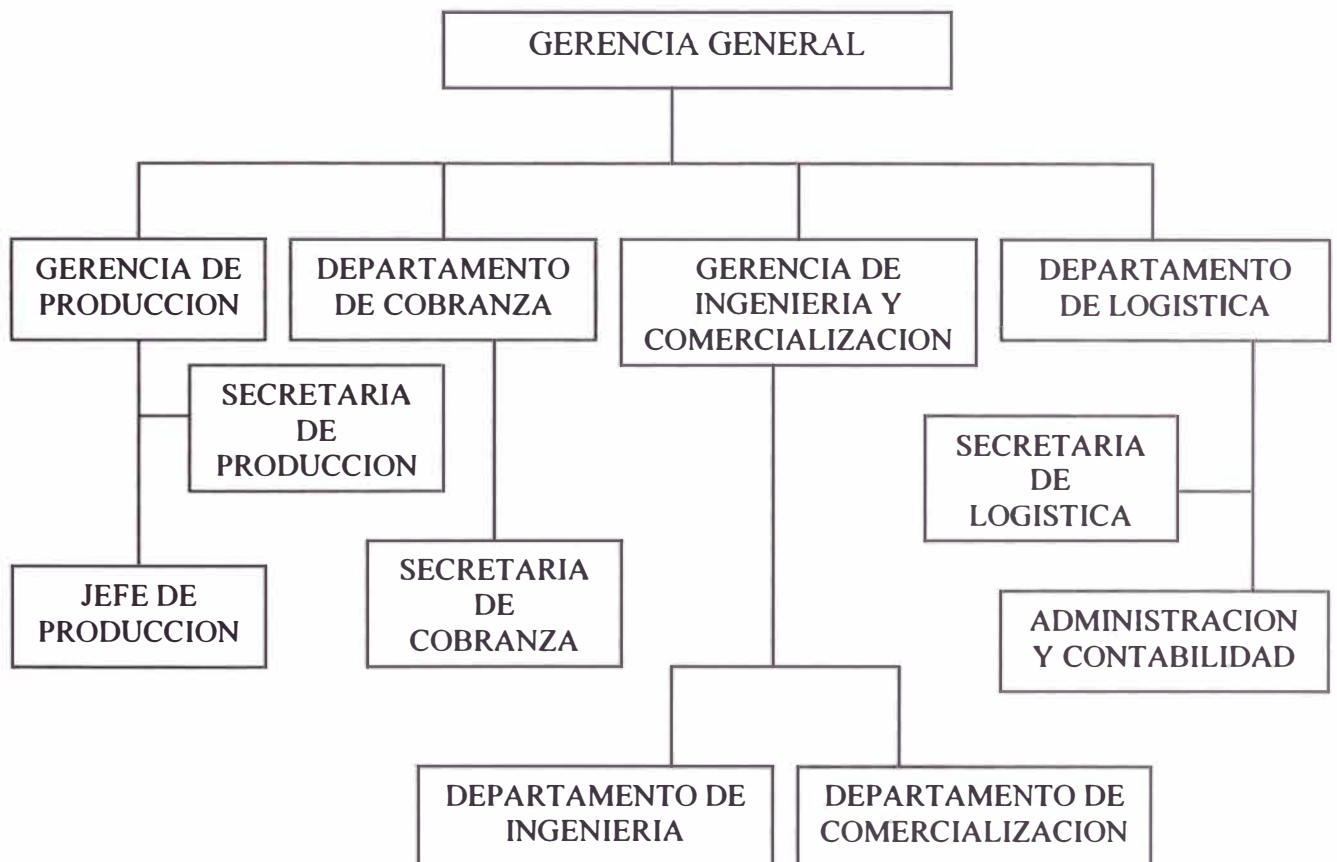
El Jefe de Producción no tenía tiempo para verificar todos los procesos ya que tenía que realizar los informes técnicos de los ventiladores que llegaban para

mantenimiento, tenía que planificar los trabajos del día de acuerdo a las ordenes de trabajo, tenía que llenar su data de ingreso de horario del personal, verificar el orden que se debe llevar en el taller, el Diseño de Ventiladores, Las pruebas de vacío de los motores, la prueba de los ventiladores, el consumo de materiales que necesitaba para realizar el mantenimiento o fabricación de los ventiladores axiales, la data de información de el tiempo de fabricación del Ventilador Axial, el tiempo empleado por parte de la mano de obra y los costos empleados para la fabricación del Ventilador.

El taller de Ventiladores tiene un Área de 30 m x 50 m

El taller de Ventiladores cuenta con las siguientes áreas:

- 1 – Oficina del Jefe de Producción.
- 2- Almacén de Equipos e insumos.
- 3 – Vigilancia
- 4 – Área de Equipos Almacenados.
- 5 – Área Eléctrica.
- 6 – Área de Balanceo Dinámico.
- 7 – Área de Maestranza.
- 8 – Área de Corte.
- 9 – Área de Armado y soldadura.
- 10 – Área de acabado y Pintura.
- 11 – Área de Montaje.
- 12 – Área de Desmontaje.
- 13 – Área de Pruebas.



**Organigrama 1.1 - Jerarquías de la Empresa**

## CAPITULO 2

### ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

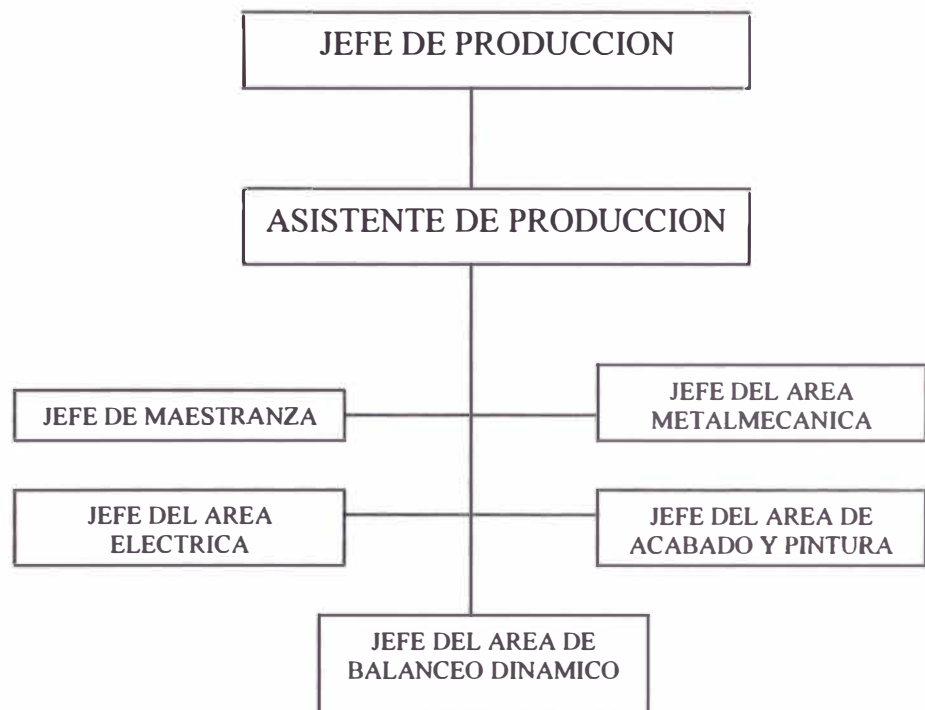
#### 2.1 **Problemas Comunes que había en la Producción Anteriormente**

Los problemas de la producción en la empresa más comunes son los siguientes:

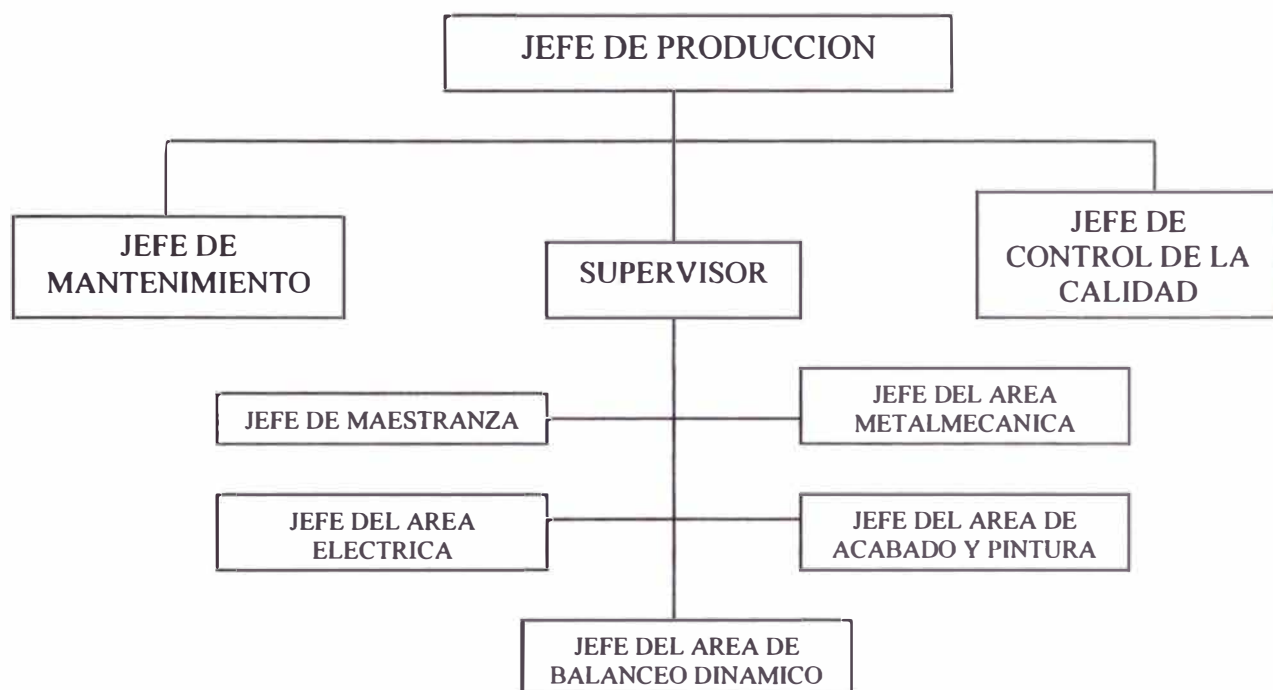
- 1 – Los trabajos programados por el Jefe de Producción eran cambiadas por algún miembro de los Departamentos de Gerencia de Ingeniería y Comercialización, el Departamento de Logística o por el Gerente de Producción, por lo que no se podía trabajar en una forma ordenada.
- 2 – El Jefe de Producción no tenía un registro del tiempo de cada Proceso.
- 3 – El personal trabajaba en una forma desorganizada, es decir avanzaba en diferentes órdenes de trabajo a la vez.
- 4 – No había una buena comunicación con los Departamentos de Logística y Gerencia de Ingeniería y Comercialización.
- 5 – En el Taller de Ventiladores no había un Almacén, se tenía que sacar los insumos del Almacén del otro local, por lo que se perdía mucho tiempo en traer los insumos o materiales, y solo la atención de este Almacén era de 8:00 a.m. a 9:00 a.m.
- 6 – Había fallas constantes por la falta de Supervisión.

- 7 – No había un Jefe de Área que organizara y dirigiera al personal de su Área para lograr los objetivos de trabajo programados por el Jefe de Producción.
- 8 – Los productos terminados no tenían un buen control en los acabados, por lo que muchas veces se tenían que corregir estos errores, lo que aumentaba el costo del equipo y el retraso en la entrega del equipo al Cliente.
- 9 – Había una carencia de herramientas para el montaje de los Ventiladores por lo que en muchas ocasiones se perdía el tiempo en la fabricación de una de estas herramientas y en otras ocasiones se dañaban los insumos.
- 10 – No tenían organizadas sus herramientas y solo había un juego de herramientas para todos, por lo que se perdía mucho el tiempo el esperar que acabe un proceso para pasar al otro proceso, o en otras ocasiones se perdía el tiempo buscando la herramienta por que otra área lo estaba utilizando en ese momento.
- 11 – En el mecanizado de los componentes del Ventilador no se lograba avanzar ya que solo se contaba con un solo Torno, y en muchas ocasiones se tenían que programar horas extras para poder concluir con los trabajos.
- 12 – Las áreas estaban desorganizadas de acuerdo al avance de cada proceso, por ejemplo el área de corte estaba al fondo del taller y el área de metalmecánica estaba muy lejos, por lo que se perdía el tiempo en trasladar las planchas cortadas hasta el área de Metalmecánica.

- 13 – No se tenía un Supervisor quien organice al personal, quien haga cumplir los trabajos programados por el Jefe de Producción y quien verifique todas las tolerancias de Mantenimiento o Fabricación que necesita el Ventilador



**Organigrama 2.1.1 – Anterior Organigrama de Producción**



**Organigrama 2.1.2 – Nuevo Organigrama de Producción**

## **2.2 Soluciones implementadas para mejorar la Organización de la Producción**

En el Departamento de Producción se realizó los siguientes cambios:

- 1 – Se realizó un Inventario General de todos los equipos y herramientas que se tenían en el taller de Ventiladores, para después solicitar las herramientas y equipos necesarios para cada área.
- 2 – Se contrató un Supervisor para cumplir las siguientes funciones:
  - a – Controlar los tiempos de cada proceso.
  - b – Verificar que cada proceso se realice de acuerdo a las tolerancias permitidas en el mantenimiento y Fabricación del Ventilador.

- c – Informara al Jefe de Producción de los avances o retrasos existentes en cada orden de trabajo.
  - d – Preparar la programación de los trabajos de acuerdo a los tiempos de entrega de los ventiladores según las ordenes de trabajo.
  - e – Coordinar con los Jefes de Área sus responsabilidades que involucran en cada Proceso.
  - f – Coordinar con los Jefes de Área cuales son los trabajos programados y las metas que se deben alcanzar durante el día.
  - g – Dar solución inmediata a cualquier problema que impida la normal ejecución de los procesos por medio de coordinaciones con los Jefes de cada Área.
  - h – Coordinar con Almacén los insumos y materiales que necesitaran durante el día.
- 3 – Se capacito a los Jefes de Área para que puedan manejar a su personal y cumplan las siguientes funciones:
- a – Dirigir al personal de la mejor manera posible y enfocarle a su personal que demuestren su máximo esfuerzo para poder cumplir los trabajos programados del día, o también mejorando las técnicas empleadas en cada proceso.
  - b – Se mejoro las coordinaciones con las otras áreas del taller de Ventiladores para que todos estén conectados y tengan en mente un objetivo común que es concluir el Ventilador.
  - c – Coordinar con el personal como se debe realizar el trabajo en caso de dudas.



- d – Informar al Supervisor los insumos o materiales que necesitaran para poder realizar los trabajos programados del día.
- 4 – Se realizaron charlas de Seguridad Industrial semanalmente para todo el personal para que puedan cumplir las siguientes funciones:
- a – Cumplir con las órdenes del Jefe del Área y buscar la eficiencia en sus acciones.
  - b – Cumplir con las normas de seguridad, orden e higiene industrial señaladas por el Supervisor.
  - c – Coordinar con el Jefe del Área los trabajos que se realizaran durante el día.
  - d – Cada vez que termine un proceso comunicar al Jefe del Área para que le designe el siguiente proceso.
- 5 – El Almacén que se tenía en el otro local se traslado hasta el Taller de Ventiladores y se tenía abierto el almacén todo el día, lo que se acorto los tiempos de entrega de los insumos y materiales.
- 6 – Las áreas se distribuyeron de acuerdo al avance de cada proceso para disminuir tiempos muertos por traslado de materiales a la siguiente área.
- 7 – Se converso con el Departamento de Logística, Gerencia y Comercialización y el Departamento de gerencia de Producción para que no cambien los trabajos programados durante todo el día por el Supervisor.
- 8 – Se coordinaba mejor con el Departamento de Logística sobre los Insumos y Materiales que necesitaban para poder realizar el

Mantenimiento o Fabricación del Ventilador de acuerdo a la Hoja de Consumo entregada por el Jefe de Producción.

- 9 – Se coordinaba mejor con el Departamento de Ingeniería y Comercialización sobre las Visitas Técnicas en mina, los Informes Técnicos de los Ventiladores que llegaban para su Mantenimiento.
- 10 - Las herramientas estaban mejor organizadas, cada Área tenían sus herramientas, esto disminuyo el tiempo en el montaje de un Ventilador y en la realización de cada trabajo con estas herramientas.

## **CAPITULO 3**

### **ÁREAS A IMPLEMENTAR**

#### **3.1 - Área de Mantenimiento**

En la actualidad no se cuenta con el área de Mantenimiento, debido a las constantes paradas de la producción por las fallas de las maquinas y por fallas de las instalaciones eléctricas, posteriormente se implementara el Área de Mantenimiento, aunque no sea un punto a tratar, solo se mencionara el organigrama de funciones que llevara el Jefe de Mantenimiento, a continuación se menciona las siguientes funciones:

- 1 - Clasificar cuales son las maquinas y equipos críticos de la Producción.
- 2 - Controlar y planificar los sistemas de mantenimiento correctivo y Preventivo a los que se quiere llegar.
- 3 - Tendrá un registro de la vida de la maquina y equipo.
- 4 - Tendrá que presentar una solicitud de parada de maquina o equipo para su mantenimiento al Jefe de Producción.
- 5 - Tendrá que realizar una hoja de consumo para el mantenimiento de la Maquina o equipo.
- 6 - Tendrá un registro de los materiales mas críticos de cada Maquina o equipo.

- 7 - Presentar costos de mantenimiento correctivo y preventivo.
- 8 - Tendrá que estar en constante coordinación con el Jefe de Producción, Supervisor y Almacén.

### **3.2 - Departamento de Control de la Calidad**

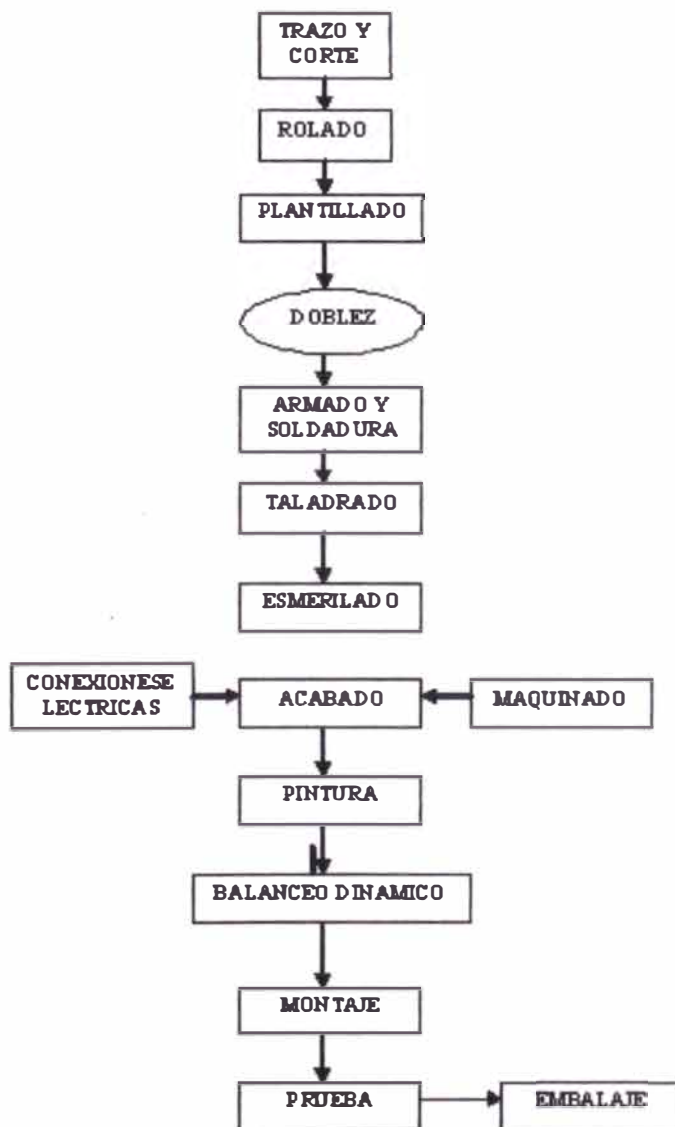
En la Producción también es muy importante la presentación final y el buen funcionamiento del Ventilador, y para llegar a que el Ventilador cumpla los requisitos de Ventilación, se necesita verificar que en cada proceso cumpla con las tolerancias exigidas par tener un producto de Calidad, por esta razón se piensa implementar el Departamento de Calidad, por lo cual el Jefe de Control de la Calidad deberá cumplir las siguientes funciones:

- 1 - Verificar la calidad de los materiales e insumos.
- 2 - Verificar medidas según especificaciones técnicas, Normas y Manuales de los componentes del Ventilador.
- 3 - Verificar medidas de los planos del Ventilador.
- 4 - Verificar las medidas de tolerancia de los componentes para el acabado final del Ventilador.
- 5 - Verificar el procedimiento de montaje del ventilador.
- 6 - Verificar características de ventilación mediante pruebas del Ventilador.
- 7 - Verificar la calidad del embalaje del ventilador y realizar el Certificado de la prueba.
- 8 - Conseguir, mantener y mejorar la calidad del Ventilador.

## CAPITULO 4

### PROCESOS DE PRODUCCIÓN

#### 4.1 - Diagrama de Flujo del Proceso de Fabricación



## **4.2 – Descripción de los Procesos**

### **1 - AREA DE MAESTRANZA**

- Maquinado de masa o masas de aluminio.
- Injerto de eje de rotor.
- Fabricación de canal chavetero en masa o masas.
- Fabricación de canal chavetero en eje posterior de rotor.
- Fabricación de chaveta posterior.
- Fabricación de tapa de masa o masas.
- Maquinado de alabes.
- Taladrado y avellanado de alabes.
- Fabricación de pernos de alabes.
- Limado de perfil inferior de alabes.
- Fabricación de discos o platinas de fijación de alabes.
- Fabricación de distanciador.
- Fabricación de arandela de fijación de impulsor.
- Fabricación de rosca interior en eje posterior de rotor.
- Montaje de alabes.

### **2 - AREA DE CORTE**

- Trazo y corte de cilindro base.
- Trazo y corte de carcaza de aletas fijas.
- Trazo y corte de campana.
- Trazo y corte de acople.
- Trazo y corte de anillo de aletas fijas delantero.

- Trazo y corte de anillo de aletas fijas posterior.
- Trazo y corte de aletas directrices delantero.
- Trazo y corte de aletas directrices posterior.
- Trazo y corte de disco delantero.
- Trazo y corte de disco posterior.
- Trazo y corte de base de anclaje.
- Trazo y corte de refuerzo de base de anclaje.
- Trazo y corte de base de motor.
- Trazo y corte de refuerzo de base de motor.
- Trazo y corte de cancamos.
- Trazo y corte de caja de borneras.

### **3 - AREA DE ARMADO Y SOLDADURA**

- Rolado de cilindro base.
- Rolado de carcaza de aletas fijas.
- Rolado de campana.
- Rolado de acople
- Rolado de anillo delantero.
- Rolado de anillo posterior.
- Rolado de bridas.
- Rolado de difusor (auxiliar).
- Rolado de reducción (auxiliar).
- Rolado de carcaza de silenciadores (auxiliar).
- Plantillado de bridas.

- Plantillado de cilindro base.
- Plantillado de carcaza de aletas fijas.
- Plantillado de carcaza de silenciadores (auxiliar).
- Doblez de aletas directrices delantera.
- Doblez de aletas directrices posterior.
- Doblez de refuerzo de base de anclaje.
- Fabricación de bridas.
- Fabricación de anillo delantero.
- Fabricación de anillo posterior.
- Fabricación de caja de borneras.
- Fabricación de campana aerodinámica.
- Fabricación de acople de manga.
- Fabricación de carcaza de aletas fijas.
- Fabricación de difusor (auxiliar).
- Fabricación de reducción (auxiliar).
- Fabricación de silenciador (auxiliar).
- Fabricación de base de motor.
- Fabricación de base de anclaje.
- Centrado y soldadura de cancamos.
- Centrado de anillo de aletas fijas delanteras con la soldadura de las aletas directrices.
- Centrado de anillo de aletas fijas posterior con la soldadura de las aletas directrices.
- Centrado de base de motor con su refuerzo.



- Centrado de salida de caja de borneras.
- Centrado y soldadura de base de caja de borneras.
- Centrado y soldadura de aros antideformacion.

#### **4 - AREA DE BALANCEO DINAMICO**

- Desmontaje de motor.
- Montaje de sistema rotante.
- Montaje y acondicionamiento en maquina balanceadora de sistema rotante.
- Balanceo Dinámico de sistema rotante
- Desmontaje de sistema rotante.

#### **5 - AREA ELECTRICA**

- Prueba de motor en vacío.
- Montaje de motor.
- Ampliación de conexión de cables.
- Soldadura de terminales eléctricos.
- Prueba de Aislamiento.

#### **6 - AREA DE ACABADO Y PINTADO**

En los Componentes Principales como son:

- Cilindro Base
- Campana Aerodinámica
- Carcaza de Aletas Fijas

- Acople de Manga
- Impulsor
- Motor

Los trabajos que se realizan son:

- Limado.
- Esmerilado.
- Lijado.
- Masillado y pulido.
- Pintado.
- Secado en horno.

En los Componentes Auxiliares

- Difusor
- Reducción
- Silenciador

Los trabajos que se realizan son:

- Limado.
- Esmerilado.
- Lijado.
- Masillado y pulido.
- Pintado.
- Secado en horno.

**7 - AREA DE MONTAJE**

- Montaje de base de anclaje.
- Centrado de motor (incluye conector, manguera flexible, graseras y soldadura de topes de base de motor).
- Centrado de impulsores (incluye tiempo de colocación de tapas).
- Montaje de campana aerodinámica.
- Montaje de carcasa de aletas fijas.
- Montaje de acople de manga.
- Montaje de difusor (auxiliar).
- Montaje de reducción (auxiliar).
- Montaje de silenciadores (auxiliar).

**8 - AREA DE PRUEBAS**

- Instalación eléctrica para prueba (instalación grupo electrógeno, tablero y ventilador).
- Prueba de ventilador.
- Regulación de posición de alabes variables para determinar un óptimo funcionamiento del Ventilador.

**9 - AREA DE EMBALAJE**

- Fabricación del embalaje para despacho del ventilador.

## CAPITULO 5

### CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE UN VENTILADOR AXIAL

A continuación se muestra como se clasifico la materia prima.

Para modo de ejemplo se utilizara el consumo de materiales del Ventilador Axial

Modelo VAV.18 – 14 – 3450 – II.

Esta Plantilla también se adjuntara en los anexos.

Dependiendo al tipo de material se clasifico los materiales de la siguiente manera:

#### **1 – PLANCHAS DE FE**

- a – 1 unid Pl 5/16" x 840 x 540 mm
- b – 1 unid Pl ¼" x 910 x 1464 mm
- c – 1 unid Pl ¼" x 190 x 1500 mm
- d – 1 unid Pl 3/16" x 200 x 1150 mm
- e – 1 unid Pl 1/8" x 800 x 1600 mm

#### **2 – DISCOS DE PLANCHA DE FE**

- a – 1 unid disco Pl ½" Ø 366 mm
- b – 2 unid disco Pl 3/16" Ø 350 mm
- c – 1 unid disco Pl 1/16" Ø 380 mm

**3 – PLATINAS**

a – 3 unid platinas  $\frac{1}{4}$  x  $1 \frac{1}{2}$ " x 6 m

b – 1 unid platinas  $\frac{3}{16}$  x 1" x 6 m

**4 – EJE DE FIERRO TREFILADO**

a – 1 unid eje de Fe Trefilado de 2" x 3"

**5 – TUBOS DE FIERRO NEGRO**

a – 1 unid Tubo de  $\emptyset$  int. 42 mm espesor  $\frac{1}{8}$ ", longitud 0.05 m

**6 – SOLDADURA**

a – 5 Kg. Cellocord AP  $\frac{1}{8}$ ".

b – 7 Kg. Supercito  $\frac{1}{8}$ ".

c – 0.5 Kg Overcord S  $\frac{1}{8}$ ".

**7 – INSUMOS DE CORTE**

a – 2 unid electrodo y boquilla de Plasma

b – 7 Kg de Acetileno

c – 1 m<sup>3</sup> de Oxigeno

d – 1 unid de disco de corte 7"

e – 1 unid de hoja de sierra.

**8 – ACABADO**

a – 4 unid de disco de desbaste 7"

b – 7 unid lija metálica n° 40

c – 2 unid de lija al agua N° 120

d – 3 unid de masilla plástica mas 6 catalizadores.

**9 – PINTURA**

a – 5 gln de thiner acrílico

b – ¼ gln de base de zincromato.

c – ¼ gln azul al duco.

d – 1 ½ gln esmalte al horno.

#### **10 – MALLA DE PROTECCION**

a – 1 unidad de malla de protección de 1” cocada de 700 x 700 mm.

#### **11 – ACERO H**

a – 2 m de acero H Ø 35 mm.

#### **12 – FIERRO LISO**

a – 1.6 m de fierro liso

#### **13 – COMPONENTES**

a – 1 unidad de motor de 20 Hp, 2 polos con brida

b – 1 unidad Tablero Y/Δ de 20 Hp

c – 2 unidad de masa de aluminio Ø 14”.

d – 20 unidad de alabes modelo Joy de altura 200 mm.

#### **14 – MONTAJE**

a – 36 pernos de cabeza hexagonal 7/16 x 1 ¼” juego completo G8.

b – 36 pernos de cabeza hexagonal 7/16 x 1 1/2” juego completo G8.

c – 18 pernos de cabeza hexagonal 1/4 x 1 1/4” juego completo G8.

d – 20 pernos de cabeza hexagonal 1/4 x 3/4” c/arandela de presión G8.

e – 2 pernos de cabeza hexagonal 1/2 x 2” c/arandela de presión G8.

f – 4 pernos de cabeza hexagonal 1/2 x 2 1/2” juego completo G8.

g – 4 pernos socket M10 x 60 mm G8

h – 20 tuercas con empaquetadura Ø 7/8”.

i – 20 arandelas planas Ø 7/8”.

- j – 3 m de cable THWN N° 12.
- k – 6 unid de terminales eléctricos N° 10.
- l – 3 m de espaguete de fibra de vidrio.
- m – 1 unid de cinta aislante.
- n – 1 unid de cinta vulcanizada.
- o – 2 unid de barra de estaño 50/50.
- p – ¼ unid de pasta de soldar.
- q – 1 unid de lija metálica N° 80.
- r – 0.3 m de manguera flexible Ø 1 ¼”.
- s – 2 unid de conectores Ø 1 ¼”.
- t – 2 unid de broca 1/8”
- u – 1 unid placa de fabricación.
- v – 1 unid placa de tablero.
- w – 10 unid remaches pop de 1/8 x 5/8”.

### **15 – MANIOBRAS**

- a – 4 gln de gasolina de 84 oct.

### **16 – PRUEBAS**

- a – 1 unid cinta aislante.
- b – 8 gln de Diesel.

### **17 – EMBALAJE**

- a – 6 unid de tablilla 1” x 100 mm x 1500 mm.
- b – 9 unid de tablilla de 1” x 100 mm x 900 mm.
- c – 2 unid de tablas de 1” x 200 mm x 1500 mm.
- d – 3 unid de listón de 3” x 3” x 900 mm.

e – 3 unid de listón de 2” x 3” x 1100 mm.

f – 2 Kg. de clavos de 2”

g – 2 Kg de clavos de 2 ½”.

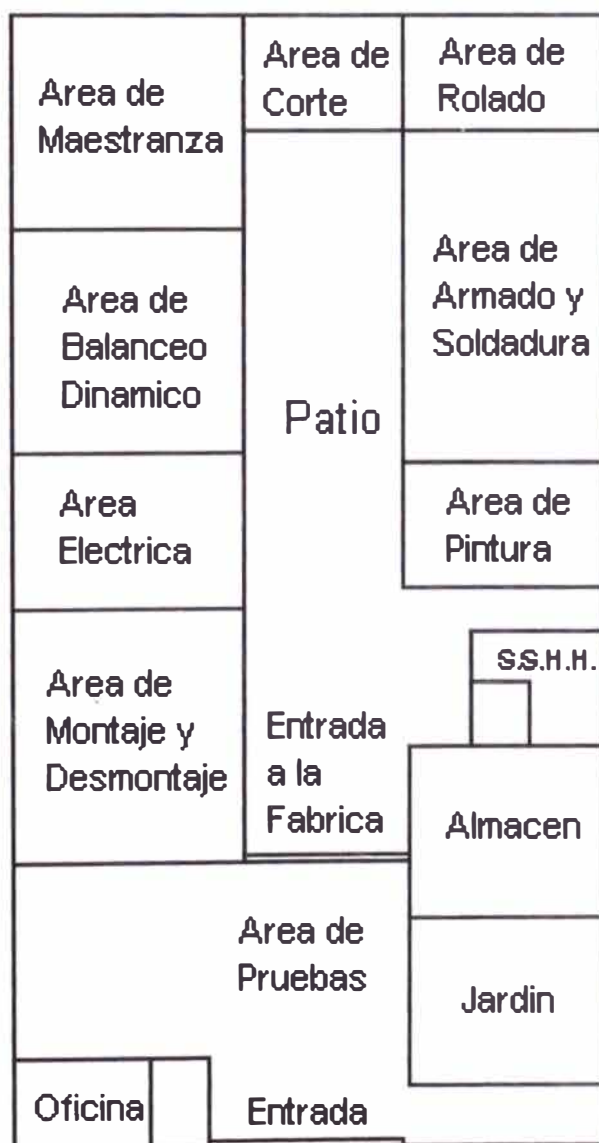
h – 4 unid pernos cabeza hexagonal 7/16 x 2 ½” juego completo G8.



## CAPITULO 6

### MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA FÁBRICA

La distribución de la Fábrica se ordeno tal como la figura se muestra:



**Figura 6.1 - Distribución de la Fábrica**

## **6.1 – Descripción de las Áreas de Producción**

### **1 - Oficina de Producción**

La oficina de Producción es el área de donde se parte cualquier orden de trabajo.

De acuerdo a la orden de trabajo se planifica el consumo, el plano de desarrollo y montaje. Es el área que coordina directamente con Gerencia de Producción y con el personal.

Se entrega al técnico el manual de instrucciones para la fabricación o reparación del ventilador.

Área 3 m x 3.5 m.

### **2 – Almacén**

Una vez realizado y aprobado por Gerencia de Producción la hoja de consumo almacén se dispone a solicitar los insumos o materia prima para la fabricación o reparación del ventilador. Entregando al Supervisor los insumos.

En el almacén se guardan todos los insumos, materiales y componentes que se necesitan para la fabricación o mantenimiento de un Ventilador.

En cuanto a las planchas que se compran estas se almacenan en un separador de planchas en el área de corte en el cual estos separadores están clasificados de acuerdo a los espesores de plancha, cuyo control de estas planchas lo tiene registrado los responsables del Almacén.

En esta área también se guardan las maquinas de soldar, maquinas de corte por plasma y amoladoras.

Área 9 m x 7 m

### **3 – Área de corte**

Una vez que se compra el material se procede con el corte de las planchas, en el área se cuenta con maquinas de corte por plasma, una compresora que es la que abastece de aire para el corte de la maquina de plasma y un equipo de oxicorte.

También cuentan con una mesa con cajones para guardar sus herramientas.

Área 9 m x 7.7m

### **4 – Área de Rolado**

Después del corte se pasa al área de rolado, se cuenta con una Roladora, donde se rolan planchas de espesores hasta de ¼”.

En esta área se rolan todos los componentes del ventilador.

Área 9 m x 6.2 m

### **5 – Área de Armado y Soldadura**

Luego del rolado se comienza a armar y soldar cada componente del ventilador, tales como Bridas, Campana Aerodinámica, Cilindro Base, Carcaza de Aletas Fijas, Acople de Manga, Base de Motor, Base de Anclaje, Caja de Borneras, los Anillos de Fijación de Aletas Directrices y las Aletas Directrices.

Se cuenta en esta área con 6 maquinas de soldar trifásicas y 3 mesas de trabajo dividido por separadores opacos para que no se dañen la vista.

Área 14.6 x 6.2 m

## **6 – Área de Maestranza**

En el Área de Maestranza se realiza el mecanizado de la masa de aluminio y los alabes, en caso de doble etapa el ventilador se acondiciona el eje posterior del motor.

Estos trabajos se realizan en paralelo a los trabajos de armado y soldadura.

Se cuenta con un torno mecánico de 2m entre puntos, 650 mm de escote y de bancada 500 mm, otro torno mecánico de 1m entre puntos, 450 mm de escote y de bancada 400 mm, una Limadora accionada por engranajes, dos Taladros Verticales de 1 CV y 0.5 CV., también una prensa hidráulica de 1 Tonelada.

En esta área también se encuentra 2 mesas con cajones para guardar los instrumentos y herramientas.

Área 9 m x 6.4 m

## **7 – Área de Balanceo Dinámico**

Una vez mecanizado se arma el impulsor y se une al rotor del motor para su Balanceo Dinámico. Se cuenta con una Maquina Balanceadora y un armario donde se guarda los componentes de la maquina balanceadora y sus herramientas.

Área 6.4 m x 7.4 m

## **8 – Área Eléctrica**

En el área Eléctrica es el área donde se realizan la Reparación o el Mantenimiento de los motores trifásicos y la ampliación de longitud de los

cables de conexión en caso de Ventiladores de Fabricación, estos trabajos también se trabajan en paralelo a los otros procesos.

Se realizan la pruebas de vacío de los motores, pruebas de los tableros eléctricos.

En esta área se tiene un horno eléctrico para el secado del barniz aislante del motor, también se cuenta con una mesa donde se adaptó un enrollador de alambre de cobre para separar por peso cada bobina o para el diseño de la bobina y una mesa donde guardan sus herramientas y para los trabajos de Reparación, Mantenimiento o Fabricación.

Área 6.4m x 7.3 m

#### **9 – Área de Pintura**

Luego de concluir los trabajos en el área de armado y soldadura, en el área de Maestranza, en el área Eléctrica y el área de Balanceo Dinámico, se procede a dar el acabado del Ventilador y el pintado característico de cada componente del Ventilador.

En esta área se cuenta con una compresora y una mesa donde guardan sus materiales y herramientas.

Área 5.5 m x 6.2 m

#### **10 – Área de Montaje y Desmontaje**

Una vez terminado todos los procesos de Fabricación o Mantenimiento se realiza el montaje del Ventilador. En esta área también se realiza el desmontaje de los Ventiladores que llegan de mina para su Mantenimiento,

para poder realizar su respectivo informe. Para realizar el montaje cuentan con una caja de herramientas.

Área 6.4 m x 12.8 m

### **11 – Área de Prueba**

Una vez realizado el montaje se procede a probar las características eléctricas, mecánicas y de ventilación del ventilador.

De acuerdo al resultado de la prueba se analiza todas las posibles fallas y se corrige.

En esta área se cuenta con un grupo Electrónico de 150 Kw.

Área 12.6 m x 12.6 m

### **12 – Área de Embalaje**

Luego de realizar la prueba y haber retocado el ventilador y haber colocado toda su identificación se procede a embalar para su respectivo despacho.

Área 4 m x 4 m.

## **CAPITULO 7**

### **ANALISIS FODA APLICADO AL ÁREA DE PRODUCCIÓN**

Por lo que se ha visto en la empresa y recaudación de información de todas las áreas, se realizo el siguiente Análisis FODA para poder cambiar y organizar el Área de Producción.

## 7.1 – Matriz Foda

		OPORTUNIDADES			AMENAZAS			
		O1	O2	O3	A1	A2	A3	A4
<b>FORTALEZAS</b>								
El personal es muy Eficaz en los trabajos programados.	F1	Capacitación al personal Técnico de Soldadura, personal Técnico de Maestranza, personal Técnico de Balanceo Dinámico, personal Técnico Eléctrico, para traer nuevas técnicas que acorten los tiempos en cada proceso.			Para el aumento de la Producción se necesita contratar más personal Técnico Calificado.			
La Fábrica tiene un buen Prestigio y es reconocido en el Sector Minero.	F2	Se implementara bajo asesoramiento, las normas ISO 9001 para mejorar la Calidad de nuestros productos para la satisfacción de nuestros clientes, a través de Procedimientos en cada proceso.			Buscar mejorar los diseños de los Ventiladores para obtener una mayor eficiencia en las características de Ventilación.			
Los Ventiladores salen del Taller de Ventiladores con una Garantía y con un programa de instalación del Ventilador en Mina, lo que le da un valor agregado más al Ventilador.	F3	Para tener Ventiladores que presten las garantías de funcionamiento necesario se compran insumos y componentes de calidad y con un debido manejo de nuestros Tecnicos se llega a cumplir con el objetivo.			La empresa aumentara el tiempo de garantía del Ventilador de 3 meses a 6 meses.			
Se ofrece al cliente un Servicio Técnico postventa, para que vean las condiciones de funcionamiento o los programas de mantenimiento del Ventilador de acuerdo al Ambiente de trabajo, la Altura y el periodo de funcionamiento continuo del Ventilador.	F4	Buscar nuevas herramientas de calidad como software de procesos de producción.			Mejorar el servicio al cliente ya sea con un valor agregado, que represente un costo mínimo y de calidad (Marketing).			
Se da un Soporte Técnico Preventa para la selección del Ventilador Axial de acuerdo a las Características de ventilación que necesitan en Mina.	F5	Se creo el Departamento donde nosotros asesoramos cual es el Equipo adecuado para las características de Presion y Caudal que necesita para su trabajo.			Ganar los clientes de la competencia mediante estrategias publicitarias, charlas o Asesoramiento técnico.			
Cada año va aumentando la producción de Mantenimiento y Fabricación de Ventiladores Axiales.	F6	En los tiempos que se tenga demasiada producción se debería comprar materiales y Componentes y guardarlos de stock en Almacén, para que en caso de subida de precios de materiales no se tenga problemas en adquirirlos. Para ampliar la producción se necesita un local más amplio.			Se debe implementar calidad en la empresa, primeramente mediante charlas sobre calidad y comenzar ha implementarlas poco a poco en cada área de acuerdo a las normas ISO 9001.			

Cuadro 7a - MATRIZ FODA



	O1	O2	O3	A1	A2	A3	A4
<b>DEBILIDADES</b>							
No Se contaba con una Maquina Balanceadora en la empresa se tenia que mandar a un Servicio para realizar este trabajo.	D1	Se debe comprar una Maquina Balanceadora donde se estabiliza la vibración a los Sistemas rotantes y así se evite los tiempos de demora de entrega del Balanceo Dinámico de los sistemas rotantes que se realizan en el servicio. Para el área de Balanceo Dinámico se necesita construir un cerco de seguridad.		Para aumentar la competitividad se debe adquirir un Instrumento Potatil de Balanceo Dinamico para realizar balanceos Dinamicos In Situ y una Maquina Balanceadora Dinamico que realice el equilibrio de Fuerzas Axiales y Radiales			
El sistema de Atención del Almacén no era el adecuado ya que se tenía el Almacén en otro local y solo había un horario de atención de 8:00 a 9:00 a.m. y en la tarde de 2:00 a 3:30 p.m.	D2	Se necesita que el Almacén se instale en el Taller de Ventiladores y el horario este de acuerdo al horario de trabajo.		Modernizar el sistema de atención de Almacén mediante software de Kardex de stock de insumos y componentes. Contratar personal calificado para la atención del Almacén.			
El sistema de compra de los materiales no estaba bien organizado ya que su demora en comprar los materiales retrasaba la producción.	D3	Se contrato mas personal encargado para las compras ya que los compradores no se abastecian durante el día a todas las compras y despachos de los Ventiladores.		Contratar Ing. Industrial para que se haga cargo del Área de Logitica para que vea el sistema de compras y despachos de los Ventiladores.			
No se tiene un Registro de los tiempos de fabricación de cada proceso.	D4	El supervisor llevara el registro de tiempos empleados en el Mantenimiento y Fabricación de los Ventiladores Axiales.		Mejorar el sistema de recaudacion de informacion de los tiempos, mediante la contratacion de personal, y que este liderado por el Jefe de Produccion.			
No se tenía todos los formatos de verificación de medidas de ajustes o formatos de pruebas de todos los componentes del Ventilador, estaba inconcluso por la falta de Tiempo del Jefe de Producción.	D5	Contratar un Supervisor calificado que tenga experiencia en manejo de personal, que Conozca Técnicas de Soldadura, Conocimiento en Mecanizado y Conocimiento en Motores Eléctricos, para supervisar todos los procesos de Mantenimiento y Fabricación de los Ventiladores Axiales.		El Jefe de Producción confeccionara al manual de Procedimientos y Tolerancias del Mantenimiento y Fabricación de los Ventiladores. El Jefe de Producción realizara una hoja de consumo de los materiales y componentes que necesitara para realizar el Mantenimiento o Fabricación de los Ventiladores.			
El tomo que se tenía en el Taller de Ventiladores no tenía una revolución lenta y no tenía un buen diámetro de volteo, por lo que muchas veces se mandaban al Servicio de maquinado los componentes del Ventilador, sobretodo a piezas grandes y pesadas.	D6	Se debe comprar un nuevo Tomo de volteo 1.5 m y de baja revolución para que la producción de mecanizado no es retrase.		Compra de tomos de ultima generacion.			
Las herramientas estaban designadas la mayoría al Área de Maestranza y al Área Eléctrica, quienes son las Áreas que están en constante montaje de los ventiladores y Montajs de componentes en el Tomo. La carencia de herramientas en cada área retrasaba mucho la producción ya que tenían en muchas ocasiones que esperar a que termine un proceso para que pueda utilizar la herramienta la otra área.	D7	Se necesita construir nuevas mesas de trabajo y estructuras de apoyo, para el Área de Soldadura y el Área de Pintura. Para organizar mejor las herramientas se necesita la compra de nuevas herramientas y repartirlas a cada área y que cada uno de ellos los guarden en su respectiva caja de herramientas.		Comprar herramientas e instrumentos de buena calidad que le permitan disminuir los tiempos de ejecucion de un proceso.			
Las maquinas y equipos no prestaban la confiabilidad necesaria ya que son antiguas y se tenía que paralizar la producción para realizar su mantenimiento.	D8	Se necesita cambiar las maquinas y equipos con cierto penodo de funcionamiento crítico para que no afecte la Produccion.		Para cumplir con los trabajos cada equipo necesitara, 1 maquina de Corte por Plasma, 1 Compresora para la Maquina de Corte por Plasma, 1 Equipo de Oxicorte, 4 Maquinas de Soldar, 1 Compresora con Implementoa de Pintado, 1 Maquina Balanceadora, 3 Amoladora, 1 Cautil, 1 Tomo Mecánico, 1 Taladro Vertical y 1 Cepillo Mecánico.			

Cuadro 7b - MATRIZ FODA

		O1	O2	O3	A1	A2	A3	A4
		<b>DEBILIDADES</b>						
El personal no entendían lo importante que es el orden y la limpieza de sus herramientas y maquinas.	D9	Para organizar mejor las herramientas se necesita la compra de nuevas herramientas y repartirlas a cada área y que cada uno de ellos los guarden en su respectiva caja de herramientas.			Formar 3 equipos de Trabajos Sólidos cada grupo tendrá 2 Armadores, 2 soldadores, 2 Ayudantes de Metalmeccánica, 1 Técnico Mecánico (que sepa el uso de Maquinas Herramientas), 1 ayudante del Técnico Mecánico, 1 Técnico en Balanceo Dinámico, 1 pintor, 2 ayudantes de pintura, y 2 electricistas.			
El Jefe de Producción no tenía el tiempo suficiente de realizar un análisis de costos que le permita disminuir el costo de fabricación o mantenimiento de un Ventilador.	D10	Realizando un nuevo Organigrama de Produccion para que el Jefe de Produccion se desligue de todas las funciones que realiza para poder dedicarse al Analisis de Costos.			El Jefe de Producción se dedicara a evaluar los costos de Mantenimiento y Fabricación de los Ventiladores.			
No se contaba con un Área de Prueba para medir el Caudal, la Presión Total, la Presión Estática y la corriente consumida del Ventilador.	D11	Para el área de Prueba de Ventiladores se necesita construir una zanja de pruebas con una rejilla de protección.			Para dar un mayor valor agregado a nuestros Ventiladores se debe construir nuestra Área de Pruebas y comprar los instrumentos de medicion.			
No se contaba con un programa de Seguridad Industrial.	D12	Realizar charlas de Seguridad Industrial a todo el personal. Para reconocer cada área, se deben colocar el nombre de cada área y señalizar los lugares peligrosos, de transito de personas, maquinarias y transporte. Para que el operario Técnico trabaje de la mejor manera y sin ningún malestar, se deben comprar implementos de Seguridad Industrial, para la protección del personal y fabricar más protectores de arco eléctrico provocado por la soldadura, para la no irritación de la vista de los Técnicos Soldadores.			Se debe contratar Ing. Industrial para que se haga cargo sobre el Departamento de Seguridad Industrial.			
No se contaba con un departamento de mantenimiento donde permita obtener maquinas e instalaciones eléctricas en buen estado.	D13	Se debe implementar el Departamento de Mantenimiento, para realizar un Mantenimiento eléctrico y mecánico de las instalaciones eléctricas y de las maquinarias.			Se debe contratar Ing. Mecanico para que se haga cargo del Area de Mantenimiento.			
El tipo de pintura que se empleaba era un recubrimiento con pintura anticorrosivo y luego un recubrimiento con un esmalte color naranja Molibdeno lo que demoraba mucho en el secado ya que el secado se realizaba al medio ambiente y retrasaba mucho en la Producción.	D14	El tipo de Pintura en la carcaza del ventilador se cambio, por una pintura Esmalte líquido al horno color Naranja Molibdeno, con esto se redujo el tiempo de secado de la pintura, ya que la otra pintura tomaba para secar de 1 a 2 días (secado al aire). Para el área de pintura se necesita construir un horno a gas de 3 m x 3m x 3 m para el Secado de cada componente del ventilador.			Contratar Ing. Industrial para que se haga cargo del Área de Logística para que vea la calidad de los insumos y componentes.			
No se contaba con un horno eléctrico en el Taller de Ventiladores, solo se tenía en el local principal, se necesitaba un Horno Eléctrico para los trabajos de Rebobinado de los motores eléctricos que llegaban para su mantenimiento, se perdía mucho tiempo en trasladar los motores eléctricos hasta el otro local, lo que originaba el aumento del costo de mano de obra.	D15	Para el área Eléctrica se construirá un horno eléctrico de 3000 watts para el secado del barniz de los motores y para el secado de ventiladores de modelos pequeños. Su dimensión es 1.2 m x 1.2m x 2.5 m.			Comprar Materiales para la fabricacion inmediata de al Horno Electrico.			
No se contaba con un manual de procedimientos de fabricación del ventilador.	D16	Realizar manuales de fabricación para que el Supervisor y los Técnicos estén enterado de lo que se quiere construir.			Los Procedimientos Tecnicos sirven para poder fusionarnos a las Normas de Calidad ISO 9001.			
No se tenía un Staff de empresas que nos prestaran Servicios y nos facilitaran los Componentes de un Ventilador, tales como el Servicio de Fundición, Servicio de Maquinado, Servicio de Balanceo Dinámico, Servicio de Rolado de Platinas, Servicio de Alquiler de Grupo Electrónico, Proveedor de Motores Eléctricos, Proveedor de Tableros de Protección, solo se trabajaba con pocas empresas, y por esta razón no se tenían los componentes de los Ventiladores a tiempo o se elevaban los costos de Fabricación o Mantenimiento de un Ventilador.	D17	Tener mayores proveedores de materialse y componentes que se necesitan para realizar el Mantenimiento y Fabricación de Ventiladores para que se tenga una mayor Oferta y demanda de ellos.			Contratar Ing. Industrial para que se haga cargo del Área de Logística para que vea el sistema de compra y despacha de los Ventiladores.			
No contar con un Grupo Electrónico o una subestación eléctrica nos retrasaba con las Pruebas del ventilador, ya que se tenía que estar alquilando un Grupo Electrónico. Por lo que también retrasaba en la Producción o en la entrega del Ventilador.	D18	Es necesario contar con un Grupo Electrónico o una subestación eléctrica para realizar los protocolos de prueba de potencias superiores a 200 Hp.			Realizar la compra de un Grupo Electrogeno o la construccion de una Subestacion.			

Cuadro 7c - MATRIZ FODA

## 7.2 – Presupuesto Para Realizar los Cambios en Producción

Herramientas	3000 soles
8 unid Maquina de Soldar	40,000 soles
1 unid Maquina de Corte por Plasma	5000 soles
4 unid Compresor de 3 CV.	4000 soles
Implementos de Pintura	800 soles
1 unid Equipo de Oxicorte	1500 soles
6 unid Amoladoras	1800 soles
2 unid Cautiles Eléctricos	160 soles
2 unid Tornos Mecánicos	60,000 soles
2 unid Taladros de Columna	3000 soles
1 unid Cepillo Mecánico	8000 soles
Fabricación de un Horno a Gas	6000 soles
Fabricación de un cerco de Seguridad para Maquina Balanceadora	3000 soles
Fabricación de Zanja para Protocolo de Pruebas	6000 soles
Implementos de Seguridad Industrial	3000 soles
Cobertores para los Ventiladores de Stock	500 soles
Stock de Materiales para Mantenimiento	2500 soles
Construcción de Accesorios de Trabajo	1000 soles
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	4000 soles
Señalización de todas las Áreas	600 soles
Construcción de pisos Nivelados	4000 soles
Capacitación del Personal Técnico	12,000 soles
Inversión en Asesores que orienten sobre Normas de Calidad	10,000 soles
Compra de un Grupo Electrónico de 450 Kw.	50,000 soles
Cambio de Medidor de Energía Eléctrica	1500 soles
Costos para implementación de los Departamentos de Mantenimiento y Calidad	10,000 soles
Costo Total	<b>241,360 soles</b>

**Cuadro 7.5 - Presupuesto Para Produccion**

Para el bienestar de la empresa y su crecimiento tanto en lo tangible y lo intangible seria bueno comenzar a cambiar.

Esta Inversión fácilmente se podría recuperar en tres años, porque para el crecimiento de la empresa estará involucrada la eficiencia del personal, la organización de sus áreas y el apoyo de maquinarias muy confiables, para realizar trabajos de mucha precisión.

### **7.3 - Cronograma de Trabajos para mejoras del Área**

Fabricación de Horno a Gas	12 días
Fabricación de cerco de Seguridad de Maquina Balanceadora	12 días
Construcción de Zanja para Protocolo de Pruebas	25 días
Construcción de Pisos Nivelados	10 días
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	7 días
Señalización de las Áreas	1 día
Fabricación de Accesorios de Trabajo	4 días

**Cuadro 7.6 - Tiempo de Trabajos**

### **7.4 – Cultura Organizacional para el Personal**

#### **Charlas**

- 1 – Las charlas que se realizaran será sobre la Misión, Visión, Valores de la empresa, Análisis de Fallas por cada Área, Organización, Orden, Limpieza, Motivación y Seguridad Industrial. Estarán programados los días sábados a partir de la 2:00 p.m. a 3:00 p.m. para no afectar con las labores programadas.

- 2 – Se repartirá a cada participante un folleto comunicativo sobre la charla.
- 3 – La charla será dictada por el Jefe de Producción o por personas expertas en los temas.

### **Seguridad del Personal**

- 1 – Se implementara un botiquín de Primeros Auxilios y se colocara en una zona visible dentro del Taller de Ventiladores.
- 2 – El personal cuando realice un trabajo de esmerilado debe contar con lentes de protección transparente o caretas transparentes y supresores de ruido.
- 3 – El personal cuando realice trabajos de soldadura debe contar con una careta de protección, mandil de cuero, guantes de cuero manga larga, escaupines y un protector de respiración.
- 4 – El personal cuando realice el acabado y pintura debe contar con respiradores con doble filtro y simple filtro, también con guantes de neopreno.
- 5 – El personal cuando trabaje en los silenciadores deberán que contar con respiradores de doble filtro, lentes transparentes y gorros para que no les afecte la fibra de vidrio.
- 6 – Cualquier visita a nuestros talleres se les brindara casco con barbiquejo, supresor de ruido y lentes transparente.
- 7 – Cuando se realice los protocolos de Prueba todos los técnicos y los ingenieros presentes tendrán que contar con supresores de ruido, lentes transparentes y cascos con barbiquejos, y no debe haber

personas extrañas transitando en esta área, solo las personas encargadas.

- 8 – Para realizar el Balanceo Dinámico el Técnico debe contar con lentes transparentes, casco con barbiquejo y supresores de ruido y no deben transitar personas extrañas o cerca al lugar.

### **Motivación**

- 1 – Para motivar al personal se plantea beneficiar al personal que haya alcanzado un buen desempeño durante el año, revisando la eficiencia en sus trabajos, su tiempo record de horas y colaboración con la empresa.
- 2 – El Jefe de Producción o el Gerente de Producción deberá publicar en el periódico mural la producción de todos los meses, para que el personal se sienta motivado y mejore su producción.
- 3 – La empresa deberá organizar reuniones con el personal y su familia en Fiestas Patrias y Navidad con esto motivaría muy grandemente al personal y se sentiría identificado con su empresa.

## **Capacitación**

- 1 – Los soldadores y ayudantes será necesarios capacitarlos para que mejoren la calidad de nuestros productos y nosotros contar con personal calificado.
- 2 – Los Técnicos Mecánicos y ayudantes deberán ser capacitados en Operaciones de Maquinas Herramientas.
- 3 – Los Técnicos Electricistas y ayudantes deberán ser capacitados en Diseño de Bobinas, Rebobinado de Motores, Diseño de Tableros Eléctricos, Pruebas de Cortocircuito en los Núcleos Magnéticos, e Instalaciones Eléctricas para Pruebas.
- 4 – Capacitación al Técnico de Balanceo Dinámico y ayudante, para nuevas Metodologías de Balanceo Dinámico.
- 5 – Capacitación en manejo de Instrumentación de Protocolo de Pruebas a nuevos Electricistas y ayudantes mecánicos.

## **CAPITULO 8**

### **Manual de Mantenimiento de Ventiladores**

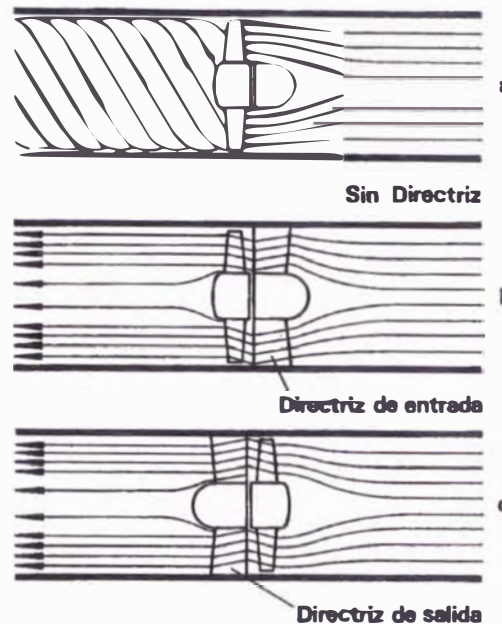
#### **Axiales**

##### **8.1 - Introducción**

El tipo de Ventiladores axial a la cual mencionaremos en el mantenimiento son mas conocidos como Los ventiladores turbo axiales con directrices tienen una hélice de alabes con perfil aerodinámico (ala portante) montado en una carcasa cilíndrica que normalmente dispone de aletas enderezadoras del flujo de aire en el lado de impulsión de la hélice. En comparación con los otros tipos de ventiladores axiales, éstos tienen un rendimiento superior y pueden desarrollar presiones superiores (hasta 24" c.d.a).

Las directrices tienen la misión de hacer desaparecer la rotación existente o adquirida por el fluido en la instalación, a la entrada del rodete o tras su paso por el mismo. Estas directrices pueden colocarse a la entrada o a la salida del rodete, incluso las hay móviles. Han de ser calculadas adecuadamente pues, aunque mejoran las características del flujo del aire haciendo que el ventilador trabaje en mejores condiciones, producen una pérdida de presión adicional que puede condicionar el resto de la instalación. Además, pueden ser contraproducentes ante cambios importantes del caudal de diseño.





**Fig. 8.1 - Comportamiento del Flujo del Aire sin Directriz y con Directriz**

## **8.2 - Objetivos del Mantenimiento**

El mantenimiento que se realiza a los Ventiladores son netamente correctivos y lo que se quiere conseguir es evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los equipos.

También disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.

Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.

Evitar accidentes.

Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de Operación.

Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.

Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debíamos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

### **8.3 – Procedimientos de Mantenimiento de un Ventilador Axial**

Para Realizar un Mantenimiento a los Ventiladores Axiales se sigue los siguientes Procedimientos:

- 1 – Análisis de la Estructura del Ventilador.
- 2 – Revisión del Rodete de Aluminio.
- 3 – Revisión de los Alabes.
- 4 – Revisión de los Motores Eléctricos.
- 5 – Pruebas
- 6 – Pernos de Montaje

#### **8.3.1 – *Análisis de la Estructura del Ventilador***

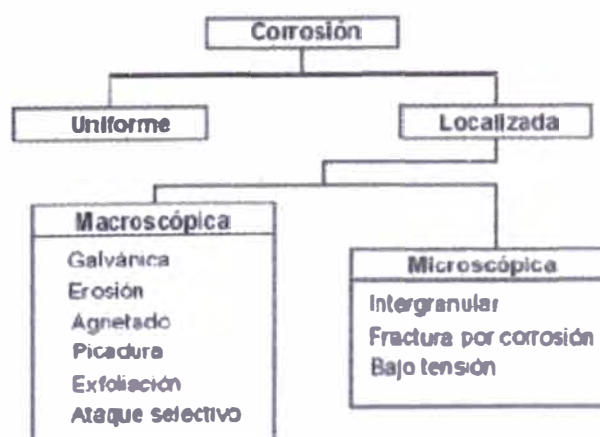
Para analizar la estructura del Ventilador se analiza los siguientes puntos:

- 1 – Corrosión en la estructura
- 2 – Preparación de la Superficie y Pintura
- 3 – Deformaciones o Impactos en la Estructura

### 8.3.1.1 – Corrosión en la Estructura

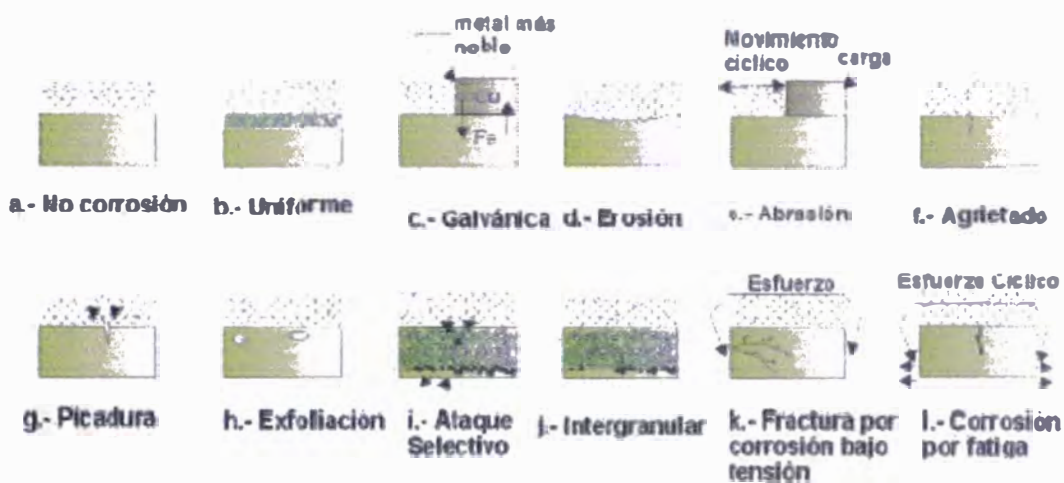
Como los Ventiladores Axiales para Mina son metálicos son muy propensos a la corrosión, por lo que hay muchos factores que influyen como la temperatura, la concentración y la presencia de otras sustancias contaminantes en las minas que provocan la acción de corrosión.

- 1 - Naturaleza de la sustancia corrosiva. La corrosión puede ser clasificada como húmeda o seca, para la primera se requiere un líquido o humedad mientras que para la segunda, las reacciones se desarrollan con gases a alta temperatura.
- 2 - Mecanismo de corrosión. Este comprende las reacciones electroquímicas o bien, las reacciones químicas.
- 3 - Apariencia del metal corroído. La corrosión puede ser uniforme y entonces el metal se corroe a la misma velocidad en toda su superficie, o bien, puede ser localizada, en cuyo caso solamente resultan afectadas áreas pequeñas.



**Fig.8.3.1.1 (a) – Diferentes Formas de Corrosión**

En los materiales metálicos de los Ventiladores axiales se pueden observar que existe la Corrosión Uniforme, la Corrosión por Erosión, la Corrosión por Agrietamiento, y la Corrosión por Picadura, estos tipos de Corrosión se explicaran en el Anexo Numero 13.



**Fig.8.3.1.1 (b) – Corrosión de Metales y Aleaciones**

### 8.3.1.2 – Preparación de la Superficie y Pintura

#### 1 - Preparación de la superficie

Los métodos de preparación de superficies son las normalizadas por las instituciones SSPC (Steel Structures Painting Council), NACE (National Association of Corrosion Engineers) y la SIS (Swedish Institute of Standards)

a - Norma SSPC-SP-1 Limpieza con solventes

Se basa en la acción de los solventes, emulsiones o compuestos para lograr la limpieza. Se usa para remover grasa, polvo y otros

materiales contaminantes. No se elimina: herrumbre, escamas de óxido, escama de laminación ni residuos de pintura vieja.

- b - Norma SSPC-SP-2 Limpieza con herramientas manuales  
Eliminación de óxido, escamas de laminación y pintura suelta con espátulas, piquetas, lijas o cepillos de alambre.
- c - Norma SSPC-SP-3 Limpieza con herramientas mecánicas  
Eliminación de óxido, escamas de laminación y pintura suelta, con lijadoras, esmeriles, cepillos mecánicos.



**Fig.8.3.1.2 – Amoladora para Preparación de Superficie**

- d - Norma SSPC-SP Limpieza con chorro de arena al metal blanco (Norma NACE N° 1, SIS Sa.3)  
Eliminación de todo óxido, escamas de laminación, pinturas y demás materiales extraños visibles, mediante chorro abrasivo (seco o húmedo) de arena o granalla.

- e - Norma SSPC-SP-10 Limpieza con chorro de arena al metal casi blanco (Norma NACE N° 2, SIS Sa. 2)  
  
Limpieza con chorro de arena al metal casi blanco, eliminando todo residuo visible de por lo menos 95% del área de cada pulgada cuadrada.
- f - Norma SSPC-SP-6 Limpieza con chorro de arena al metal gris comercial (Norma NACE N° 3, SIS Sa. 2)  
  
Eliminación de todo óxido, escamas de laminación, pintura y demás materiales extraños de por lo menos 2/3 ó 66% de cada pulgada cuadrada. Se acepta sombras suaves en menos de 1/3 ó 33% de cada pulgada cuadrada.
- g - Norma SSPC-SP-7 Limpieza con chorro de arena simple (Norma NACE N° 4, SIS Sa. 1)  
  
Eliminación con chorro de arena de todo material suelto, excepto residuos de escamas de laminación, óxido y pinturas que estén bien adheridas, exponiendo numerosas y uniformemente distribuidas áreas de metal limpio.

## **2 - Relleno de Superficies Limpias**

Después de limpiar las superficies de las estructuras del Ventilador Axial, en ocasiones se encuentran picaduras en la plancha producto de la corrosión por lo que se tienen que utilizar productos de rellenos para que la superficie quede lisa, por lo que a continuación se describirá algunos productos y sus usos.

Los productos que comúnmente se utiliza en los rellenos o acabados que se da tanto a las planchas como en algunas ocasiones a los rodetes son:

A – ZEINC PRIEMER X5

B – BONKFLEX POLIESTER BODY FILLER

C – MASILLA PREMIUM

En el Anexo Numero 14 se hará mención de las características de cada uno de ellos.

### **3 - Aplicación de Recubrimiento**

El método de aplicación de recubrimiento es:

Spray convencional

La pintura es arrastrada (succionada) por una presión de alrededor de 20 a 60 psi, a la cabeza del spray. Esta cabeza del spray obliga al material a pasar a través de un orificio estrecho donde es entonces mezclado con un flujo dual de aire. La fuerza del aire que entra en la corriente de pintura produce atomización fina del material el cual se sienta suavemente sobre la superficie a ser revestida.

A continuación se describe y se da el uso de las pinturas con que se trabaja en los Ventiladores estos son los siguientes:

A - BASE AL HORNO

B – ESMALTE AL HORNO

C – BASE ZINCROMATO MAESTRO

Las características de estos productos se darán en el Anexo Numero 15.

### 8.3.1.3 – *Deformaciones o Impactos en la Estructura*

Los Ventiladores Axiales en muchas ocasiones llegan las estructuras con deformaciones producidos en el transporte o en el montaje, también llegan los Ventiladores con impactos, esto

ocurre cuando los alabes se destrozan ya sea por el exceso de Vibración o por el impacto de alguna roca por explosiones que hay en los perímetros de las minas.

Por lo que en muchas ocasiones son afectados los Cilindro Base, las aletas Directrices, las Campanas o Conos de Succión, y los Acoples de Manga.

Para repararlos se tiene que determinar si aun es recomendable la reparación o la nueva fabricación del componente.

Cuando se realiza la reparación se realiza los siguientes procedimientos:

1 - Se inicia el lijado de la plancha y remoción de residuos de la pintura anterior.

2 – Para el planchado de la plancha se puede realizar en frío o en caliente, el planchado en frío son para espesores de plancha delgado hasta 3 mm, y el planchado en caliente para espesores mayores a los 3 mm. Los espesores de las Aletas Directrices, Acople de Manga y Campana o Cono de Succión son de espesores de 3 mm.

Los espesores del Cilindro Base, Carcaza de Aletas Fijas, Refuerzos de Base de Anclaje y Anillos Delantero y Posterior son de espesores de  $\frac{1}{4}$ ".



Los espesores de los Apoyos Laterales y los Cancamos de Izaje son de espesores 5/16". Los espesores de la Base del Motor y los Apoyos de las Bases de los Motores son de espesores de 1/2".

El espesor del Disco del Soporte del Motor es de 3/4".

3 – Luego de enderezar y dar la forma de la plancha se procede al masillado de la zona planchada.

4 – Después una vez seco la masilla se procede al lijado de la masilla para tener una superficie uniforme.

5 – Luego se aplica la Base al Horno.

6 – Luego se aplica el Esmalte al Horno.

7 – Secado del Esmalte al Horno.

8 – Acabado de la Pintura.

9 – Inspección Final.

### **8.3.2 – Revisión del Rodete de Aluminio**

El Rodete es un componente muy importante del Ventilador Axial, y los casos que se ha observado de falla son los siguientes:

1 – Picaduras por Corrosión del Aluminio.

2 – Perdida de Ajuste en el Diámetro Interior del eje del Rodete.

#### *8.3.2.1 – Picaduras por Corrosión del Aluminio.*

Cuando llega de Mina muchas veces los rodetes llegan impregnados de polvillos oscuros producidos por los monóxidos de las maquinas o por las partículas del mineral de la Mina, dependiendo del tiempo de

funcionamiento del ventilador muchas veces estas capas de polvillos oscuros legan a medir un espesor de 1.5 mm lo que provoca un desbalanceo del Sistema rotante, para que no ocurra esto se limpia el Rodete con arena a presión.

Los rodetes sufren deterioro en la superficie debido a la erosión del fluido y partículas contaminantes en el ambiente de trabajo en Mina.

La erosión produce que la superficie del rodete se comienza a picar a medida que pasa el tiempo, en algunas ocasiones llegan a debilitar el rodete y a veces se acelera el proceso de rajadura del rodete con la vibración excesiva.

En muchas ocasiones se tienen que cambiar los rodetes, pero cuando es mínimo la picadura de la superficie del rodete se utiliza para relleno el Primer Acrílico Doble Acción que es Recomendado para aplicaciones en aluminio, fibra de vidrio, fierro negro, etc. Base de doble acción, anticorrosiva y protectora, que solo alarga el periodo de cambio del rodete.

Para determinar si solo son picaduras superficiales se debe tomar placas radiográficas del rodete o si no realizar pruebas de ultrasonido, aunque son más costosas realizar estas pruebas que el costo de un Rodete nuevo.

Más detalles se darán en el Anexo Numero 18 sobre estos Métodos.

### *8.3.2.2 – Perdidas de Ajuste en el Diámetro Interior del*

#### *Eje del Rodete*

El Ajuste en el Eje del Rodete lo pierde cuando no se ha realizado el debido mantenimiento al Ventilador, las posibles causas son el mal ajuste entre el diámetro interior del eje del Rodete y el Eje del Rotor al momento de mecanizar y el desgaste del diámetro interior del eje del Rodete.

Para reparar el mal ajuste del diámetro interior del eje del Rodete se embocina el eje del Rodete de acuerdo a las dimensiones del eje del Rotor del Motor.

### **8.3.3 – Revisión del Alabe**

Lo que mas sufre el alabe es picaduras por corrosión del aluminio, por lo general que se recomienda son el cambio de los alabes cuando se note esto en los alabes para prevenir cualquier rotura posterior.

Cuando llega de Mina los alabes llega en una cierta posición, por lo cual se toma nota para colocar los nuevos alabes en la misma posición.

Los modelos de los alabes son diferentes y varían de perfil y altura de acuerdo a las características de ventilación para los cuales están diseñados.

Algunos modelos de alabes están fijados con un solo perno y en otras ocasiones con 2 o 4 pernos.

Los que van con 2 y 4 pernos se mecanizan la base del alabe para que puedan fijarse al Rodete.



**Fig.8.3.3 – Modelo de Rodetes y Alabes**

### **8.3.4 – Revisión del Motor Eléctrico**

Para revisar el Motor Eléctrico se tiene que verificar lo siguiente:

#### *8.3.4.1 - Bobinado del Motor*

Hay muchos factores que causan el deterioro del bobinado pero también se puede mencionar que una causante de falla del Aislamiento son los contaminantes que ingresan dentro del bobinado, por mas herméticos que sean, siempre se encuentran en los bobinados.

Para poder limpiar el bobinado se utiliza el Solvente Dieléctrico

SS – 25.

A continuación se describe las causas de las fallas en el bobinado de un motor:

- Secuencias de Fases.
- Perdida de Fase.
- Subtensiones y Sobretensiones.

- Desequilibrio.
- Sobrecarga.
- Cortocircuito.
- Falla de aislamiento.

Más información sobre estas fallas se encuentra en el

Anexo N° 2 y Anexo N° 3

#### *8.3.4.2 - Núcleo Magnético*

- Conjunto de laminaciones de acero al silicio de 0.25 a 0.40 mm.
- Permeabilidad y pérdidas por histéresis bajas.
- Las laminaciones se someten a procesos químicos para impregnar en ellas un aislamiento para minimizar las corrientes de eddy.
- Por sus dimensiones se construye por paquetes de segmentos de laminaciones.
- Las ranuras pueden ser rectas ó sesgadas.

Las ranuras sesgadas reducen el efecto de pulsación del flujo magnético y de las armónicas en el voltaje inducido..Cuando se funde el cobre del bobinado ocurre que se puede fundir las láminas de silicio o tan solo se impregnan en ella..Para determinar el daño y la zona afectada se realiza una Prueba de Cortocircuito al Núcleo Magnético. Si el daño es muy grave se tiene que reparar las láminas de Silicio sacando todo y colocando nuevas laminas de Silicio.

### 8.3.4.3 - Rotor

En el rotor se revisa los siguientes componentes:

- 1 – Se verifica el Alineamiento del Eje del Rotor.
- 2 – Se Verifica el Ajuste de los Asientos de los Rodamientos.
- 3 – Se verifica los Rodamientos.

#### **1 – Verificación del Alineamiento del Eje del Rotor**

Para verificar el Alineamiento del Eje del Rotor se centra en el Torno, ya se con la ayuda de la contrapunta del Torno o de una Luneta de apoyo del Eje del Rotor, una vez centrado se utiliza un Reloj comparador capaz de captar variaciones de medidas. No da directamente la medida de una magnitud, sino la comparación con otra conocida. Esta captación es posible gracias a un mecanismo de engranajes o palancas, el mecanismo va encerrado en una caja de acero o aluminio de forma circular atravesado por un eje que termina en una bola de acero templado y se desliza sobre unos cojinetes o guías. Este eje es el que se pone en contacto con la pieza a verificar, por lo que es muy sensible, transmitiendo la captación a unos engranajes que mueven la aguja que marca la unidad en una silueta parecida a la del reloj, pero dividida en 100 partes iguales equivalen a 0,01 mm. La esfera del reloj es, normalmente, giratoria, para ajustar el cero a la posición más conveniente, a medida que se va girando el Eje la aguja del Reloj Comparador va oscilando las posibles excentricidades que hubieran en el diámetro del Eje.

Para comparar si esta alineado o no el Eje del Rotor el valor mínimo recomendado es de 0.02 mm de oscilación en el Reloj Comparador.

El Eje de un Rotor Sufre un desalineado por el Exceso de la carga Dinámica, también por fallas de los Rodamientos, por deformación por exceso de temperatura debido a fallas eléctricas y por fallas debidos a la excentricidad del Rotor con referencia al Núcleo Magnético.

Para corregir el desalineado del Eje se rellena con OVERCORD S los puntos desalineados y se rectifica el Eje.

## **2 – Verificación del Ajuste del Asiento de los Rodamientos**

El Asiento de los Rodamientos se verifica con la ayuda de los micrómetros de Exteriores.

El Micrómetro es un aparato de medida muy exacto y preciso utilizado sobre todo en mecánica. Su principio se basa en que una eje roscado al dar una vuelta entera, hace avanzar un tornillo, axialmente, un paso, es decir, una entrada en un tornillo. Su funcionamiento se basa en un tambor, en el que se dibuja una regla dividida en 50 partes: el tornillo tiene un paso de 0,5 mm, que girando el tambor, este avanza o retrocede. El tambor tiene dos toques: cerrado del todo, en el que el 0 del tambor ha de coincidir con el 0 de la regla, y el abierto del todo en el que la última línea de la regla tiene que coincidir con el 50. La lectura se hace de la siguiente forma:

- Primero se mira los milímetros enteros de la regla del eje.
- Después se lee los medios milímetros, en el caso de que hubieran.

- Luego, se mira la línea en el tambor en la que la regla lo “corta” perpendicularmente.

- Por último, se suma todo: milímetros enteros, medios milímetros y centésimas de milímetros (regla del tambor). Los Asientos de los Rodamientos en el Eje del Rotor se desgastan debido aun mal alineamiento, por la excentricidad del Alojamiento del Rodamiento en las Tapas o por la falta de ajuste en los Alojamientos de los Rodamientos..Para corregir esta falla se rellena el Asiento del Rodamiento con OVERCORD S y se rectifica el Eje.

El ajuste que debe tener el asiento del rodamiento con respecto al diestro interior del rodamiento es de + 0.02 mm.

### **3 – Verificación de los Rodamientos**

Los Rodamientos son otra causa de falla en el motor mayormente se deterioran por las siguientes causas:

Descascarillado.

Fallas en las pistas.

Circunferencia sobre las pistas.

Áreas descascarillado fuera del centro.

Descascarillado fuera del centro.

Descascarillado diagonal de las pistas.

Áreas descascarilladas en los intervalos de los elementos rodantes.

Cambio de color o reblandecimiento de los elementos rodantes o de las pistas.



Daño visible.

Fractura o agrietamiento.

Daño en la jaula.

Oxidación.

Desgaste.

Erosión eléctrica.

Asperezas.

Embarradura.

Deslizamiento.

Todos los detalles de estas fallas se encuentran en el Anexo N° 1.

El Rodamiento es el componente del motor que tiene un 41% de fallas con respecto a los otros componentes del motor.

#### *8.3.4.4 – Tapas de Motor*

En las tapas se verifica lo siguiente:

- 1 – Verificación de las Posibles rajaduras de la Tapa
- 2 – Verificación de los Alojamiento de los Rodamientos

#### **1 – Verificación de las Posibles Rajaduras de la Tapa**

- Las rajaduras de las tapas pueden producirse por golpes ocasionados por accidentes en el Ventilador.
- Puede ocurrir por vibraciones mecánicas que aumentan a medida de que no se realiza el mantenimiento al Ventilador.
- Puede ocurrir por un mal ajuste de los pernos de montaje de la tapa.

- Puede ocurrir por un mal ajuste en la unión de la tapa a la carcasa del Motor.

- Puede ocurrir debido a la excentricidad de la tapa.

Para corregir las rajaduras depende si es no es muy crítico se repara con CITOFONTE, si el material de la tapa es de hierro fundido, si la rajadura es muy crítica se tiene que cambiar la tapa (Ya sea de fábrica o mandar a confeccionar un molde y fundirla).

## **2 – Verificación de los Alojamiento de los Rodamientos**

Los desgastes de los asientos de los rodamientos se producen debido a:

- La excentricidad del rotor con referencia a los Alojamiento de los Rodamientos.

- Debido a fallas del Rodamiento.

- Debido a altas temperaturas producto de fallas en el Bobinado del motor.

- Debido al ingreso de partículas en el Alojamiento del Rodamiento.

- Debido a un mal ajuste entre el Rodamiento y el Alojamiento del Rodamiento.

Para corregir esta falla en el Alojamiento de los Rodamientos se coloca una bocina de hierro dándole el ajuste del Alojamiento del Rodamiento.

Por lo general el ajuste depende de la velocidad de funcionamiento del motor este valor es de + 0.02 mm.

#### 8.3.4.5 – Carcaza del Motor

- Por lo general la carcaza del motor llega lleno de contaminantes de Mina, por lo que Primero se realiza una limpieza para detectar cualquier defecto.
- En ocasiones presenta rajadura o rotura debido a accidentes con el Ventilador o debido a una mala manipulación..Cuando la rajadura o rotura es muy critica se recomienda el cambio del motor, si no es muy critico se recomienda la soldadura de la carcaza con CITO FONTE, cuando el material de la carcaza es de hierro fundido.

#### 8.3.4.6 - Otros

- También otro componente que se verifica en el motor son las contratapas, estos van de acuerdo a la potencia y al tipo de rodamiento. Las contratapas van unidas con tres o cuatro pernos a la tapa del motor. En ocasiones llegan contratapas rajadas o rotas, dependiendo del estado de la Contratapa se repara o fabrica una nueva.
- Otro componente que traen los motores son los Anillos de Seguridad de Interiores o Exteriores, sirven para asegurar que el rodamiento no se desplace.
- Otro componente que lleva el motor son los retenes que permite que no ingresen partículas extrañas que afecten al rodamiento.
- Otro componente que llevan son pequeños resortes que van en las contratapas dependiendo de la potencia y la marca del motor, sirven para dar el ajuste necesario de fijación entre la contratapa y la tapa.

### **8.3.5 - Pruebas**

Las Pruebas que se realizan en el Taller de Ventiladores son los siguientes:

#### **1 - Prueba de Aislamiento**

Cuando llega el Motor se realiza una prueba de aislamiento antes y después de su limpieza con el Solvente Dieléctrico SS – 25, para comparar si el Aislamiento logra subir.

La medición que se realiza son a tierra con las líneas R, S, T a una tensión de 1000 V.

La otra medición que se realiza son entre fases R – S, R – T, y S – T. a una tensión de 1000 V.

Esta medición se realiza con la ayuda de un Megohmetro de marca Amprobe AMB 6D “MEGATEST 1000”.

Luego se realiza recomendaciones del aislamiento del bobinado del motor, si el aislamiento es menor a 100 M $\Omega$ , se recomienda de inmediato el rebobinado del motor.

Si el aislamiento esta entre 100 y 200 M $\Omega$ , se informa que se tiene que observar el aislamiento del motor ínter diario en Mina ya que corre el riesgo de que pierda totalmente el aislamiento y se queme el motor, por lo que se recomienda el rebobinado del motor para evitar este control.

Si el Aislamiento es mayor a  $200\text{ M}\Omega$  se puede dar un doble barnizado con el Aislante Dolphs o Sherwin William.

## **2 - Prueba de Cortocircuito en el Núcleo Magnético**

Cuando se encuentra las láminas de silicio dañados por la fundición o chisporroteo del cobre de un bobinado de un motor se realiza la Prueba de Cortocircuito para determinar que tanto daño puede haber en las láminas de silicio.

Para poder determinarlo se da un número de espiras a un cable alrededor del Núcleo Magnético y se induce corriente para generar un campo magnético, de acuerdo a esto medimos las temperaturas de las láminas de silicio en las zonas afectadas y se calcula el porcentaje de láminas dañadas para el cambio de estas.

## **3 - Prueba de Vacío de un Motor**

La prueba de vacío se realiza a los motores que se compran para verificar que no tenga una falla en la corriente de línea y entre fases.

También se realiza para los motores eléctricos que son rebobinados, antes de que se realice el barnizado del bobinado se realiza la prueba de vacío del motor.

En una prueba de vacío de un motor se mide la corriente en línea y la corriente entre fases.

También se mide la Velocidad del motor con la ayuda de un tacómetro digital.

También se mide la temperatura en las zonas donde se encuentran alojados los rodamientos y en la carcasa del motor.

#### **4 - Prueba de Balanceo Dinámico**

El Balanceo Dinámico se realiza una vez que se tenga listo el rodete montado con sus alabes en la posición calculada, todo esto se une al rotor, y en conjunto se llama sistema rotante.

El Balanceo Dinámico es el equilibrio de fuerzas dinámicas y axiales que origina el Sistema Rotante, este debe mantenerse equilibrada ya que una falla pequeña de Vibración origina una excesiva Vibración en la estructura del Ventilador.

Según normas internacionales ISO 1940 los parámetros permisibles de balanceo Dinámico oscila de acuerdo a las potencias de los motores y a sus velocidades, por lo general en nuestra empresa las vibración del sistema Rotante se deja entre 0 a 0.5 mm/s.

También se puede Balancear todo el Ventilador en nuestra Maquina Balanceadora pero hasta pesos de 750 kg.

#### **5 - Prueba del Ventilador**

En la prueba final se realiza la prueba del Ventilador siguiendo los siguientes pasos a seguir:

- 1 – Se ve el sentido de giro correcto del Impulsor.
- 2 – Se arranca el equipo y se comprueba si hay ruidos extraños en el Ventilador.

- 3 – Una vez de comprobar cualquier ruido y falla en el Ventilador se procede a verificar la Corriente de Línea, la corriente de línea puede llegar a medir de 0 a 35% más de la corriente nominal dependiendo de la altura de trabajo.
- 4 – Si la Corriente de Línea esta dentro del rango de Corriente de Línea se mide los parámetros eléctricos como la Tensión Suministrada, la Frecuencia, la Potencia Activa, Potencia Reactiva, la Potencia Aparente, el Factor de Potencia y la Corriente en las Fases..Todos estos parámetros eléctricos se miden con la ayuda de un Vatimetro.
- 5 – La siguiente medición se realiza midiendo la Vibración en la estructura del Ventilador, los puntos que se miden en la estructura es en la parte superior del Cilindro Base (4 puntos), la parte inferior del Cilindro Base (4 puntos) y en la Base de Anclaje (4 puntos), si el Ventilador lleva Templadores se toma las mediciones en las 4 unidades.  
  
Todas estas mediciones se realizan con la ayuda de un Analizador de Vibración.  
  
La Vibración promedio con que debe trabajar un Ventilador Axial es hasta 3 mm/s.
- 6 – La siguiente medición se realiza midiendo la Velocidad de Aire con este valor se calcula el Caudal. Se toma 9 puntos en la Campana de Succión y 9 puntos en el Acople de Manga.  
  
Se saca el promedio de las Velocidades y se halla el Caudal en

la Campana de Succión y el Acople de Manga.

Luego se realiza el cálculo aproximado del caudal en la Altura de Trabajo.

Esta medición se realiza con un Anemómetro.

- 7 – La siguiente medición se realiza la medición de la Presión Total y la Presión Dinámica. Con la ayuda de un ducto rígido de 6m de longitud y un diámetro interior de 24” se toma como referencia en la salida tiene un cono que sirve de compuerta para ir cerrando el ducto para generar la resistencia al Ventilador y así poder medir la Presión Total y la Presión Estática.

La medición se realiza con la ayuda de un Manómetro Digital y un tubo de Pitot.

### **8.3.6 - Pernos**

Los pernos del Montaje en muchas ocasiones llegan con la rosca dañada por golpes o con oxido, por lo que en general se cambian por nuevos pernos.

Pernos para unir la Campana de Succión, la Carcaza de Aletas Fijas, el Acople de Manga y la Base de anclaje se utilizan Pernos de Cabeza Hexagonal de  $\text{Ø } 7/16'' \times 1 \frac{1}{2}''$  y  $\text{Ø } 7/16 \times 1 \frac{1}{4}''$  de Grado 8. Estos son los pernos mas utilizados. Estos pernos tienen un Torque de 45 lb.- pie.



Para el montaje de los pernos de la Malla de Protección, estos llevan Pernos de Cabeza Hexagonal  $\emptyset \frac{1}{4} \times 1 \frac{1}{4}$ " de Grado 8. Estos pernos tienen un Torque de 10 lb. – pie.

Si es que llevan Anillos de Aletas Fijas Desmontables se utilizan los pernos de cabeza Hexagonal de  $\emptyset \frac{3}{8}$ " estos pernos tienen un Torque de 30 lb. – pie y son de Grado 8.

Para el Montaje del Motor se utilizan pernos de cabeza Hexagonal de diferentes medidas dependiendo del Frame del Motor los Pernos de cabeza Hexagonal  $\emptyset \frac{1}{2}$ " tienen un Torque de 80 lb. – pie de  $\emptyset \frac{5}{8}$ " tienen un Torque de 120 lb. – pie, de  $\emptyset 16$  mm tienen un Torque de 120 lb.- pie de  $\emptyset 18$  mm tienen un Torque de 180 lb. – pie y los pernos de  $\emptyset \frac{3}{4}$ " tienen un Torque de 200 lb. – pie, todos estos pernos son de Grado 8.

Para los pernos de las tapas del motor y caja de conexión de motor se usan Pernos de cabeza Hexagonal o Pernos Socket de  $\emptyset 6$  mm tienen un torque de 10 lb. – pie, de  $\emptyset 10$  mm tienen un Torque de 35 lb. – pie, de  $\emptyset 12$  mm tienen un Torque de 80 lb. – pie, de 14 mm tienen un Torque de 100 lb. – pie, de  $\emptyset 16$  mm tienen un Torque de 120 lb. – pie, todos estos pernos son de Grado 8.

Para los pernos de las roscas interiores de los ejes del rotor se utilizan pernos de 3/8" tienen un Torque de 30 lb. – pie, de Ø 1/2" tienen un Torque de 80 lb. – pie, de Ø 5/8" tienen un Torque de 120 lb. – pie, de Ø 3/4" tienen un Torque de 200 lb. – pie. De Ø 20 mm tienen un Torque de 220 lb. – pie, todos estos pernos son de Grado 8.

Para los alabes se usan pernos Socket de Ø 1/2" tienen un Torque de 80 lb. – pie, también pernos del alabe de Ø 7/8" tienen un torque de Diámetro de 250 lb. – pie, estos diámetros dependen del modelo del alabe, todos los pernos son de Grado 8.

## **CAPITULO 9**

### **COSTOS DE FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO**

La Fabricación que se realiza por mes son de 4 ventiladores en promedio de cualquier modelo y el Mantenimiento por mes de un Ventilador es de 2 unidades en promedio. Los Mantenimientos que se realizan son Correctivos por esta razón se traen los Ventiladores al taller.

El costo de Mantenimiento es el mantenimiento correctivo que se realizaba a la maquinaria que se utiliza para la Fabricación y Mantenimiento del Ventilador.

Los costos por servicios son los costos que se pagan a terceros para la realización de un proceso.

Es por esta razón que se decide invertir en nuevos equipos, capacitación del personal, y fabricación de equipos que eviten la necesidad de un servicio.

Para esto se realizo una Inversión de 241,360 soles, con esta Inversión creció la producción y por lo tanto la empresa en el año 2006, como se mostrara a continuación en los cuadros, en el cual los siguientes años se proyectaran para aumentar mas la producción.

A continuación se darán los costos por meses de Fabricación y Mantenimiento del año 2005 y el año 2006.

## Costo de Fabricacion y Mantenimiento de Ventiladores Año 2005

Meses	Costo de Mano de Obra	Costo de Materia Prima	Costo de Energia	Costo de Servicio	Costo Mantenimiento	Costo Total	Costo de Venta
Enero	5422	37780	886	1216	2348	47652	87620
Febrero	6218	41800	980	1720	1862	52580	98700
Marzo	7402	47760	1160	1954	1748	60024	114560
Abril	7226	42240	1086	1238	2300	54090	98236
Mayo	6848	40600	928	892	1864	51132	86230
Junio	5616	39980	916	1124	1988	49624	65850
Julio	5198	34590	842	946	1642	43218	76400
Agosto	7188	45310	998	1132	1104	55732	88246
Setiembre	7012	42150	938	2128	1900	54128	62348
Octubre	5804	40230	924	982	1780	49720	97230
Noviembre	6944	41120	956	978	1432	51430	72568
Diciembre	5666	37960	898	1042	1756	47322	68856
<b>Cosoto Total</b>	<b>76544</b>	<b>491520</b>	<b>11512</b>	<b>15352</b>	<b>21724</b>	<b>616652</b>	<b>1016844</b>

**Cuadro 9(a) – Costos de Fabricación Y  
Mantenimiento del 2005**

## Costo de Fabricacion y Mantenimiento de Ventiladores Año 2006

Meses	Costo de Mano de Obra	Costo de Materia Prima	Costo de Energia	Costo de Servicio	Costo Mantenimiento	Costo Total	Costo de Venta
Enero	5680	39890	996	822	1154	48542	68240
Febrero	7428	48960	1148	542	986	59064	84600
Marzo	8260	52340	1546	746	724	63616	92436
Abril	8140	50188	1418	982	576	61304	140536
Mayo	9468	57782	1632	1020	924	70826	98240
Junio	8324	49344	1098	654	828	60248	94564
Julio	6234	42336	1088	750	702	51110	98720
Agosto	7188	45528	1124	568	636	55044	76542
Setiembre	7222	47866	1238	886	874	58086	100248
Octubre	6984	42356	1080	724	558	51702	94560
Noviembre	7846	50120	1178	676	644	60464	86244
Diciembre	6424	44280	982	688	826	53200	80328
<b>Cosoto Total</b>	<b>89198</b>	<b>570990</b>	<b>14528</b>	<b>9058</b>	<b>9432</b>	<b>693206</b>	<b>1115258</b>

**Cuadro 9(b) – Costos de Fabricación Y  
Mantenimiento del 2006**

Como se ve las Ganancias aumentaron debido a la inversión realizada en enero del 2006, y esto es solo el primer año, la producción seguirá aumentando ya que los servicios y los costos de mantenimiento de las maquinarias disminuirán, debido al mejoramiento de las maquinarias y a la capacitación del personal.

<b>Ganancias Netas por Meses del Año 2006</b>	
<b>Mes</b>	<b>Ganancias</b>
Enero	19698
Febrero	25536
Marzo	28820
Abril	79232
Mayo	27414
Junio	34316
Julio	47610
Agosto	21498
Setiembre	42162
Octubre	42840
Noviembre	25780
Diciembre	27128

**Cuadro 9(c) – Ganancias Netas del Año 2006**

Según las ganancias de cada mes, la recuperación de la inversión se estima en 5.55 meses ya que el sexto mes solo se necesitara 26, 344 soles, esto dividido entre 47,610 soles resulta 0.55 meses mas los 5 meses serian 5.55 meses.

### **Calculo del VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno)**

Para Calcular el VAN y el TIR se realizo los siguientes cálculos, primero se tomo la tasa de descuento o la tasa de interés  $i$ : 28% resultando el VAN S/. -19,709 y con una tasa de interés  $i$ : 20% resulto un VAN S/. 10,791.

La inversión se piensa recuperar en 3 años y se realizo el siguiente cálculo:

### Formula del VAN

$$VAN = \frac{F_N}{(1 + i)^n}$$

VAN : Valor Actual Neto

i : Tasa de Interes

n : Periodo en años

CON TASA DE INTERES "i" 28%		
Año	Ganancia por año	VAN
2006	98414	76885
2007	120000	73242
2008	150000	71524

$$VPN = VAN_1 + VAN_2 + VAN_3 + \dots + VAN_n - Inversion$$

$$VPN = -19709$$

CON TASA DE INTERES "i" 20%		
Año	Ganancia por año	VAN
2006	98414	82012
2007	120000	83333
2008	150000	86806

$$VPN = 10791$$

### Cuadro 9(d) – Calculo del VAN y el VPN

Mediante estos valores se puede calcular el TIR ya que se calcula igualando el VPN a cero y se calcula de la siguiente manera:

$$241360 = VAN_1 + VAN_2 + VAN_3 + \dots + VAN_n$$

Interpolando con los valores calculados en el VAN con una tasa de interés del 28% el VPN resulta S/.-19709 y con una tasa de interés del 20% resulta S/. 10,791 con estos datos se halla el TIR por el método de interpolación:

$$TIR = 22.8\%$$

## CONCLUSION

Con este informe se llego a la siguiente conclusión:

- 1 – Organizándose mejor el Departamento de Producción tanto en lo administrativo como en la capacidad Técnica del Personal se puede lograr los objetivos de Producción.
- 2 – Con una debida Inversión en Maquinas, Equipos y Herramientas se puede reducir los tiempos de los procesos, disminuir los servicios y los costos por mantenimiento de las maquinas, y toda la Inversión se puede recuperar en 3 años.
- 3 – Dando al Personal la Capacitación Técnica, la calidad de nuestros productos aumentaría, ya que ellos mejorarían la calidad del proceso y la disminución del tiempo del proceso, evitando de esta manera las fallas probables que hubiera en el equipo y ellos serian parte de la verificación de cada proceso.
- 4 – Con nuevas Maquinarias se aumentaría la Producción, de 4 Ventiladores de Fabricación y 2 Ventiladores para Mantenimiento por mes se duplicarían la Producción.



- 5 – La mano de obra y el consumo de energía se recuperaría aumentando la Producción como se puede comprobar en los costos del año 2005 y el año 2006.
  
- 6 – El Mantenimiento que se realiza en la Planta de Ventiladores es netamente correctivo, pero también se puede mencionar que realizamos un mantenimiento Preventivo y Predictivo a los Equipos que se realizan Mantenimiento o Fabricación en la Planta, realizando un seguimiento minucioso de su funcionamiento, pero esto es un Servicio a parte que le brindamos a las Minas, posteriormente se piensa incluir este tipo de servicio incluido a la venta de un Ventilador.
  
- 7 – Como se puede ver en el Mantenimiento de los Ventiladores tanto la materia prima, los trabajos, como las pruebas realizadas al Ventilador, se trata de basar en Normas Técnicas Nacionales o Internacionales que se emplean en el mundo para la Fabricación o Mantenimiento de Ventiladores

## Bibliografía

Separatas del Curso Gestión Integral de la Calidad

Separatas del Curso Gestión del Mantenimiento

<http://www.amtce.com.mx/config>.

<http://www.mantenimiento/mundial>.

Grimaldi-Simonds. La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomega México 1985.

D. Keith Denton. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1984. México.

[www.mantencion.htm](http://www.mantencion.htm).

[www.mantenimientos.htm](http://www.mantenimientos.htm).

[www.google.com](http://www.google.com).

Humberto Juscamaita Rodríguez

[juscamaita@hotmail.com](mailto:juscamaita@hotmail.com)

Curso: Tecnología y diagnóstico de fallas y reparaciones de elementos de máquinas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

VI CICLO DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

ISO 1940-1, Mechanical vibration, Balance quality requirements of rigid rotors. **Part**

1: Determination of permissible residual unbalance, 1-15, Geneva-Suiza (1989).

ISO 10816-1, Mechanical vibration, Evaluation of machine vibration by

measurements on non-rotating parts. part. 1: General guidelines, 1-18, Geneva-Suiza (1986).

## ANEXO N° 1

### FALLAS, CAUSAS Y SOLUCIONES EN LOS RODAMIENTOS

<b>Principales fallas de los rodamientos y cómo prevenirlas</b>		
<b>Síntoma</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>
Descascarillado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carga excesiva</li> <li>2. Precarga excesiva</li> <li>3. Sobrecarga debido a dilatación por calentamiento</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión del diseño de la máquina y la selección del rodamiento.</li> <li>2. Cuidado en la instalación.</li> <li>3. Analizar el diseño de la máquina y la aplicación del rodamiento.</li> </ol>
En las pistas	Presencia de basura, impurezas	Reemplazo del rodamiento considerado una mejor protección para evitar la entrada de impurezas.
Circunferencia sobre las pistas	Oxidación y ralladuras	Reemplazo del rodamiento considerado una mejor protección para evitar la entrada de impurezas.
Áreas descascarillado fuera del centro	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Desalineamiento de la flecha o de los alojamientos del rodamiento</li> <li>2. Instalación inadecuada</li> <li>3. Desgaste</li> </ol>	Corregir el desalineamiento, instalar el rodamiento de reemplazo correctamente.
Descascarillado fuera del centro	Excesiva carga axial	Corregir el desalineamiento o la instalación inadecuada.
Descascarillado diagonal de las pistas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flexión de la flecha</li> <li>2. Desalineamiento de los anillos interior y exterior</li> </ol>	Seleccionar un rodamiento más adecuado a la aplicación.
Áreas descascarilladas en los intervalos de los elementos rodantes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vibración sin rotación</li> <li>2. Oxidación</li> </ol>	Suprimir la vibración; mejorar protección de los rodamientos.
<b>Atascamiento o frenado</b>		
Cambio de color o reblandecimiento de los elementos rodantes o de las pistas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sobrecarga.</li> <li>2. Lubricación inadecuada.</li> <li>3. Lubricante incorrecto.</li> </ol>	<p>Precarga correcta. Chequeo del método de lubricación y selección del lubricante.</p> <p>Reconsiderar la aplicación del rodamiento.</p>
Daño visible	Sobrecarga	Revisar la aplicación del rodamiento.
<b>Fractura o agrietamiento</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Fracturado</li> <li>b. Agrietado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descascarillado bajo impacto o durante la instalación.</li> <li>2. Excesivo juego o radio grande en las esquinas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Cuidado en el manejo e instalación.</li> <li>2.- Inspección el montaje y la precarga.</li> <li>3.- Verificar la exactitud de la flecha y alojamiento.</li> </ol>
<b>Daño en la jaula</b>		

a. Desgaste	Daño angular	Carga Alta velocidad de rotación	Cuidado en la operación y reevaluación de la aplicación.
c. Desgaste de los alvéolos de la jaula		Lubricación inadecuada. Presencia de impurezas.	Revisar el método de lubricación o selección del lubricante.
d. Ralladuras			
<b>Oxidación</b>			
a. Oxidación en todo el rodamiento		1. Almacenaje inadecuado. 2. Dejarlos sin protección o sea desempacarlos antes de su uso. 3. Limpieza pobre. 4. Insuficiente protección contra la oxidación	Correcto almacenaje y protección contra la corrosión.
b. Oxidación localizada.		1. Empaque inadecuado. 2. Montaje holgado.	Mejorar el almacenaje y la práctica de mantenimiento.
c. Corrosión en las superficies de montaje		1. Montaje holgado. 2. Protección pobre.	Insistir en que las flechas y los alojamientos tengan las tolerancias correctas. Protección contra la humedad.
<b>Desgaste</b>			
a. Desgaste rápido de las pistas o de los elementos rodantes.		1. Presencia de impurezas en el lubricante. 2. Oxidación	Revisar lubricantes y sistema de lubricación.
b. Desgaste de la jaula.		Lubricación inadecuada.	Revisar lubricantes y sistema de lubricación.
<b>Erosión eléctrica</b>			
Cráteres semejantes a picaduras.		Descarga eléctrica	Desviación de la corriente a tierra o un aislante más efectivo.
<b>Asperezas</b>			
a. Rugosidad		Impurezas prensadas entre los elementos rodantes y las pistas.	Mejorar las prácticas de mantenimiento.
b. Superficies picadas.			
c. Golpes durante el manejo.		Descuido en el manejo	Mejorar las prácticas de mantenimiento.
d. Daños durante el montaje.		Descuido en la instalación.	Mejorar las prácticas de mantenimiento.
<b>Embarradura</b>			
Ralladura de los elementos rodantes o de las pistas.		1. Lubricación inadecuada 2. Inclinación de los elementos rodantes. 3. Lubricante impropio.	Verificar el lubricante y método de lubricación.
<b>Deslizamiento</b>			
a. Desgaste de la pista en su superficie de montaje.		1. Excesivo juego interno en el montaje. 2. Holgura de la jaula. Abrasión.	Verificar los asientos y la exactitud del maquinado de la flecha y alojamientos o reevaluación del diseño.
b. Deslizamiento, decoloración.			

## **ANEXO N° 2**

### **CAUSAS DE FALLAS EN EL BOBINADO**

#### **Secuencias de Fases**

La secuencia de fases determina el sentido de rotación del eje de un motor

Una incorrecta secuencia de fases hace que en el momento en que se conecta el equipo se produzca un sentido de rotación incorrecto.

La inversión de la secuencia de fases durante el funcionamiento de la máquina causaría, también el cambio del sentido de giro del motor.

#### **Perdida de Fase**

Los fallos de una ó más fases pueden ocurrir si cualquier elemento de corte, por ejemplo un fusible actuara.

La perdida de fase puede provocar un estado indefinido de funcionamiento de la instalación.

Puede ocurrir que los motores fallen en el arranque, otra situación es que los motores pidan la corriente necesaria a las dos fases restantes. Esto último lleva a tener desequilibrio de cargas en el devanado, provocando daños en el motor.

#### **Subtensiones y Sobre tensiones**

Las Sobre tensiones hacen que las cargas conectadas se sobrecalienten. A no ser que sean rápidamente identificadas y desconectadas pueden y dañar ó incluso destruir las cargas conectadas a la red.

Las Subtensiones son también peligrosas, pueden provocar estados no deseados e indefinidos de funcionamiento de la instalación, así por ejemplo, un contactor puede estar en un estado indefinido de conmutación debido a que puede encontrarse en el rango de tensiones prohibido de funcionamiento.

## **Desequilibrio**

Si la alimentación de un sistema trifásico esta desequilibrada debido a una inadecuada distribución de cargas, el motor convertiría una parte de la energía en potencia reactiva.

La eficiencia del sistema se reduce. Además, el motor esta expuesto a tensiones térmicas mayores y puede ser destruido si los desequilibrios que se siguen produciendo no son detectados por otro equipo de protección térmica.

Además, el funcionamiento de las Instalaciones Eléctricas en Mina, en estas condiciones provoca un deterioro prematuro del Ventilador conectado, debido a que no trabaja en sus condiciones nominales.

## **Sobrecarga**

Se produce cuando la magnitud de la tensión ("voltaje") o corriente supera el valor preestablecido como normal (valor nominal). Comúnmente estas sobrecargas se originan por exceso de consumos en la instalación eléctrica. Las sobrecargas producen calentamiento excesivo en los conductores, lo que puede significar la destrucción de su aislamiento, incluso llegando a provocar incendios por inflamación.

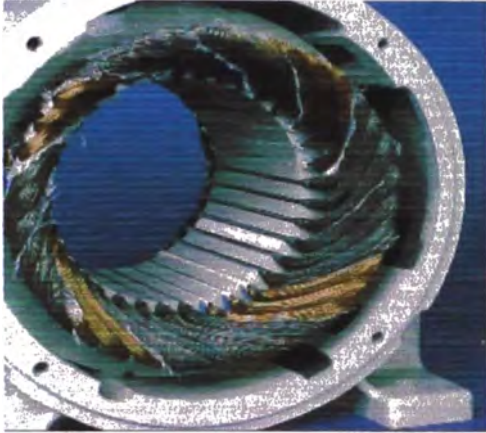
## **Cortocircuito**

Se originan por la unión fortuita de dos líneas eléctricas sin aislamiento, entre las que existe una diferencia de potencial eléctrico (fase-neutro, fase-fase). Durante un cortocircuito el valor de la intensidad de corriente se eleva de tal manera, que los conductores eléctricos pueden llegar a fundirse en los puntos de falla, generando excesivo calor, chispas e incluso flamas, con el respectivo riesgo de incendio.

## **Falla de aislamiento**

Estas se originan por el envejecimiento del aislamiento, los cortes de algún conductor, uniones mal aisladas, etc. Estas fallas no siempre originan cortocircuitos, sino en muchas ocasiones se traduce en que superficies metálicas de aparatos eléctricos queden energizadas (con tensiones peligrosas), con el consiguiente peligro de shock eléctrico para los usuarios del Ventilador.

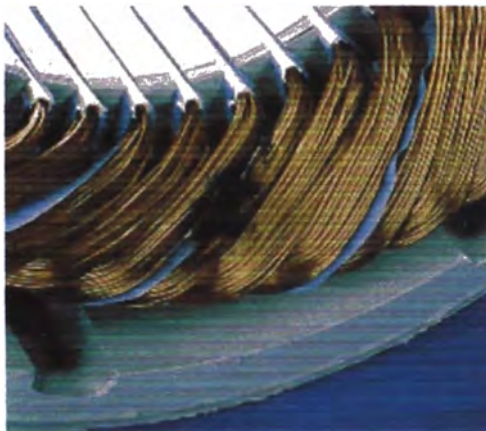
**ANEXO N° 3**  
**CAUSAS DE FALLAS EN EL BOBINADO**



1 – Apertura de Una Fase (Conexión Y)



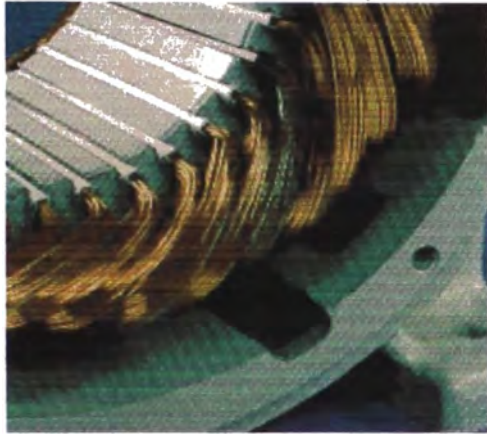
2 – Apertura de una Fase (Conexión  $\Delta$ )



3 – Cortocircuito entre fases de un devanado



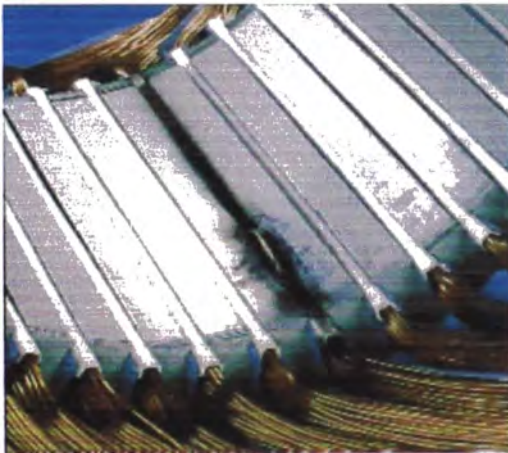
4 – Cortocircuito entre espiras de un Devanado



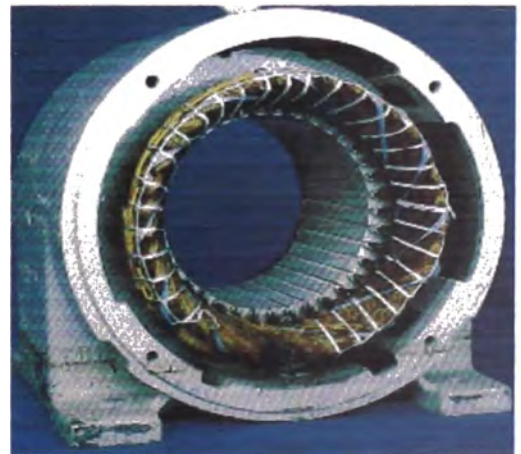
5 – Devanado en Cortocircuito



6 – Falla a tierra en el Borde de una Ranura

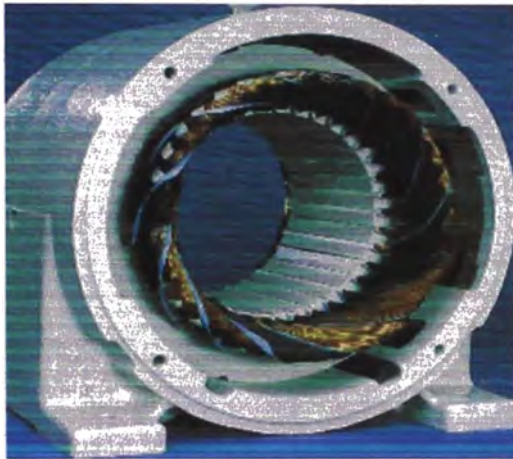


7 – Falla a tierra en una Ranura

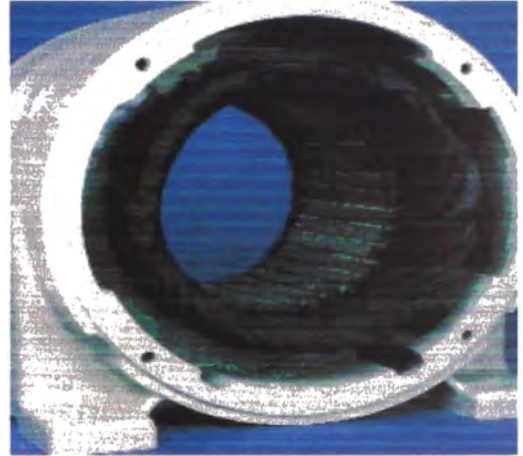


8 – Cortocircuito en una conexión

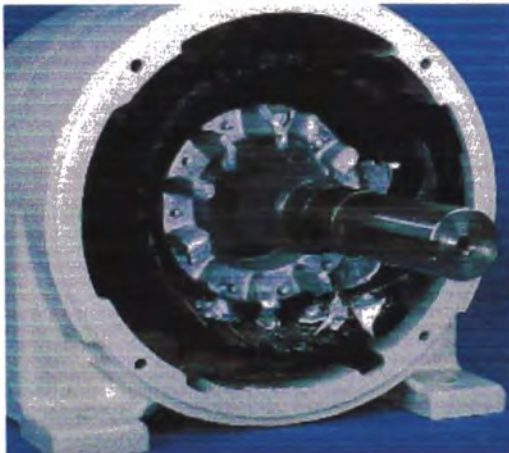




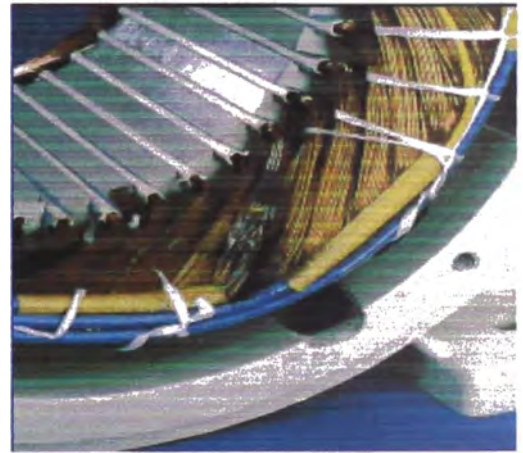
9 – Devanado de fases dañado por un desequilibrio de Tensión



10 – Devanado dañado por una Sobrecarga



11 – Daño causado por el bloqueo de Rotor



12 – Falla de un devanado por una Sobretension

## ANEXO N° 4

### CUADROS DE DIAGNOSTICO Y CORRECCION DE FALLAS

Síntoma	Posibles causas	Posibles soluciones
<b>El motor no arranca</b>	Causado usualmente por problemas en la línea, por ejemplo el funcionamiento con una sola fase en el arrancador.	Revise la fuente de alimentación: protectores de sobrecarga, fusibles, controles, etc.
<b>Zumbido excesivo</b>	Alto voltaje.	Revise las conexiones de la línea de entrada.
	Entrehierro excéntrico (descentrado).	Haga reparar el motor en el centro de servicio recomendado por el fabricante
<b>Recalentamiento del motor</b>	Sobrecarga. Compare el Amperaje medido con su valor nominal de placa.	Localice y quite lo que produce la fricción excesiva en el motor o la carga. Reduzca la carga o reemplace el motor por uno de mayor capacidad.
	Funcionamiento con una sola fase.	Revise la corriente en todas las fases (deberá ser aprox. igual) para aislar y corregir el problema.
	Ventilación inadecuada.	Revise el ventilador externo para asegurarse que el aire se mueve bien entre las aletas de enfriamiento. Acumulación excesiva de suciedad en el motor. Limpie el motor.
	Voltaje desequilibrado.	Revise el voltaje en todas las fases (deberá ser aprox. igual) para aislar y corregir el problema.
	El rotor roza el estator.	Apriete los “pernos pasantes”.
	Sobrevoltaje o bajo voltaje.	Revise el voltaje de entrada en cada fase al motor.
	El devanado del estator está abierto.	Revise si la resistencia del estator en las tres fases está equilibrada.
	Devanado puesto a tierra.	Efectúe una prueba dieléctrica y haga las reparaciones necesarias.
	Conexiones incorrectas.	Revise todas las conexiones eléctricas para  Determinar si la terminación, la resistencia mecánica y la continuidad eléctrica son adecuadas.  Consulte el diagrama de conexión de cables del motor.

<b>Síntoma</b>	<b>Posibles causas</b>	<b>Posibles soluciones</b>
<b>Recalentamiento del cojinete</b>	Mal alineamiento.	Revise y alinee el motor y los equipos accionados por el mismo.
	Excesiva tensión de correa.	Reduzca la tensión de correa a su punto apropiado para la carga.
	Excesivo empuje terminal.	Reduzca el empuje terminal de la máquina accionada.
	Exceso de grasa en el cojinete.	Saque grasa hasta que la cavidad esté unos 3/4 llena.
	Insuficiente grasa en el cojinete.	Añada grasa hasta que la cavidad esté unos 3/4 llena.
	Suciedad en el cojinete.	Limpie el cojinete y la cavidad del cojinete. Rellene con el tipo de grasa correcto hasta que la cavidad esté aproximadamente 3/4 llena.
<b>Vibración</b>	Mal alineamiento.	Revise y alinee el motor y los equipos accionados por el mismo.
	Roce entre las piezas rotativas y las piezas fijas	Aísle y elimine la causa del rozamiento.
	El rotor está desequilibrado.	Mande a revisar el equilibrio del rotor y hágalo reparar en el Centro de Servicio recomendado por el fabricante.
	Resonancia.	Sintonice el sistema o solicite asistencia al Centro de Servicio recomendado por el fabricante.
<b>Ruido</b>	Materias extrañas en el entrehierro o las aberturas de ventilación.	Extraiga el rotor y quite las materias extrañas. Vuelva a instalar el rotor. Revise la integridad del aislamiento. Limpie las aberturas de ventilación.
<b>Ruido retumbante o gimoteante</b>	El cojinete está en malas condiciones.	Reemplace el cojinete. Quite toda la grasa de la cavidad y coloque el nuevo cojinete. Rellene con grasa del tipo correcto hasta que la cavidad esté aproximadamente 3/4 llena.

## ANEXO Nº 5 OVERCORD S

**ELECTRODO RUTILO**

**PROCEDIMIENTO SMAW**

**NORMAS**

Norma	Clasificación
AWS/ASME: A5.1; SFA 5.1	E 6013
DIN 1913	E 43 32 R 3

**APLICACIÓN PROPIEDADES**

Electrodo recomendado para soldaduras que exigen un perfecto aspecto. Levantamiento automático de escoria. Aportación forjable. Apropiado para calderería, construcción naval, estructuras metálicas.

**INDICADO PARA**

Aceros hasta 490 N/mm<sup>2</sup>.

F 111	F 221	A 37	A 42	A 44
St 37	St 42	St 45	St 45.4	A
B	G38	G45		

**HOMOLOGACIONES**

LRS, BV, DNV

**COMPOSICIÓN QUÍMICA % (Valores típicos orientativos)**

C	Si	Mn	S	P
0.06-0.09	0.25-0.45	0.50-0.65	< 0.03	< 0.03

**PROPIEDADES MECÁNICAS I**

Resistencia tracción(N/mm <sup>2</sup> )	Límite elástico(N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento A <sub>5</sub> (%)	Resiliencia (J) ISO-V a 0°C
510-600	450-550	20-30	> 20

**POSICIONES DE SOLDADURA**



**CORRIENTE DE SOLDADURA**



## ANEXO N° 6

### VIBRACION

La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una maquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración – reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas y no necesarias. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de la vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

El siguiente material muestra los diferentes causas de vibración y sus consecuencias, lo cual nos ayudara enormemente para interpretar los datos que podamos obtener , determinado así el tipo de vibración que se presenta y buscar así la debida corrección de las mismas.\_

#### Vibración debida a Desbalance

El desbalance de la maquinaria es una de las causas más comunes de la vibración. En muchos casos, los datos arrojados por un estado de desbalance indican:

1. La frecuencia de vibración se manifiesta a 1x las rpm de la pieza desbalanceada.
2. La amplitud es proporcional a la cantidad de desbalance.
3. La amplitud de la vibración es normalmente mayor en el sentido de medición radial, horizontal o vertical (en las maquinas con ejes horizontales).
4. El análisis de fase indica lecturas de fase estables.
5. La fase se desplazará 90° si se desplaza el captador 90°.

**Nota:** el desbalance de un rotor saliente a menudo tiene como resultado una gran amplitud de la vibración en sentido axial, al mismo tiempo que en sentido radial.

#### Vibración debida a falta de alineamiento

En la mayoría de los casos los datos derivados de una condición de falta de alineamiento indican lo siguiente:

1. La frecuencia de vibración es de 1x rpm; también 2x y 3x rpm en los casos de una grave falta de alineamiento.
2. La amplitud de la vibración es proporcional a la falta de alineamiento.
3. La amplitud de la vibración puede ser alta también en sentido axial, además de radial.
4. El análisis de fase muestra lecturas de fase inestables.

La falta de alineamiento, aun con acoplamientos flexibles, produce fuerzas tanto radiales como axiales que, a su vez, producen vibraciones radiales y axiales.

**Nota:** Uno de los indicios más importantes de problemas debidos a falta de alineamiento y a ejes torcidos es la presencia de una elevada vibración en ambos sentidos, radial y axial. En general, cada vez que la amplitud de la vibración axial sea mayor que la mitad de la lectura radial más alta, hay un buen motivo de sospechar la existencia de un problema de alineamiento o eje torcido.

**Los tres tipos básicos de falta de alineamiento en el acoplamiento son:** angular, en paralelo y una combinación de ambos.

**Una falta de alineamiento angular** sujeta principalmente los ejes de las maquinas accionadora y accionada a vibración axial igual a la velocidad de rotación (rpm) del eje.

La falta de alineamiento en paralelo produce principalmente vibración radial con una frecuencia igual al doble de la velocidad de rotación del eje.

## Vibración debida a Excentricidad

La excentricidad es otra de las causas comunes de vibración en la maquinaria rotativa. Excentricidad en este caso no significa "ovalización", sino que la línea central del eje no es la misma que la línea central del rotor – el centro de rotación verdadero difiere de la línea central geométrica.

La excentricidad es en realidad una fuente común de desbalances, y se debe a un mayor peso de un lado del centro de rotación que del otro.

Una manera de diferenciar entre desbalance y excentricidad en este tipo de motor es medir la vibración con filtro afuera mientras el motor está funcionando bajo corriente. Luego, se desconecta el motor, observando el cambio de la amplitud de vibración. Si la amplitud se reduce gradualmente mientras el motor sigue girando por inercia, es muy probable que el problema sea debido a desbalance; Si, en cambio, la amplitud de vibración desaparece en el momento mismo en que el motor es desconectado, el problema es seguramente de naturaleza eléctrica, y es muy posible que se deba a excentricidad del inducido.

La excentricidad en rodets o rotores de ventiladores, sopladores, bombas y compresores puede también crear fuerzas vibratorias. En esos casos las fuerzas son el resultado de fuerzas aerodinámicas e hidráulicas desiguales que actúan contra el rotor.

## De Elementos Rodantes Defectuosos

Defectos en las pistas, en las bolas o en los rodillos de rodamientos de elementos rodantes ocasionan vibración de alta frecuencia; y, lo que es mas, la frecuencia no es necesariamente un múltiplo integral de la velocidad de rotación del eje. La amplitud de la vibración dependerá de la gravedad de la falla del rodamiento.

**Nota:** la vibración generada por el rodamiento normalmente no es transmitida a otros puntos de la máquina. Por lo tanto, el rodamiento defectuoso es generalmente el que se encuentra más cerca del punto donde ocurre el mayor nivel de vibración de este tipo.

### Falla de Rodamientos – Otras causas

Los rodamientos no fallan prematuramente a menos que alguna otra fuerza actúe sobre ellos; y tales fuerzas son generalmente las mismas que ocasionan vibración.

### Causas comunes de fallas en los rodamientos de elementos rodantes:

- Carga excesiva
- Falta de alineamiento
- Defectos de asientos del eje y/o de las perforaciones en el alojamiento
- Montaje defectuoso
- Ajuste incorrecto
- Lubricación inadecuada o incorrecta
- Sellado deficiente
- Falsa brinelación (Deformación bajo carga)
- Corriente eléctrica

## Vibración debida a rodamientos de Chumacera defectuosos

Elevados niveles de vibración, ocasionados por rodamientos de chumacera defectuosos, son generalmente el resultado de una holgura excesiva (causada por desgaste debido a una acción de barrido o por erosión química), aflojamientos mecánicos (metal blanco suelto en el alojamiento), o problemas de lubricación.

### a. Holgura excesiva de los rodamientos

Un rodamiento de chumacera con holgura excesiva hace que un defecto de relativamente menor importancia, tal como un leve desbalance o una pequeña falta de alineamiento, u otra fuente de fuerzas vibratorias, se transformen como resultado de aflojamientos mecánicos o en golpes repetidos (machacado).

**En tales casos el rodamiento en si no es lo que crea la vibración; pero la amplitud de la misma seria mucho menor si la holgura de los rodamientos fuera correcta.**

A menudo se puede detectar un rodamiento de chumacera desgastado por "barrido" efectuando una comparación de las amplitudes de vibración horizontal y vertical. *Las maquinas que están montadas firmemente sobre una estructura o cimentación rígidas* revelaran, en condiciones normales, una amplitud de vibración ligeramente más alta en sentido horizontal.

### b. Torbellino de aceite

Este tipo de vibración ocurre solamente en maquinas equipadas con rodamientos de chumacera lubricados a presión, y que funcionan a velocidades relativamente altas – normalmente por encima de la segunda velocidad critica del motor.

La vibración debida a torbellinos de aceite a menudo es muy pronunciada, pero se reconoce fácilmente por su *frecuencia fuera de lo común*. Dicha frecuencia es apenas menor de la mitad de la velocidad de rotación (en rpm) del eje – generalmente en el orden del 46 al 48% de las rpm del eje.

El problema de los torbellinos de aceite normalmente se atribuye a diseño incorrecto del rodamiento, desgaste excesivo del rodamiento, un aumento de la presión del lubricante o un cambio de la viscosidad del aceite.

**Se pueden hacer correcciones temporales** modificando la temperatura del aceite (viscosidad), introduciendo un leve desbalance o una falta de alineamiento de manera de aumentar la carga sobre el eje, o rascando y/o ranurando los costados del rodamiento, para desbaratar la "cuña" de lubricante. Desde luego, **una solución más duradera es** reemplazar el rodamiento con uno que haya sido diseñado correctamente de acuerdo a las condiciones operativas de la maquina, o con uno que esté diseñado para reducir la posibilidad de formación de torbellinos de aceite.

*Los rodamientos con ranuras axiales* usan las ranuras para aumentar la resistencia a la formación de torbellinos de aceite en tres puntos espaciados uniformemente. Este tipo de configuración está limitado a las aplicaciones más pequeñas, tales como turbinas de gas livianas y turbocargadores.

*Los rodamientos de chumacera de lóbulos* brindan estabilidad contra los torbellinos de aceite al proporcionar tres puntos de concentración de la película de aceite bajo presión, que sirven para centrar al eje.

Los rodamientos de riñón basculante son comúnmente utilizados para las maquinas industriales más grandes, que funcionan a velocidades más altas.

Hay dos causas comunes de vibración que pueden inducir un torbellino de aceite en un rodamiento de chumacera:

1. **Vibración proveniente de maquinaria ubicada en las cercanías:** Puede ser transmitida al rodamiento de chumacera a través de estructuras rígidas, tales como tuberías y cimentaciones. A este fenómeno se le conoce como *Torbellino Inducido por el Exterior*.
- 2.
3. **Vibración ocasionada por otros elementos de la maquina misma.**

Toda vez que se detecta la vibración característica del torbellino de aceite se deberá realizar una completa investigación de las vibraciones en toda la instalación, incluyendo las fuentes de vibración circunvecina, la estructura de cimentación y las tuberías relacionadas. Se podrá así quizás descubrir una causa externa de los problemas de torbellino de aceite.

#### a. Torbellinos de Histéresis

Este tipo de vibración es similar a la vibración ocasionada por el torbellino de aceite, pero ocurre a frecuencias diferentes, cuando el rotor gira entre la primera y la segunda velocidad crítica.

Un rotor que funcione por encima de la velocidad crítica tiende a flexionarse, o asquearse, en sentido opuesto del punto pesado de desbalance. La amortiguación interna debida a histéresis, o sea la amortiguación de fricción, normalmente limita la deflexión a niveles aceptables. Sin embargo, cuando acontece un torbellino por histéresis, las fuerzas amortiguadoras se encuentran en realidad en fase con la deflexión, y por lo tanto, acrecientan la deflexión del motor.

Cuando dicho rotor está funcionando por encima de la primera velocidad crítica pero por debajo de la segunda, el torbellino por histéresis ocurre a una frecuencia exactamente igual a la primera velocidad crítica del rotor.

**Nota:** La frecuencia de formación del torbellino de aceite es levemente menor de la mitad de la velocidad de rotación del rotor.

La vibración ocasionada por un torbellino por histéresis tendrá la misma característica que las ocasionadas por un torbellino de aceite cuando la maquina funcione a velocidades superiores a la segunda velocidad crítica del eje. Es decir, que una severa vibración se producirá a una frecuencia levemente menor que 0.5x las rpm del rotor.

**El torbellino por histéresis es controlado** normalmente por la acción de amortiguación provista por los rodamientos de chumacera en si. Sin embargo, cuando la amortiguación estacionaria es baja en comparación con la amortiguación interna del rotor, es probable que se presenten problemas. La solución usual para este problema es aumentar la amortiguación estacionaria de los rodamientos y de la estructura de soporte de los mismos, lo que puede lograrse instalando un rodamiento de riñón basculante o de algún rodamiento de diseño especial. En algunos casos el problema puede ser solucionado reduciendo la amortiguación dada por el rotor – sencillamente, cambiando un acoplamiento de engranajes con una versión sin fricción; por ejemplo, con un acoplamiento de disco flexible.

#### Lubricación Inadecuada

Una inadecuada lubricación, incluyendo la falta de lubricación y el uso de lubricantes incorrectos, puede ocasionar problemas de vibración en un rodamiento de chumacera. En semejantes casos la lubricación inadecuada causa excesiva fricción entre el rodamiento estacionario y el eje rotante, y dicha fricción induce vibración en el rodamiento y en las demás



piezas relacionadas. Este tipo de vibración se llama **"dry whip", o sea látigo seco**, y es muy parecido al pasar de un dedo mojado sobre un cristal seco.

La frecuencia de la vibración debida al látigo seco generalmente es muy alta y produce el sonido chillón característico de los rodamientos que están funcionando en seco. No es muy probable que dicha frecuencia sea algún múltiplo integral de las rpm del eje, de manera que no es de esperarse ningún patrón significativo bajo la luz estroboscopia. En este respecto, la vibración ocasionada por el látigo seco es similar a la vibración creada por un rodamiento antifricción en mal estado.

Toda vez que se sospeche que un látigo seco sea la causa de la vibración se deberá inspeccionar el lubricante, el sistema de lubricación y la holgura del rodamiento.

## Vibración debida a Aflojamiento Mecánico

El aflojamiento mecánico y la acción de golpeo (machacado) resultante producen vibración a una frecuencia que a menudo es  $2x$ , y también múltiplos más elevados, de las rpm. La vibración puede ser resultado de pernos de montaje sueltos, de holgura excesiva en los rodamientos, o de fisuras en la estructura o en el pedestal de soporte.

La vibración característica de un aflojamiento mecánico es *generada por alguna otra fuerza de excitación*, como un desbalance o una falta de alineamiento. Sin embargo, el aflojamiento mecánico empeora la situación, transformando cantidades relativamente pequeñas de desbalance o falta de alineamiento en amplitudes de vibración excesivamente altas. Corresponde por lo tanto decir que el aflojamiento mecánico permite que se den mayores vibraciones de las que ocurrirían de por sí, derivadas de otros problemas.

**Nota:** Un aflojamiento mecánico excesivo es muy probable que sea la causa primaria de los problemas cuando la amplitud de la vibración  $2x$  las rpm es más de la mitad de la amplitud a la velocidad de rotación,  $1x$  las rpm.

## Vibración debida a las Bandas de Accionamiento

Las bandas de accionamiento del tipo en "V" gozan de mucha popularidad para la transmisión del movimiento puesto que tienen una alta capacidad de absorción de golpes, choques y vibraciones.

Los problemas de vibración asociados con las bandas en "V" son clasificados generalmente por:

- Reacción de la banda a otras fuerzas, originadas por el equipo presente, que causan alteraciones.
- Vibraciones creadas por problemas de la banda en sí.

Las bandas en "V" son consideradas a menudo como fuente de vibración porque es tan fácil ver las bandas que saltan y se sacuden entre poleas. Por lo general, el reemplazo de las bandas es a menudo una de las primeras tentativas de corrección de los problemas de vibración.

Sin embargo es muy posible que la banda esté sencillamente reaccionando a otras fuerzas presentes en la maquina. *En tales casos las banda es solamente un indicador de que hay problemas de vibración y no representan la causa misma.*

La frecuencia de vibración de las bandas es el factor clave en la determinación de la naturaleza del problema. Si la banda está sencillamente reaccionando a otras fuerza de alteración, tales como desbalance o excentricidad en las poleas, la frecuencia de vibración de la banda será muy probablemente igual a la frecuencia alterante. Esto significa que la pieza de la maquina

que realmente está causando el problema aparecerá estacionaria bajo la luz estroboscópica del analizador.

**Nota:** Si es defecto de la banda la frecuencia de vibración será un múltiplo integral –1,2,3 ó 4 – de las rpm de la banda. El múltiplo verificado dependerá de la naturaleza del problema y de la cantidad de poleas, sea de accionamiento como locas, presentes en el sistema.

Es fácil determinar las rpm de una banda de la siguiente manera:

**Rpm de la banda** =  $(3.14 \times \text{diám. de la polea} \times \text{rpm de la polea}) / \text{longitud de la banda}$ .

## Vibración debida a Problemas de Engranaje

La vibración que resulta de problemas de engranaje es de fácil identificación porque normalmente ocurre a *una frecuencia igual a la frecuencia de engrane de los engranajes* – es decir, la cantidad de dientes del engranaje multiplicada por las rpm del engranaje que falla.

Problemas comunes de los engranajes, que tienen como resultado vibración a la frecuencia de engrane, comprenden el desgaste excesivo de los dientes, inexactitud de los dientes, fallas de lubricación y materias extrañas atrapadas entre los dientes.

No todos los problemas de engranajes generan frecuencias de vibración iguales a las frecuencias de engrane. *Si un engranaje tiene un solo diente roto o deformado*, por ejemplo, el resultado puede ser una frecuencia de vibración de 1x las rpm. Mirando la forma de onda de esa vibración en un osciloscopio conectado con un analizador, la presencia de señales de impulso permitirá distinguir entre este problema y las demás averías que también generan frecuencias de vibración de 1x las rpm. Desde luego, *si hay más de un diente deformado*, la frecuencia de vibración es multiplicada por una cantidad correspondiente.

La amplitud y frecuencia de vibración debida a los engranajes pueden también parecer erráticas a veces. Dicho tipo de vibración errática ocurre normalmente cuando un conjunto de engranajes está funcionando en condiciones de carga muy liviana. En tales condiciones la carga puede desplazarse repetidamente de un engranaje a otro de modo irregular.

**Nota:** Los problemas de rodamientos son predominantes en el punto de falla de los mismos, mientras que los problemas de engranajes pueden ser detectados en dos o más puntos de la maquina.

## Vibración debida a Fallas Eléctricas

Esté tipo de vibración es normalmente el resultado de fuerzas magnéticas desiguales que actúan sobre el rotor o sobre el estator. Dichas fuerzas desiguales pueden ser debidas a:

- Rotor que no es redondo
- Chumaceras del inducido que son excéntricas
- Falta de alineamiento entre el rotor y el estator; entrehierro no uniforme
- Perforación elíptica del estator
- Devanados abiertos o en corto circuito
- Hierro del rotor en corto circuito

En líneas generales, la frecuencia de vibración resultante de los problemas de índole eléctrica será 1x las rpm, y por tanto se parecerá a desbalance. Una manera sencilla de hacer la prueba para verificar la presencia eventual de vibración eléctrica es observar el cambio de la amplitud de la vibración total (filtro fuera) en el instante en el cual se desconecta la corriente de esa unidad. *Si la vibración desaparece en el mismo instante en que se desconecta la corriente*, el problema con toda posibilidad será eléctrico. *Si solo decrece gradualmente*, el problema será de naturaleza mecánica.

Las vibraciones ocasionadas por los problemas eléctricos responden generalmente a la cantidad de carga colocada en el motor. A medida que se modifica la carga, la amplitud y/o las lecturas de fase pueden indicar cambios significativos. Esto explica por qué los motores eléctricos que han sido probados y balanceados en condiciones sin carga muestran cambios drásticos de los niveles de vibración cuando vuelven a ser puestos en servicio.

Diferentes Tipos de Vibraciones Mecánicas

Ramón F. Mateo G.

Estudiante de Temino Ingeniería Electromecánica

[Ing\\_electronico@hotmail.com](mailto:Ing_electronico@hotmail.com)

**ANEXO N° 7**  
**BALANCE QUALITY GRADES FOR VARIOUS GROUPS OF**  
**ROTORS**

Grade G mm/sec	ROTOR TYPE
0,4	Gyroscopes Spindles, discs and armature of precision grinders Spinning spindles
1.0	Small electrical armatures Tape-records and phonograph (gramophone) drivers cinema projectors High precision grinding machine drives Rotors of turbines and compressor of high-speed jet engines Rotor of steam turbines with high level balancing requirements
2.5	Rotors of steam and gas turbines, of turbo-generators, of turbo blowers and of turbine pumps Mach ant ship main turbines Superchargers, super compressor for aircraft Medium and large electrical armatures with high level balancing requirements Small electrical armatures not included in the conditions specified for Grade 6.3 Machine - tool drives Fans for air-conditioning in hospitals and concerti halls High speed reduction gears (over 1000 rpm) for marine turbines Disc and drums of computer memories
6.3	Small mass produced electrical armatures in applications where they are not sensitive to vibrations or with antivibrating mounting Medium and large electrical armatures (with shaft height at least 80 mm) without any special requirements Machine tools and components of machine tools and of machines in general Fast moving Weaving and spinning looms. Plaiting machines, centrifuge drums. (creams separators, cleansing plants, washing machines) Hydraulic machine rotors Fly-wheels, fans, centrifugal pumps Reduction gears for merchant navy marine propulsion turbines Cylinders and rollers for printing machines Gas turbine rotors for the aeronautical industry Separated components of engines under special requirements

16	<p>Drive and cardan shafts with high level balancing requirements</p> <p>Parts for agricultural, grinding and threshing machines</p> <p>Motors parts for vehicles, commercial vehicles and locomotives (petrol or diesel drive)</p> <p>Crankshafts complete with fly-wheels and clutches with 6 or more cylinders with high level balancing requirements</p> <p>drums for slow centrifuges</p> <p>Propellers for light boats (motor boats, hydrofoils)</p> <p>Wheel-rims for car and motorbikes</p> <p>Normal drive pulleys</p> <p>Large cylinders for paperwork</p> <p>Single-piece tools for wood - working machines</p>
40	<p>Wheels and wheel-rims for cars</p> <p>Drive shafts and complete axles for vehicles</p> <p>Crankshafts complete with fly-wheels and clutches for 4-stroke engines with 6 or more cylinders mounted elastically, with piston speed greater than 9 m/sec</p> <p>Cranks complete with fly-wheels and clutches for car, lorry and locomotive engines</p> <p>Drive shafts for pulleys</p> <p>Multi-piece tools wood -working machines</p>
100	<p>Complete crankshafts for diesel motor of six or more cylinders with a piston speed great than 9 m/sec</p> <p>Complete engines for vehicles and locomotives</p> <p>Crankshafts for 1, 2 or 3 cylinders engines</p>
250	<p>Complete crankshafts for rigidly-mounted, 4 cylinder diesel engines: with piton- speed greater than 9 m/sec</p>
630	<p>Complete crankshafts for large rigidly- mounted , 4- stroke engines</p> <p>Complete crankshafts for elastically mounted marine diesel engines</p>
1600	<p>Complete crankshafts for large rigidly- mounted, 2-stroke engines</p>
4000	<p>Complete crankshafts for rigidly- mounted marine diesel engines, with any number of.</p> <p>with a piston speed lower than 9 m/sec</p>

# ANEXO N° 8



HOJA DE CONSUMO N° 0083 - 2006

HOJA 1/4

MODELO: V.A.V-18-14-3450-II - CIA. MINERA CASTROVIRREYNA S.A.

FECHA: 01/06/2006

ORT: 0117 - 2006 - VENT/FAB

FABRICACIÓN ( X )		MANTENIMIENTO ( )		REPARACIÓN ( )	
ITEM	CANT.	U.M	MATERIAL	STOCK	OBSERVACIÓN
<b>PLANCHAS</b>					
1	1	UNID	PL 5/16" X 840 X 540 mm		BASE DE ANCLAJE
2	1	UNID	PL 1/4" X 910 X 1464 mm		CILINDRO BASE Y CARCAZA DE ALETAS
3	1	UNID	PL 1/4" X 190 X 1500 mm		REFUERZO DE BASE DE ANCLAJE
4	1	UNID	PL 3/16" X 200 X 1150 mm		ANILLO POSTERIOR Y DELANTERO
5	1	UNID	PL 1/8" X 800 X 1600 mm		CAMPANA, ACOPLE Y ALETAS
<b>DISCO DE PLANCHAS</b>					
1	1	UNID	DISCO PL 1/2" Ø 366 mm		SOPORTE DE MOTOR
2	2	UNID	DISCO PL 3/16" Ø 350 mm		DISCO POSTERIOR
3	1	UNID	DISCO PL 1/16" Ø 380 mm		TAPA DE IMPULSOR
<b>PLATINAS</b>					
1	3	UNID	PLATINAS 1/4" X 1 1/2" X 6 m		BRIDAS Y AROS ANTIDEFORMACION
2	1	UNID	PLATINAS 3/16" X 1" X 6 m		BRIDA DE MALLA DE PROTECCION
<b>EJE DE FIERRO TREFILADO</b>					
1	1	UNID	EJE FE TREFILADO Ø 2" X 4"		PARA INJERTO DE EJE DE ROTOR
<b>TUBOS DE FIERRO DULCE O NEGRO</b>					
1	1	UNID	TUBO ØINT 42 mm ESPESOR 1/8" L = 0.05 m		DISTANCIADOR
<b>SOLDADURA</b>					
1	5	KG	CELLOCORD AP 1/8"		UNION
2	7	KG	SUPERCITO 1/8"		UNION
3	1/2	KG	OVERCORD S 1/8"		INJERTO

**SERVICIOS**

1	SERVICIO DE ROLADO PLATINAS (1/4 X 1 1/2" SU ØINT 472 mm) Y (3/16 X 1" SU ØINT 680 mm)
2	SERVICIO DE ROLADO DE PLANCHAS (ØINT 460 mm)
3	SERVICIO DE DOBLEZ DE PLANCHAS (PESTAÑA 1 1/2")
4	SERVICIO DE ALQUILER DE GRUPO ELECTROGENO PARA PRUEBAS (60 Kw)

\_\_\_\_\_  
FIRMA (RESPONSABLE)



HOJA DE CONSUMO N° 0083 - 2006

HOJA 2/4

MODELO : V.A.V-18-14-3450-II - CIA. MINERA CASTROVIRREYNA S.A.

FECHA : 01/06/2006

OT : 0117 - 2006 - VENT/FAB

FABRICACIÓN ( X )		MANTENIMIENTO ( )		REPARACIÓN ( )	
ITEM	CANT.	U.M	MATERIAL	STOCK	OBSERVACIÓN
			<b>INSUMOS DE CORTE</b>		
1	2	UNID	ELECTRODO Y BOQUILLA DE PLASMA		CORTE DE PLANCHAS
2	7	KG	ACETILENO		CORTE DE AGUJERO DE CAJA BORNERAS Y TEMPLADORES
3	1	M <sup>3</sup>	OXIGENO		CORTE DE AGUJERO DE CAJA BORNERAS Y TEMPLADORES
4	1	UNID	DISCO DE CORTE 7"		CORTE DE PLANCHAS
5	1	UNID	HOJA DE SIERRA		CORTE DE PERNOS
			<b>ACABADO</b>		
1	4	UNID	DISCO DE DESBASTE 7"		ESMERILADO
2	7	UNID	LIJA METALICA N° 40		LIJADO
3	2	UNID	LIJA AL AGUA N° 120		LIJADO
4	3	UNID	MASILLA PLASTICA + 6 CATALIZADORES		MASILLADO DEL VENTILADOR
			<b>PINTURA</b>		
1	5	GLN	THINER ACRILICO		PARA COMBINACION
2	1/4	GLN	BASE ZINCROMATO		PARA IMPULSOR
3	1/4	GLN	AZUL AL DUCO		PARA IMPULSOR
4	1 1/2	GLN	ESMALTE AL HORNO ANYPSA		PARA VENTILADOR
			<b>MALLA DE PROTECCION</b>		
1	1	UNID	MALLA ELECTROSOLDADA 1" CUCADA 700 X 700 mm		MALLA DE PROTECCION
			<b>ACERO H</b>		
1	2	M	ACERO H Ø 35 mm		PARA FABRICACION DE PERNOS DE ALABES
			<b>FIERRO LISO</b>		
1	1.6	M	FIERRO LISO Ø 1/4"		PARA ACOUPLE

SERVICIO

1	SERVICIO DE ALQUILER DE MONTACARGA PARA BAJAR GRUPO ELECTROGENO
2	
3	

\_\_\_\_\_  
FIRMA (RESPONSABLE)





HOJA DE CONSUMO N° 0083 - 2006

HOJA 3/4

MODELO : V.A.V-18-14-3450-II - CIA. MINERA CASTROVIRREYNA S.A.

FECHA : 01/06/2006

OT : 0117 - 2006 - VENT/FAB

FABRICACIÓN ( X )		MANTENIMIENTO ( )		REPARACIÓN ( )	
ITEM	CANT.	U.M	MATERIAL	STOCK	OBSERVACIÓN
			<b>COMPONENTES</b>		
1	1	UNID	MOTOR 20 HP, 2 POLOS CON BRIDA		
2	1	UNID	TABLERO Y/Δ 20 HP		
3	2	UNID	MASA DE ALUMINIO Ø 14"		SERVICIO DE FUNDICION
4	20	UNID	ALABES DE ALUMINIO MODELO JOY DE ALTURA 200 mm		SERVICIO DE FUNDICION
			<b>MONTAJE</b>		
1	36	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 7/16" X 1 1/4" JUEGO COMPLETO G8		UNION BRIDAS Y CAJA DE BORNERAS
2	16	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 7/16" X 1 1/2" JUEGO COMPLETO G8		UNION BRIDAS EN BASE DE ANCLAJE
3	18	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 1/4" X 1 1/4" JUEGO COMPLETO G8		UNION BRIDA DE MALLA DE
4	20	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 1/4" X 3/4" C/ARANDELA DE PRESION G8		PARA TAPAS DE IMPULSOR
5	2	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 1/2" X 2" C/ARANDELA DE PRESION G8		EJE DE ROTOR
6	4	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 1/2" X 2 1/2" JUEGO COMPLETO G8		PARA UNION DE BRIDA CON SOPORTE
7	4	UNID	PERNO SOCKET 10 X 60 mm G8		PARA UNION DE BRIDA CON MOTOR
8	20	UNID	TUERCAS CON EMPAQUETADURA Ø7/8"		PARA UNION DE ALABES
9	20	UNID	ARANDELAS PLANAS Ø 7/8"		PARA UNION DE ALABES
10	3	M	CABLE THWN N° 12		PARA EMPALMES
11	6	UNID	TERMINALES ELECTRICOS N°10		PARA EMPALMES
12	3	M	ESPAGUETI DE FIBRA DE VIDRIO Ø 8 mm		AISLANTE DE CABLE
13	1	UNID	CINTA AISLANTE		PARA EMPALMES
14	1	UNID	CINTA VULCANIZADA		PARA EMPALMES
15	1	UNID	BARRA DE ESTAÑO 50/50		PARA EMPALMES
16	1/4	UNID	PASTA DE SOLDAR		PARA EMPALMES

SERVICIO

1	
2	
3	

\_\_\_\_\_  
FIRMA (RESPONSABLE)



**INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A.**

**HOJA DE CONSUMO Nº 0083 - 2006**

**HOJA 4/4**

MODELO: **V.A.V-18-14-3450-II - CIA. MINERA CASTROVIRREYNA S.A.**

FECHA: 01/06/2006

OT: 0117 - 2006 - VENT/FAB

FABRICACIÓN ( X )		MANTENIMIENTO ( )		REPARACIÓN ( )	
ITEM	CANT.	U.M	MATERIAL	STOCK	OBSERVACIÓN
			<b>MONTAJE</b>		
1	1	UNID	LIJA METALICA Nº 80		PARA EMPALMES
2	0.3	M	MANGUERA FLEXIBLE Ø 1 1/4"		SALIDA DE CABLES DE CONEXIÓN
3	2	UNID	CONECTORES Ø 1 1/4"		SALIDA DE CABLES DE CONEXIÓN
4	2	UNID	BROCA 1/8"		TALADRADO PARA COLOCAR LA PLACA
5	1	UNID	PLACA DE FABRICACION		
6	1	UNID	PLACA DE TABLERO		
7	10	UNID	REMACHES POP 1/8" X 5/8"		PARA UNIR PLACAS Y FLECHAS DE SEÑALIZACION
			<b>MANIOBRAS</b>		
1	4	GLN	GASOLINA 84 OCT		PARA MONTACARGA
			<b>PRUEBAS</b>		
1	1	UNID	CINTA AISLANTE		PARA CONEXIONES
2	8	GLN	DIESEL		PARA GRUPO ELECTROGENO
			<b>EMBALAJE</b>		
1	6	UNID	TABLILLA 1" X 100 mm X 1500 mm		EMBALAJE
2	9	UNID	TABLILLA 1" X 100 mm X 900 mm		EMBALAJE
3	2	UNID	TABLA 1" X 200 mm X 1500 mm		EMBALAJE
4	3	UNID	LISTON 3 X 3" X 900 mm		EMBALAJE
5	6	UNID	LISTON 2 X 3" X 1100 mm		EMBALAJE
6	2	KG	CLAVOS 2"		EMBALAJE
7	2	KG	CLAVOS 2 1/2"		EMBALAJE
8	4	UNID	PERNO CABEZA HEXAGONAL 7/16" X 2 1/2" JUEGO COMPLETO G8		PARA ANCLAR

**SERVICIO**

1	
2	
3	

\_\_\_\_\_  
FIRMA (RESPONSABLE)

# ANEXO N° 9



## INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A.

### INFORME TÉCNICO

DE : ÁREA DE VENTILADORES  
 A : GERENCIA DE PRODUCCION  
 FECHA : 05/01/2007

CLIENTE **INCIMMET S.A.**

VENTILADOR V.A.V. **VAV .760.60.2.2** N° GUÍA **1012**

CAUDAL	<b>30,000</b>	POTENCIA	<b>60 HP</b>	FRECUENCIA	<b>60 HZ</b>
PRESIÓN TOTAL (4500 MSNM)	<b>9.52</b>	VELOCIDAD	<b>3545 RPM</b>	N° ÁLABES	<b>10</b>
PRESIÓN ESTÁTICA (4500 MSNM)	<b>8.57</b>	INT. NOMINAL	<b>74 AMP</b>	Ø IMPULSOR	<b>14"</b>
MOTOR MARCA	<b>SIEMENS</b>	VOLTAJE	<b>440 V</b>	POSICIÓN DE ALABES	<b>55°</b>
SERIE VENTILADOR	<b>V0124</b>	SERIE MOTOR	<b>M0127</b>	FECHA DE SALIDA ANTERIOR	<b>12/10/2006</b>
FACTOR DE POTENCIA DEL MOTOR	<b>0.86</b>	EFICIENCIA DEL MOTOR	<b>93.20%</b>	FACTOR DE SERVICIO DEL MOTOR	<b>1.15</b>

#### VENTILADOR

##### 1.- CAMPANA AERODINAMICA

CARCAZA : BUEN ESTADO  
 MATERIAL DE CARCAZA : PL 1/8"  
 BRIDA : BUEN ESTADO  
 N° DE PERNOS DE LA BRIDA : 8 UNID 7/16 X 1 1/4" Y 8 UNID 7/16 X 1 1/2"  
 MALLA DE PROTECCION : BUEN ESTADO

##### 2.- ACOUPLE MANGA

CARCAZA : BUEN ESTADO  
 MATERIAL DE CARCAZA : PL 1/8"  
 BRIDA : BUEN ESTADO  
 N° DE PERNOS DE LA BRIDA : 8 UNID 7/16 X 1 1/4" Y 8 UNID 7/16 X 1 1/2"

##### 3.- CILINDRO BASE

CARCAZA : BUEN ESTADO  
 MATERIAL DE CARCAZA : PL 1/4"  
 BASE DE MOTOR : BUEN ESTADO  
 N° DE PERNOS DE LA BRIDA : 16 UNID 7/16 X 1 1/4" Y 16 UNID 7/16 X 1 1/2"  
 ALETAS FIJAS : BUEN ESTADO  
 CÁJA DE BORNERAS : BUEN ESTADO(SOLO SE ENCONTRO SIN DOS DE LOS PERNOS SUPERIORES DE FIJACION)  
 CÁNCAMOS IZAJE : BUEN ESTADO

##### 4.- BASE DE ANCLAJE

CARCAZA : BUEN ESTADO  
 MATERIAL DE CARCAZA : PL 5/16"

##### 5.- CARCAZA DE ALETAS FIJAS

CARCAZA : BUEN ESTADO  
 MATERIAL DE CARCAZA : PL 1/8"  
 BRIDA : BUEN ESTADO

### **IMPULSOR**

CANTIDAD DE IMPULSORES : 2 UNID  
MASA IMPULSORA : BUEN ESTADO  
N° ALABES : 10 UNID  
POSICIÓN DE ALABES : 55°  
ALTURA DE LOS ALABES : 196 mm  
BOCA MASA : BUEN ESTADO  
PERNOS DE ALABES : BUEN ESTADO  
TAPA DE IMPULSOR : BUEN ESTADO

### **MOTOR**

#### **1.- ESTATOR**

PLACAS DE SILICIO : BUEN ESTADO  
BOBINADO : DENTRO DEL ESTATOR SE ENCONTRO AGUA EN TODO EL BOBINADO, PROBABLEMENTE CON EL CORTOCIRCUITO DE LOS CABLES SE CREYO QUE EL MOTOR ESTABA QUEMADO.  
PRUEBA DE CORTOCIRCUITO: : NO ES NECESARIO

#### **RESISTENCIA ARROLLAMIENTO**

1-4 : 0.4 Ω  
2-5 : 0.4 Ω  
3-6 : 0.4 Ω

#### **RESISTENCIA AISLAMIENTO**

TENSIÓN APLICADA	1000 V.
FASE-TIERRA	R 3.48 MΩ S 0.72 MΩ T 2.65 MΩ
ENTRE-FASES	R 4.23 MΩ S 7.01 MΩ T 3.81 MΩ

#### **2.- JAULA DE ARDILLA**

PLACAS DE SILICIO : BUEN ESTADO  
EJE DELANTERO: : BUEN ESTADO  
EJE POSTERIOR: : MAL ESTADO  
CANAL CHAVETERO : BUEN ESTADO  
CHAVETA : BUEN ESTADO

#### **3.- RODAMIENTOS**

RODAJE DELANTERO : 6212 - C3 (MAL ESTADO SON DE MARCA NACHI)  
RODAJE POSTERIOR : 6212 - C3 (MAL ESTADO SON DE MARCA NACHI)

#### **4.- TAPAS DE MOTOR**

##### **DELANTERA**

ALOJAMIENTO DE RODAJE : BUEN ESTADO  
CONTRATAPA : BUEN ESTADO

##### **POSTERIOR**

ALOJAMIENTO DE RODAJE : BUEN ESTADO  
CONTRATAPA : BUEN ESTADO

#### **4.- CARCAZA DE MOTOR**

CARCAZA: : BUEN ESTADO

#### OBSERVACIONES

- SE OBSERVO EN LA CAJA DE BORNERAS QUE FALTABA DOS PERNOS DE LA PARTE SUPERIOR, COMO ESTABA
- 1.- SUELTO LA CAJA DE BORNERAS PROVOCO QUE INGRESE FILTRACIONES DE AGUA HASTA LOS EMPALMES DE LOS CABLES.
  - 2.- POR ESTA RAZON SE ENCONTRO RESIDUOS DE AGUA EN EL BOBINADO DEL MOTOR.
  - 3.- DENTRO DE LA CAJA INTERNA DEL MOTOR DONDE SE ALOJA EL CABLEADO TAMBIEN SE ENCONTRO ACUMULACION DE AGUA.
  - 4.- EN LA PARTE INFERIOR DE LA CAJA DE BORNERAS HABIA UNA ACUMULACION DE OXIDO, ESTO OCURRE POR QUE SE ACUMULO AGUA EN ESTA ZONA.
  - 5.- SE OBSERVO VISUALMENTE QUE EL RODAMIENTO POSTERIOR TIENE JUEGO Y PRESENTA OXIDO EN LA PISTA DE LOS RODAMIENTOS TANTO DELANTERO COMO POSTERIOR
  - 6.- SE ENCONTRO EL CABLEADO 6 - 9 Y 5 - 8 CON CORTOS POR LA HUMEDAD QUE INGRESO POR LA CAJA DE BORNERAS.
  - 7.- EL AJUSTE DE LOS ASIENTOS DE LOS RODAMIENTOS ESTAN EN BUEN ESTADO, AL IGUAL QUE LOS ALOJAMIENTOS DE LOS RODAMIENTOS EN LAS TAPAS DEL MOTOR
  - 8.- SE VERIFICO EL ALINEAMIENTO DEL EJE DEL ROTOR Y ESTA DESALINEADO EN EL EJE POSTERIOR EN 0.04 mm.
- SE REALIZO LA PRUEBA DE SISTEMA DE MANDO Y DE FUERZA EN EL TABLERO , ENCONTRANDO QUE EL RELEY
- 10.- TERMICO FUE MANIPULADO YA QUE SE ENCONTRO EN LA POSICION **R**, POR ESTA SITUACION EL TABLERO NO ACCIONO EL APAGADO DEL VENTILADOR, LA POSICION CORRECTA DEL RELEY TERMICO ES EN **RO**.
  - 11.- EN EL HOROMETRO SE REGISTRO 839 HORAS

#### REPARACION

- SE TENDRA QUE CAMBIAR EL CABLEADO 6 - 9 Y 5 - 8 DONDE SE PRODUJO LOS
- 1.- CORTOSCIRCUITOS.
  - 2.- SE TENDRA QUE RECTIFICAR EL EJE POSTERIOR DEL ROTOR POR QUE ESTA DESALINEADO.

#### MANTENIMIENTO

- 1.- SE TENDRA QUE SECAR HUMEDAD EN EL HORNO, PARA VER SI EL AISLAMIENTO SUBE.
- 2.- SE REALIZARA MANTENIMIENTO AL VENTILADOR, CARCAZA DE ALETAS FIJAS, CAMPANA, ACOPL E IMPULSORES
- 3.- MANTENIMIENTO A LA CARCAZA DEL MOTOR.
- 4.- SE PROCEDERA A LIMPIEZA DEL BOBINADO CON SOLVENTE DIELECTRICO, SI EL AISLAMIENTO AUMENTA SE PROTEGERA CON BARNIZ CASO CONTRARIO SE PROCEDERA AL RESPECTIVO REBOBINADO (SEGÚN PRUEBA)
- 5.- SE TENDRA QUE CAMBIAR LOS RODAMIENTOS 6212 - C3 DE MARCA NACHI (DE FABRICA) POR RODAMIENTOS 6212 - 2Z/C3 MARCA SKF.
- 6.- SE REALIZARA MANTENIMIENTO AL TABLERO.

---

HENRY LICETA SILVA  
AREA DE VENTILADORES

#### INDUSTRIAS Y SERVICIOS " EL TIGRE " S.A.

Fábrica Principal

Av. Gerardo Unger Maza B Lote 9B Urb. Los Claveles de Pro - Zona Industrial  
Distrito San Martín de Porres - Código Postal LIMA 31 LIMA - PERU

Teléfono

(51) (1) 536-4526 - 537-3516 - / 537-3859

Fax

(51) (1) 536 3757

E-mail

rah@iys-el-tigre.com

# ANEXO N° 10



## INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A.

### PROTOCOLO DE PRUEBAS - FAB - N° 109

**CLIENTE** : ADMINISTRACION DE EMPRESAS S.A.  
**VENTILADOR** : V.A.V - 760 - 60 - 2 - 2  
**FECHA** : 07/08/2006

DATOS SEGÚN PLACA					
VENTILADOR MODELO	CAUDAL (C.F.M)	Ø IMPULSOR ( PULG )	POSICION	N° ÁLABES	FRECUENCIA (Hz)
760-60-2-2	30,000	14 - TT	45°	10	60
MOTOR MARCA	POTENCIA ( H.P)	VELOCIDAD ( R.P.M )	CORRIENTE NOMINAL ( AMP )	VOLTAJE ( V )	SERIE MOTOR FABRICANTE
SIEMENS	60	3545	73.9	440	882699
COS φ F. DE POTENCIA	PESO APROX. MOTOR (KG.)	PESO APROX. VENTIL. (KG.)	SERIE VENTILADOR	SERIE MOTOR	SERIE TABLERO
0.85	260	900	V0109	M0112	T0081

**RESISTENCIA AISLAMIENTO**

TENSIÓN APLICADA: 1000 V

FASE-TIERRA MAYORA 1999 MΩ  
 ENTRE FASES MAYORA 1999 MΩ

**2) RESISTENCIA ARROLLAMIENTO**

1-4 0.4 Ω  
 2-5 0.4 Ω  
 3-6 0.4 Ω

**PRUEBA DEL VENTILADOR**

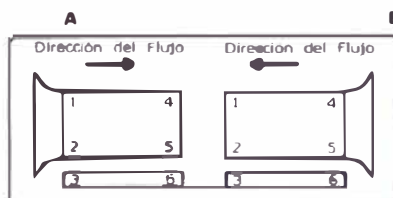
INTENSIDAD DE LINEA					
VOLTIOS			AMPERIOS		
U - V	V - W	W - U	U	V	W
443	444	443	85	86	82

INTENSIDAD DE FASE					
VOLTIOS			AMPERIOS		
U - V	V - W	W - U	U	V	W
443	444	443	50.1	51.0	45.7

**ANÁLISIS DE LA VIBRACIÓN DEL VENTILADOR**

**PROMEDIO DE VIBRACIÓN DE:**



Puntos	A (mm/s)	B (mm/s)
1	17	22
2	26	15
3	23	16
4	28	28
5	24	27
6	22	29

CARCAZA  
 BASE DE ANCLAJE  
 TEMPLADORES

2.07 mm/s.



VELOCIDAD DE AIRE PROMEDIO

33.5 m/s.



Referencia - Campana aerodinámica  
GENERACIÓN 2.006

Puntos	(m/s)	Puntos	0.89 (m/s)	mm
1	36.5	5	31	
2	32	6	30.8	
3	32	7	35.6	
4	43.6	8	37.1	
9	22.8			

CAUDAL  
PROMEDIO  
APROX

20.83 m<sup>3</sup>/s.

44,145 C.F.M

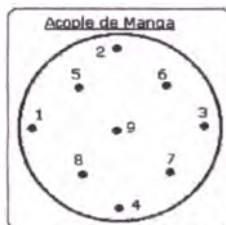
28,562 C.F.M

Referencia a nivel del mar (aprox)

Referencia a 4,300 msnm (aprox)

VELOCIDAD DE AIRE PROMEDIO

40.4 m/s.



Referencia - ACOPLÉ DE MANGA Ø 766 mm

Puntos	(m/s)	Puntos	0.766 (m/s)	mm
1	53.1	5	38.8	
2	52.5	6	37.5	
3	51.2	7	35.4	
4	45.5	8	39.2	
9	10.1			

CAUDAL  
PROMEDIO  
APROX

18.60 m<sup>3</sup>/s.

39,417 C.F.M

25,503 C.F.M

Referencia a nivel del mar (aprox)

Referencia a 4,300 msnm (aprox)

ANÁLISIS DE RUIDO

114.8 dB

PRESIÓN TOTAL APROX.

12.9 pulg H<sub>2</sub>O

8.35 pulg H<sub>2</sub>O

Referencia a nivel del mar (aprox)

Referencia a 4,300 msnm (aprox)

PRESIÓN ESTÁTICA APROX.

11.30 pulg H<sub>2</sub>O

7.31 pulg H<sub>2</sub>O

Referencia a nivel del mar (aprox)

Referencia a 4,300 msnm (aprox)

FACTOR DE CONVERSIÓN STD EN BASE A LOS METROS  
SOBRE EL NIVEL DEL MAR  
(m.s.n.m) A TRABAJAR

0.647

Referencia a 4,300 msnm (aprox)

### OBSERVACIONES

TEMPERATURA DEL AMBIENTE:

21 °C

TEMPERATURA DEL MOTOR:

32 °C

Ing. Henry Liceta S.  
AREA DE VENTILADORES

# ANEXO N° 11



# INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A.

## CERTIFICADO DE CALIDAD BALANCEO DINÁMICO

N° 0116 - 2005

CLIENTE:

CIA. MINERA RAURA S.A

FECHA: 04/08/2005

SISTEMA ROTANTE

ROTOR DE 210 HP + 2 IMPULSORES DE Ø 26" CON 16 ÁLABES C/U



NIVEL DE VIBRACION INICIAL		NORMA DE SEVERIDAD ISO 1940
SENSOR 1 (mm/s)	8.3	C
SENSOR 2 (mm/s)	8.1	C
SENSOR 3 (mm/s)	16.9	C
SENSOR 4 (mm/s)	16.7	C

NIVEL DE VIBRACION FINAL		NORMA DE SEVERIDAD ISO 1940
SENSOR 1 (mm/s)	0	B
SENSOR 2 (mm/s)	0.1	B
SENSOR 3 (mm/s)	0.1	B
SENSOR 4 (mm/s)	0.3	B

B: BUENO  
A: ACEPTABLE  
N: NO ACEPTABLE  
C: ESTADO CRITICO

VELOCIDAD DE BALANCEO: 800 R.P.M.

VELOCIDAD DE SERVICIO: 1750 R.P.M.

Ing. Yuri Alegre C.  
AREA DE VENTILADORES

INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A.  
 Fábrica Principal Av. Gerardo Unger Mza. B Lote 5B Urb. Los Claveles de Pro - Zona Industrial  
 Distrito San Martín de Porres - Código Postal: LIMA 31 LIMA - PERU  
 Teléfono: (51)(1) 536-4526 // 537-3516  
 Fax: (51)(1) 536 3757  
 E-mail: vah@rys-el-tigre.com

## **ANEXO N° 12**

### **NORMAS TECNICAS EMPLEADAS EN MATERIALES DE FABRICACION**

- 1 – Todas las planchas que se usan para fabricación están basadas las propiedades mecánicas en las Normas Técnicas ASTM – A 1011, CS TIPO B (estas reemplazan a las Normas Técnicas ASTM A – 569).
- 2 – Las platinas están basadas sus propiedades mecánicas según las Normas Técnicas ASTM – A36.
- 3 – Los Espárragos de los Templadores están fabricadas según Normas Técnicas ASTM A 193/ A193M cuyo material es B6X.
- 4 – Los Rodetes es un componente de aluminio especial (Duraluminio 32) el cual tiene una buena mecanización y un buena resistencia mecánica cuya Norma Técnica del material es un LM 27.
- 5 – Los alabes es un componente de aluminio especial (Duraluminio 35) el cual tiene buena resistencia a la tracción y corrosión, tiene baja maquinabilidad y tiene una elongación moderada cuya Norma Técnica del material es AA – ASTM 356 similar al LM 25.
- 6 – Los Motores tienen un grado de protección IP 55, IP 65 o IEEE – 841 dependiendo de la condición de trabajo.  
El Bobinado tiene un aislamiento clase F (Soporta una Temperatura máxima de 150<sup>a</sup> C), cuando se rebobina un motor su clase de aislamiento es clase H (Soporta una Temperatura de 180<sup>a</sup> C).

## **ANEXO N° 13**

### **DIFERENTES TIPOS DE CORROSION**

#### **1 - Corrosión Uniforme**

El ataque uniforme sobre grandes áreas de una superficie metálica es la forma más común de la corrosión y puede ser húmeda o seca, electroquímica o química, siendo necesario seleccionar los materiales de construcción y los métodos de protección como pintura, para controlarla.

Por otra parte, la corrosión uniforme es la forma más fácil de medir, por lo que las fallas inesperadas pueden ser evitadas simplemente por inspección regular.

Por lo regular se produce cuando una zona del Ventilador no ha sido protegida con una buena capa de pintura y en la unión de las bridas del ventilador y por los ajustes de los pernos.

#### **2 - Corrosión Por Erosión**

Cuando el movimiento del medio corrosivo sobre la superficie metálica incrementa la velocidad de ataque debido a desgaste mecánico, este recibe el nombre de corrosión por erosión. La importancia relativa del desgaste mecánico y la corrosión, es a menudo difícil de establecer y varía grandemente de una situación a otra, y el mecanismo de la erosión generalmente se atribuye a la remoción de películas superficiales protectoras, como por ejemplo, películas de óxido formadas por el aire, o bien, productos adherentes de la corrosión.

La corrosión por erosión, generalmente tiene la apariencia de picaduras poco profundas de fondo terso, y el ataque puede presentar también una distribución direccional debido al camino seguido por el agente agresivo cuando se mueve sobre la superficie del metal.

La corrosión por erosión prospera en condiciones de alta velocidad, turbulencia, choque, etc., y frecuentemente se observa en Ventiladores Axiales por la variación de flujo del aire

La corrosión se cree que juega uno de los siguientes papeles: el calor de la fricción oxida el metal y a continuación el óxido se desgasta, o bien, la remoción mecánica de las partículas protectoras de óxido, o los productos de la corrosión resultantes, dan como resultado la exposición de superficies limpias del metal al medio agresivo, en tal forma que el fenómeno corrosivo se acelera.

### **3 - Corrosión Por Agrietamiento**

Las condiciones ambientales en una grieta, pueden con el tiempo volverse muy diferentes de las existentes en una superficie limpia y abierta, por lo que un medio ambiente muy agresivo puede desarrollar y causar corrosión en las grietas.

Las grietas o hendiduras generalmente se encuentran en los empaques, traslapes, tornillos, remaches, etc., y también pueden formarse por depósitos de suciedad, productos de la corrosión y raspaduras en las películas de recubrimiento.

La corrosión por agrietamiento, generalmente se atribuye a los siguientes factores:

- a).- Cambios de acidez en la grieta o hendidura.
- b).- Escasez de oxígeno en la grieta.
- c).- Desarrollo de iones diferentes en la hendidura.
- d).- Agotamiento de Inhibidor en la grieta.

### **4 - Corrosión Por Picadura**

La corrosión por picadura se presenta por la formación de orificios en una superficie relativamente inatacada y las picaduras pueden tener varias formas.

La forma de una picadura es a menudo responsable de su propio avance, por las mismas razones mencionadas en la corrosión por agrietamiento, es decir, una picadura puede ser considerada como una grieta o hendidura formada por si misma.

Para reducir la corrosión por picadura se necesita una superficie limpia y homogénea, por ejemplo, un metal homogéneo y puro con una superficie muy pulida deberá ser generalmente, mucho más resistente que una superficie que tenga incrustaciones, defectos o rugosidad.

La corrosión por picadura es un proceso lento que puede llevarse meses y años antes de ser visible, pero que naturalmente, causará fallas inesperadas. El pequeño tamaño de la picadura y las minúsculas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detección de ésta sea muy difícil en las etapas iniciales.

La limpieza de la superficie y la selección de materiales conocidos, resistentes a la formación de picaduras en un medio ambiente determinado, es generalmente el camino más seguro para evitar este tipo de corrosión.

## ANEXO N° 14

### DIFERENTES TIPOS DE MASILLAS

#### 1 – ZEINC PRIMER X5

Es un producto de alta calidad, posee excelente resistencia a la corrosión, de secado rápido, muy buena adherencia sobre sustrato ferroso y brinda capacidad de relleno obteniendo en el acabado, buen nivelamiento y alto brillo. Se puede recubrir con Súper Gloss L4-40, Laca a la piroxilina y 3T Acrylic Lacquer L3000

#### USOS

Diseñado para ser utilizado en repintado automotriz.



**Fig.1 – ZEINC PRIMER X5**

#### 2 – BONKFLEX

BONKFLEX es una masilla flexible, de rápido curado, suave lijado y desarrolla una buena flexibilidad manteniendo un buen equilibrio entre adherencia, cohesión y resistencia al impacto. BONKFLEX está elaborado con materias primas tales como Resina Poliéster Insaturado, Monómero Estireno, Talco no Asbestoso, Magnesita y Microesferas de Boro silicato de Sodio, las cuales son aprobadas previamente por nuestro Laboratorio de Control de Calidad.

#### USOS

Está diseñado para rellenar agujeros, rasguños, abolladuras, raspones y grietas sobre



superficie metálicas. Para nivelar la superficie después del planchado en el repintado automotriz.



**Fig.6 – BONKFLEX POLIESTER BODY FILLER**

### **3 – MASILLA PREMIUM**

Es un producto elaborado a base de resinas sintéticas, pigmentos y cargas seleccionadas que le confieren un gran poder de relleno. Este producto de alto contenido de sólidos le confiere buena fluidez y nivelamiento. Esto hace que el trabajo sea más fácil porque rellena bien, seca rápido y lija fácilmente, no se cuartea ni se encoge ya que tiene una excelente adhesión. Puede usarse bajo lacas acrílicas, esmaltes acrílicos y lacas a la piroxilina.

#### **USOS**

Para corregir imperfecciones sobre todo para rellenar las huellas de lijas en la Masilla Plástica.



**Fig.7 – MASILLA PREMIUM**

## ANEXO N° 15

### DIFERENTES TIPOS DE MASILLAS

#### 1 – BASE AL HORNO

Producto elaborado a base de resinas Alquídicas y melamina, con pigmentos y cargas especiales que le dan el anclaje necesario a la pintura de acabado.

#### USOS

Recomendado como base para pinturas horneables cuando se requiera alto espesor de capa y protección duradera.



**Fig.1 – Base al Horno**

#### 2 – ESMALTE AL HORNO

Producto elaborado a base de resinas Alquídicas / Melamina con pigmentos de alta calidad y aditivos que le confieren al producto un excelente brillo, adherencia y dureza.

#### USOS

Para proteger todo tipo de superficies metálicas, tales como muebles, equipos, etc.



**Fig.2 – Esmalte al Horno**

### 3 – BASE ZINCROMATO MAESTRO

Base anticorrosiva de secado rápido para uso industrial, su formulación con resinas sintéticas especiales le proporcionan una excelente adhesión sobre superficies ferrosas y deja lista la superficie para aplicar esmalte sintético o lacas a la piroxilina, además su acción anticorrosiva brinda excelente protección al metal.

#### USOS

Se usa sobre superficies ferrosas.



**Fig.3 – Base Zincromato Verde**

## ANEXO N° 16

### GRADO DE CALIDAD DEL BALANCEO SEGÚN ISO 1940

$$G = e \times \omega$$

$$e = U/M$$

Donde:

**G** = grado de calidad del balanceamiento [mm/s]

**e** = desbalanceamiento específico [mm]

**M** = masa del rotor [g]

$\omega$  = velocidad de rotación del rotor [rad/s]

Grado de calidad del balanceo según ISO 1940. [8].

Calidad de Balanceo	Tipo de Rotor
G4000	Cigüeñales de Motores (Diesel) Marítimos de bajas Revoluciones, montados sobre soportes rígidos y con un número de cilindros impar.
G1600	Cigüeñales de Motores de dos tiempos montados sobre soportes rígidos.
G630	Cigüeñales de Motores de cuatro tiempos, montados sobre soportes rígidos. Cigüeñales de Motores (Diesel) marítimo montados sobre soportes elásticos.
G250	Cigüeñales de Motores (Diesel) de cuatro cilindros y de alta velocidad montados sobre soportes rígidos.
G100	Cigüeñales de Motores (Diesel) de seis o más cilindros y de alta velocidad. Cigüeñales de Motores de Combustión Interna (Gasolina, Diesel) para carros y ferrocarriles.
G40	Ruedas y llantas de carros. Cigüeñales de Motores de cuatro tiempos de alta velocidad (Gasolina, Diesel) sobre soportes elásticos de seis o más cilindros.
G16	Ejes de propelas, eje de transmisiones cardánicas. Elementos de Maquinas Agrícolas. Componentes individuales de motores (Gasolina, Diesel) para carros y ferrocarriles. Cigüeñales de motores de seis o más cilindros bajo requerimientos especiales.
G6.3	Elementos de maquinas procesadoras en general. Engranajes para turbinas de uso marítimo. Rodillos para maquinas papeleras. Ventiladores. Rotores de turbina para la aviación. Impelentes para bombas. Maquinas herramientas. Rotores de motores eléctricos.
G2.5	Turbinas de gas y de vapor. Rotores rígidos para turbogeneradores. Discos para computadoras. Turbocompresores. Bombas operadas por turbinas.
G1	Grabadoras de cinta magnética y tocadiscos convencionales. Maquinas trituradoras.
G0.4	Discos compactos, brocas, barrenos, giroscopios.

## **ANEXO N° 17**

### **NORMAS TECNICAS EMPLEADAS EN LAS PRUEBAS**

- 1 – Para las pruebas de Aislamiento se basa en la Norma Técnica IEEE 43 – 2000.
- 2 – Para las pruebas de Potencia se utiliza la Norma Técnica NEMA.
- 3 – Los Ventiladores Axiales se prueban siguiendo las Normas Técnicas ISO 5801:1997 y BS 848:1997.- Apartado 1.
- 4 – Los Niveles de Ruido se prueban siguiendo la Norma Técnica BS 848 Apartado 2.

## **ANEXO N° 18**

### **METODOS DE INSPECCION POR ULTRASONIDO Y RADIOGRAFICA**

#### **A - Ultrasonido**

El método de Ultrasonido se basa en la generación, propagación y detección de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales. En la figura de abajo, se muestra un sensor o transductor acústicamente acoplado en la superficie de un material. Este sensor, contiene un elemento piezo-eléctrico, cuya función es convertir pulsos eléctricos en pequeños movimientos o vibraciones, las cuales a su vez generan sonido, con una frecuencia en el rango de los megahertz (inaudible al oído humano). El sonido o las vibraciones, en forma de ondas

elásticas, se propaga a través del material hasta que pierde por completo su intensidad ó hasta que topa con una interfase, es

decir algún otro material tal como el aire o el agua y, como consecuencia, las ondas pueden sufrir reflexión, refracción, distorsión, etc. Lo cual puede traducirse en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación de las ondas originales.



D

**Fig.1 – Método de Ultrasonido**

De esta manera, es posible aplicar el método de ultrasonido para determinar ciertas características de los materiales tales como:

- 1 - Velocidad de propagación de ondas.
- 2 - Tamaño de grano en metales.
- 3 - Presencia de discontinuidades (grietas, poros, laminaciones, etc.)
- 4 - Adhesión entre materiales.
- 5 - Inspección de soldaduras.
- 6 - Medición de espesores de pared.

Como puede observarse, con el método de ultrasonido es posible obtener una evaluación de la condición interna del material en cuestión. Sin embargo, el método de

ultrasonido es más complejo en práctica y en teoría, lo cual demanda personal calificado para su aplicación e interpretación de indicaciones o resultados de prueba

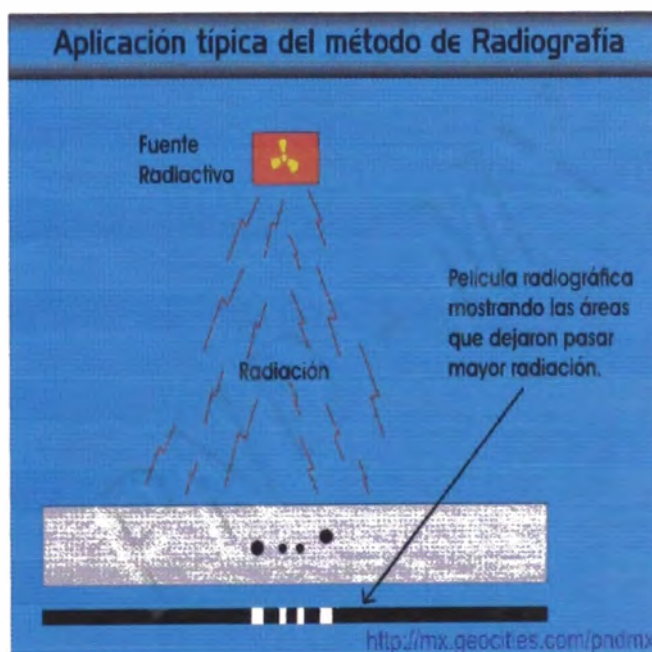
## B - Radiografía

La radiografía como método de prueba no destructivo, se basa en la capacidad de penetración que caracteriza principalmente a los Rayos X y a los Rayos Gama. Con este tipo de radiación es posible irradiar un material y, si internamente, este material presenta cambios internos considerables como para dejar pasar, o bien, retener dicha radiación, entonces es posible determinar la presencia de dichas irregularidades internas, simplemente midiendo o caracterizando la radiación incidente contra la radiación retenida o liberada por el material.

Comúnmente, una forma de determinar la radiación que pasa a través de un material, consiste en colocar una película

Radiográfica, cuya función es cambiar de tonalidad en el área que recibe radiación. Este mecanismo se puede observar más fácilmente en la figura de abajo. En la parte de arriba se encuentra una fuente radioactiva, la cual emite radiación a un material metálico, el cual a su vez presenta internamente una

serie de poros, los cuales por contener aire o algún otro tipo de gas, dejan pasar más cantidad de radiación que en cualquier otra parte del material. El resultado queda plasmado en la película radiográfica situada en la parte inferior del material metálico.



**Fig.2 – Método de Radiografía**

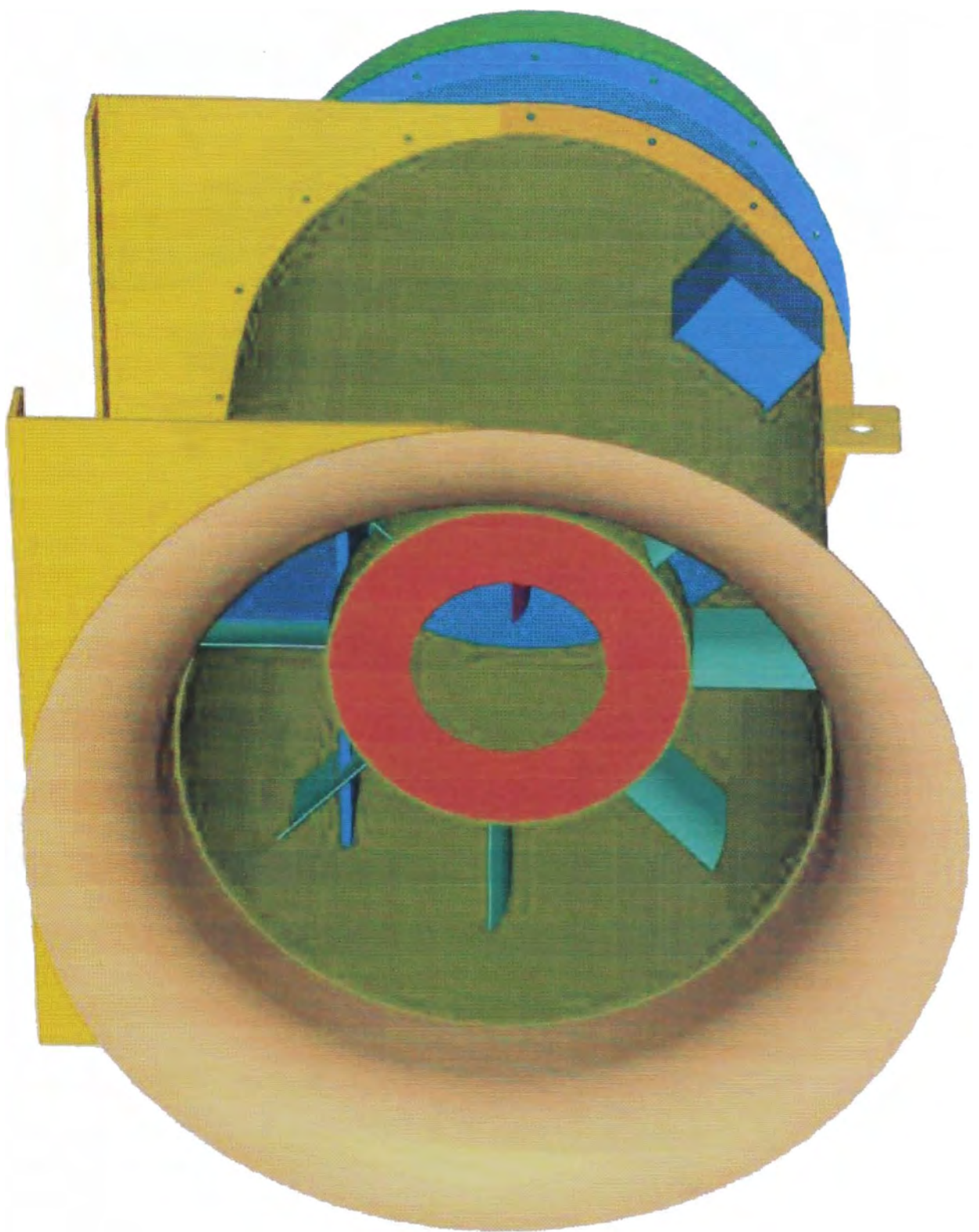


Como puede observarse el método de radiografía es sumamente importante, ya que nos permite obtener una visión de la condición interna de los materiales. De aquí que sea ampliamente utilizada en aplicaciones tales como:

- Medicina.
- Evaluación de Soldaduras.
- Control de calidad en la producción de diferentes productos.
- Otros

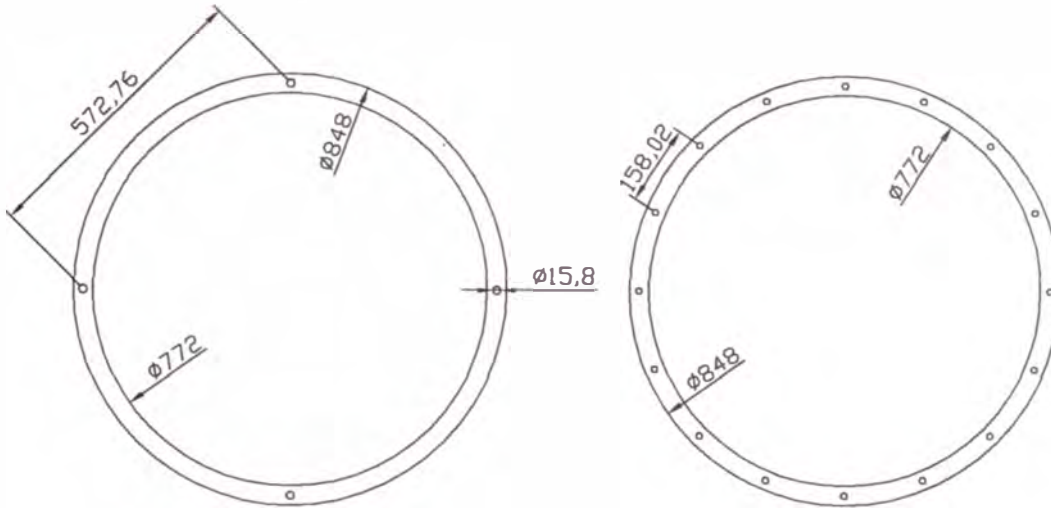
Sin embargo, este método también tiene sus limitaciones. El equipo necesario para realizar una prueba radiográfica puede representar una seria limitación si se considera su costo de adquisición y mantenimiento. Más aún, dado que en este método de prueba se manejan materiales radiactivos, es necesario contar con un permiso autorizado para su uso, así como también, con detectores de radiación para asegurar la integridad y salud del personal que realiza las pruebas radiográficas.

# PLANOS





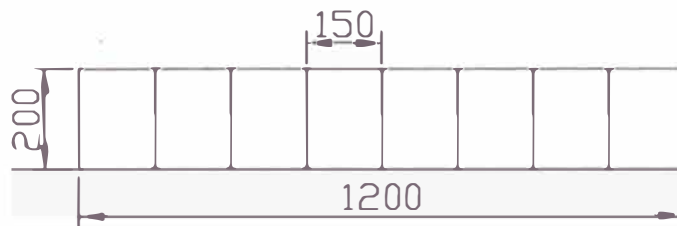
# BRIDAS 6 UNID Y AROS ANTIDEF. 2 UNID



## ALETAS FIJAS DELANTERAS PL 1/8"



## ALETAS FIJAS POSTERIOR PL 1/8"



INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: VAV 760.60.2.2

ECHA: 14/09/06 REV: Henry Liceta S.

DESCRIPCIÓN:  
INCIMMET

DIBUJADO  
POR:

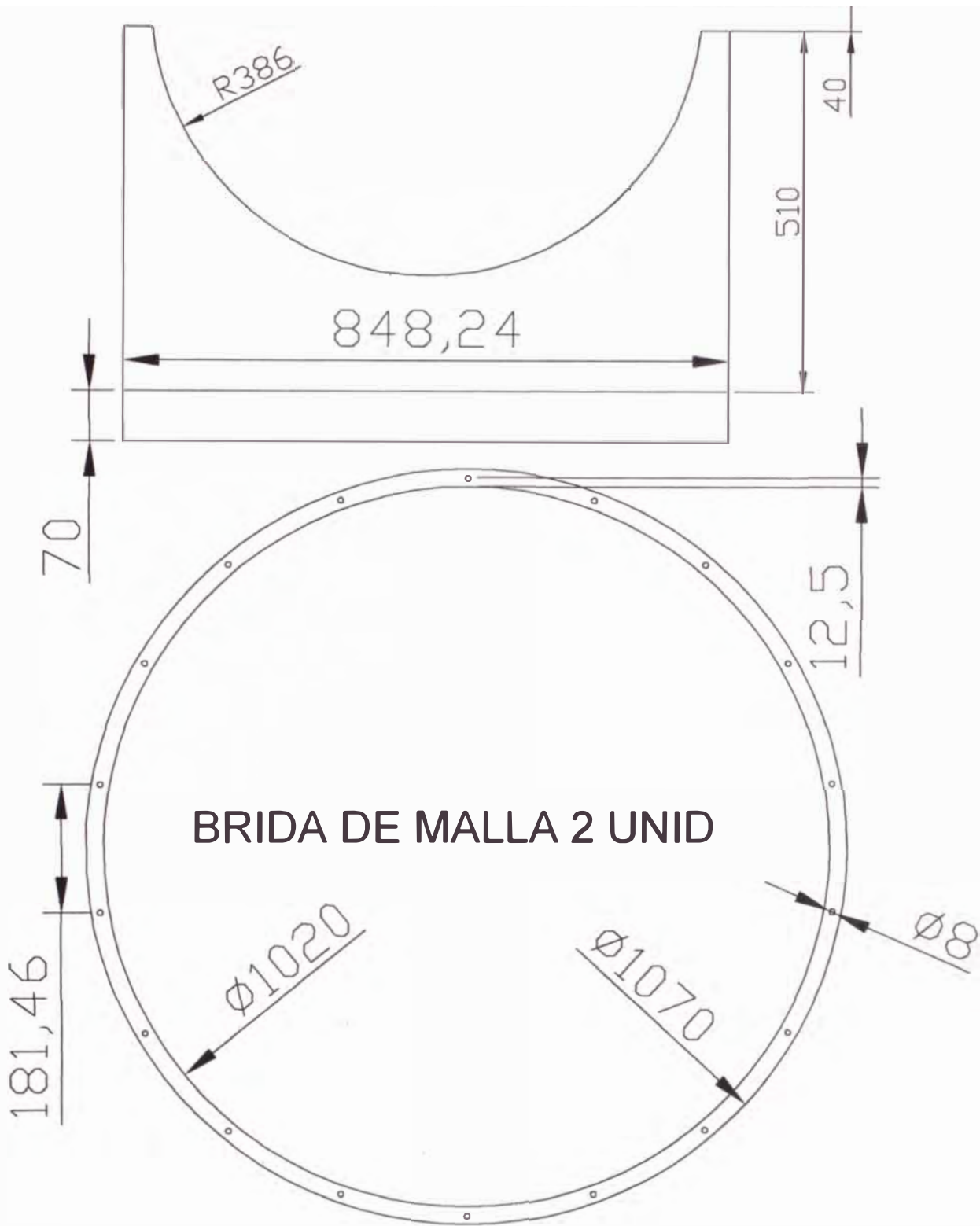
OBS:

HENRY LICETA S. Medidas en mm

PLANO N°

3

# BASE DE ANCLAJE PL 5/16"



INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: VAV 760.60.2.2

FECHA: 14/09/06

REV : Henry Liceta S.

DESCRIPCIÓN :  
INCIMMET

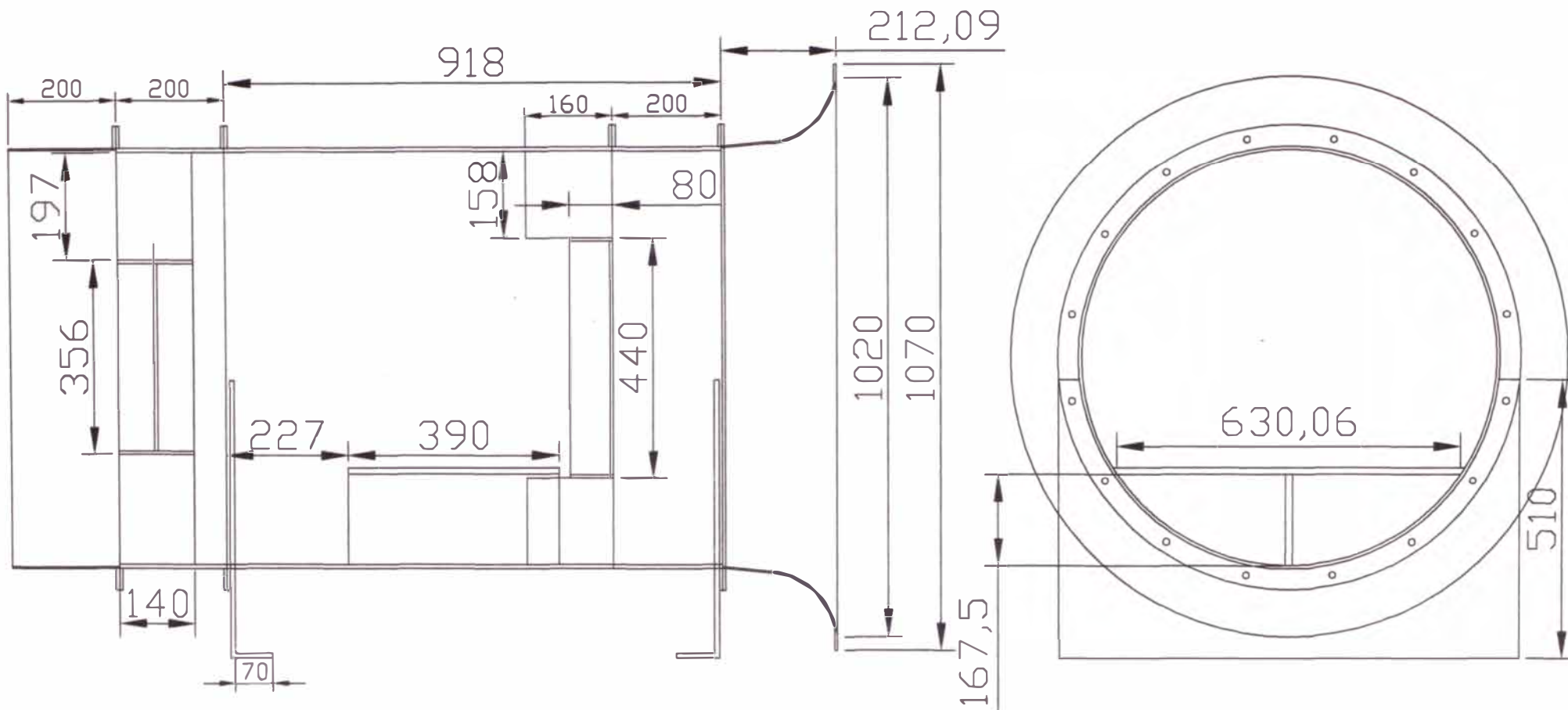
DIBUJADO  
POR :

OBS :

PLANO N°

HENRY LICETA S. Medidas en mm

4



# INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: **VAV 760.60.2.2**

HA: 14/09/06 REV: Henry Liceta S.

DESCRIPCIÓN:  
INCIMMET

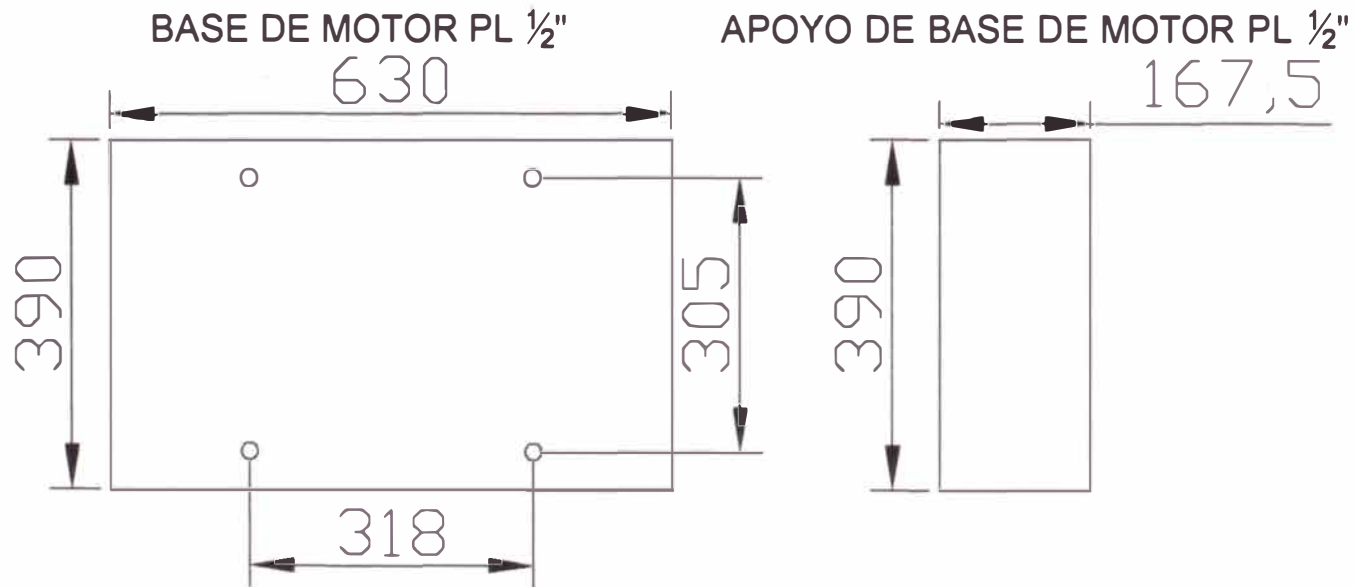
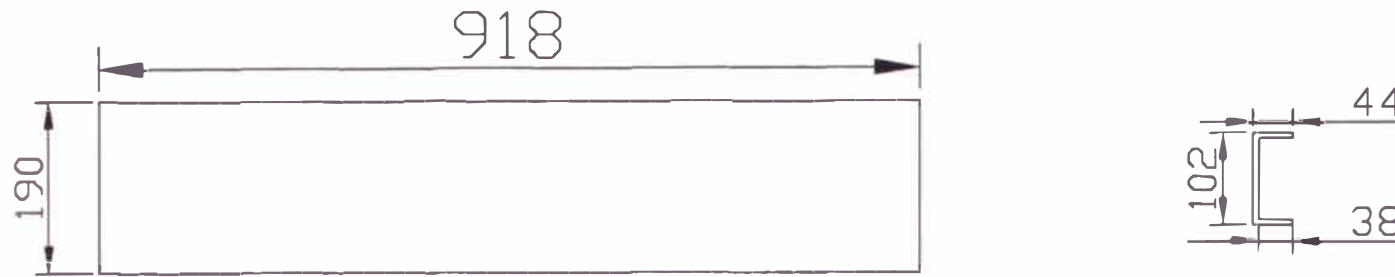
DIBUJADO  
POR:

HENRY LICETAS. Medidas en mm

PLANO N°

**5**

REFUERZO DE BASE ANCLAJE PL ¼"



INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: VAV 760.60.2.2

FECHA: 14/09/06

REV : Henry Liceta S.

DESCRIPCIÓN :  
INCIMMET

DIBUJADO  
POR :

OBS :

PLANO N°

HENRY LICETA S. Medidas en mm

6



CILINDRO BASE PL  $\frac{1}{4}$ "

CARCAZA DE ALETAS FIJAS PL  $\frac{1}{4}$ "

INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: VAV 760.60.2.2

FECHA: 14/09/06

REV: Henry Liceta S.

DESCRIPCIÓN:  
INCIMMET

DIBUJADO  
POR:

OBS:

PLANO N°

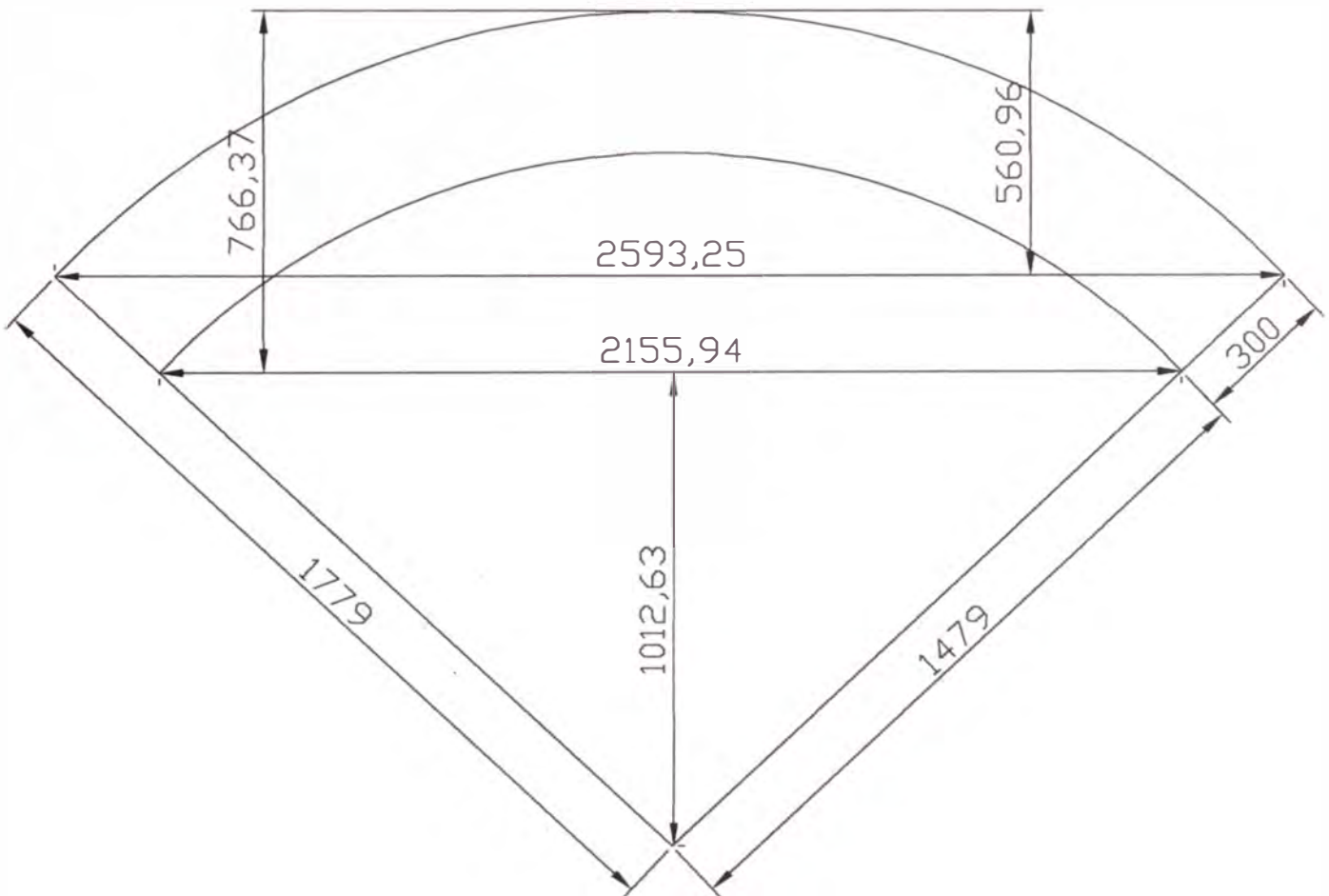
HENRY LICETA S. Medidas en mm

7

# ACOPLE DE MANGA PL $\frac{1}{8}$ "



# CAMPANA AERODINAMICA PL $\frac{1}{8}$ "



INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: VAV 760.60.2.2

: 14/09/06 REV: Henry Liceta S

DESCRIPCIÓN:  
INCIMMET

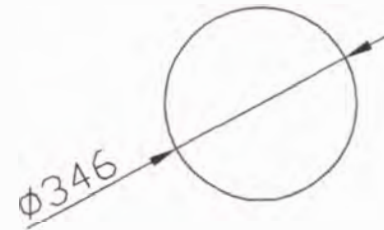
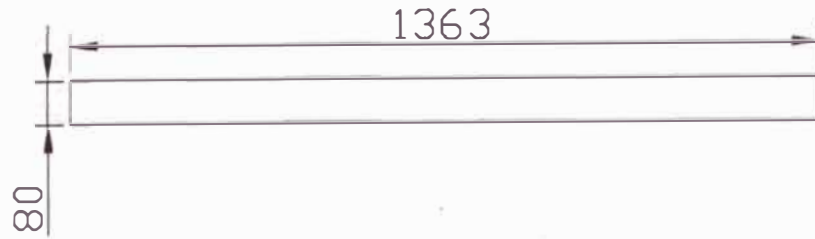
DIBUJADO  
POR:  
HENRY LICETA S.

OBS:  
Medidas en mm

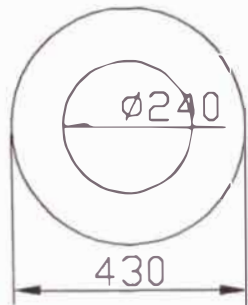
PLANO N°

8

# ANILLO DELANTERO PL $\frac{3}{16}$ " DISCO POSTERIOR PL $\frac{1}{4}$ "



# DISCO DELANTERO PL $\frac{1}{4}$ "



# ANILLO POSTERIOR PL $\frac{3}{16}$ "



INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A

MODELO: VAV 760.60.2.2

14/09/06 REV: Henry Liceta S.

DESCRIPCIÓN:  
INCIMMET

DIBUJADO  
POR:  
HENRY LICETA S.

OBS:  
Medidas en mm

PLANO N°  
9