

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIA**  
**CARRERA ELECTROMECANICA**



**MONOGRAFIA LABORAL (PETAENG)**

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPO LAVADOR**  
**“TORNADO”**

**Monografía laboral para la obtención del Título de Técnico Universitario Superior**

**POR: ALEJANDRO WEIMAR ORTUÑO BUSTOS**  
**TUTOR: LIC. SIMON LAYME**

**LA PAZ -BOLIVIA**

**2019**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA**

**CARRERA DE ELECTROMECHANICA**

Monografía laboral (PETAENG)

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL EQUIPO LAVADOR

“TORNADO.”

Presentada por: Univ. Alejandro Weimar Ortuño Bustos

Para optar el grado académico de *Técnico Universitario Superior*

Nota numeral:.....

Nota literal:.....

Ha sido:.....

Director de carrera de Electromecánica: Ing. Marco Antonio Romay Ossio

Tutor: Lic. Simón Layme Velasco

Tribunal: Msc.Ing. Juan David Castillo

Tribunal: Msc. Lic. Marco Antonio Auza

## **DEDICATORIA**

Primeramente, le dedico este trabajo a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Raúl Ortuño Y Laura Bustos por la confianza y el apoyo brindado por parte de ambos, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida, han demostrado su amor corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. Y sé que están orgullosos de la persona en la cual me he convertido.

A mis hermanos María, Rocío y Bernabé Ortuño por el apoyo brindado y tomar en cuenta que todo lo que nos proponamos podemos lograr trabajando fuerte, los quiero mucho gracias por ser mis hermanos.

A mis docentes por todo el conocimiento que impartieron en clases, su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ellos.

## **RESUMEN**

La máquina lavadora de piezas “Tornado” está diseñado para lavar los motores diésel de tamaño medio de los equipos todo terreno Caterpillar, antes de la reconstrucción.

También es perfecto para desengrasar rodamientos de rieles, motores eléctricos y muchas otras aplicaciones de limpieza de piezas industriales.

Esta máquina estuvo fuera de servicio por mucho tiempo. Se puso operativa haciendo una nueva reestructuración a su sistema eléctrico y en el sistema mecánico mejoras con un mantenimiento preventivo.

## CONTENIDO

<u>Portada.</u>	<u>Pag.1</u>
<u>Dedicatoria.</u>	<u>Pag.2</u>
<u>Resumen.</u>	<u>Pag.3</u>
<u>1. Introducción.-</u>	<u>Pag.4</u>
<u>1.1. Antecedentes.-</u>	<u>Pag.8</u>
<u>1.2. Descripción de la Empresa.-</u>	<u>Pag.8</u>
<u>1.3. Cargos desempeñados.-</u>	<u>Pag.8</u>
<u>1.4. Jerarquía administrativa.-</u>	<u>Pag.9</u>
<u>1.5. Objetivo.-</u>	<u>Pag.9</u>
<u>1.5.1. Objetivo general.</u>	<u>Pag.9</u>
<u>1.5.2. Objetivos específicos.-</u>	<u>Pag.9</u>
<u>2.-Descripción del equipo lavador “TORNADO”.</u>	<u>Pag.10</u>
<u>2.1. Diagnóstico inicial.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2. Procedimiento de identificación de peligros</u>	
<u>    y evaluación de riesgos.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2.1. Peligro.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2.2. Identificación de Peligros.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2.3. Deterioro a la salud.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2.4. Incidente.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2.5. Accidente.-</u>	<u>Pag.11</u>
<u>2.2.6. Cuasi accidente.</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.7. Riesgo.-</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.8. Evaluación de Riesgos.-</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.9. Magnitud de Riesgos.-</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.10. Probabilidad.-</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.11. Consecuencia.-</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.12. Valor Residual.-</u>	<u>Pag.12</u>
<u>2.2.13. Medidas de Control Existentes.-</u>	<u>Pag.13</u>
<u>2.2.14. Riesgo Tolerable o Riesgo Aceptable.</u>	<u>Pag.13</u>

<u>2.2.15. Riesgo Significativo o Riesgo Crítico.-</u>	<u>Pag.13</u>
<u>2.2.16. Auditoria.-</u>	<u>Pag.13</u>
<u>2.2.17. Seguridad y Salud Ocupacional.-</u>	<u>Pag.13</u>
<u>2.3. Normas de seguridad y salud ocupacional.</u>	<u>Pag.13</u>
<u>3.-SISTEMAS Y COMPONENTES DEL EQUIPO LAVADOR.</u>	<u>Pag.15</u>
<u>3.1. Datos técnicos.-</u>	<u>Pag.15</u>
<u>3.2. Componentes principales.-</u>	<u>Pag.15</u>
<u>3.2.1. Potencia.-</u>	<u>Pag.16</u>
<u>3.2.2. Temperatura.-</u>	<u>Pag.16</u>
<u>3.2.3. Detergente.-</u>	<u>Pag.16</u>
<u>3.2.4. Tiempo.-</u>	<u>Pag.17</u>
<u>3.3. Sistema de bombeo.-</u>	<u>Pag.17</u>
<u>3.3.1 Colector de chorro: Power Blast Manifold (PBM).-</u>	<u>Pag.20</u>
<u>3.3.2. Boquillas.-</u>	<u>Pag.22</u>
<u>3.3.3. Plataforma giratoria.-</u>	<u>Pag.24</u>
<u>3.3.4. El embrague deslizante.-</u>	<u>Pag.26</u>
<u>3.4. Sistema de enjuague.-</u>	<u>Pag.27</u>
<u>3.4.1. Intercambiador de calor.-</u>	<u>Pag.29</u>
<u>3.5. Sistema de calefacción.-</u>	<u>Pag.29</u>
<u>3.5.1. Sistema de calefacción eléctrico.-</u>	<u>Pag.30</u>
<u>3.5.2. Sistema de escape de vapor.-</u>	<u>Pag.32</u>
<u>3.6. Sistema de control del nivel de agua.-</u>	<u>Pag.33</u>
<u>3.6.2. Low-Low: Bajo-Bajo. -</u>	<u>Pag.34</u>
<u>3.6.3. Low: Bajo.-</u>	<u>Pag.34</u>
<u>3.6.4. Set Point: Punto de Ajuste.-</u>	<u>Pag.35</u>
<u>3.7. Sistema de control eléctrico del lavador.-</u>	<u>Pag.35</u>
<u>4.-MANTENIMIENTO CORRETIVO DEL LAVADOR</u>	<u>Pag.36</u>
<u>4.1. Tipos de mantenimiento.-</u>	<u>Pag.36</u>
<u>4.1.1. Mantenimiento preventivo.-</u>	<u>Pag.36</u>
<u>4.1.2 mantenimiento correctivo.-</u>	<u>Pag.36</u>
<u>4.2. Propuesta de mantenimiento correctivo.-</u>	<u>Pag.36</u>

<u>4.3. Mantenimiento del tablero de mando y control.-</u>	<u>Pag.37</u>
<u>4.4 Elementos de protección.-</u>	<u>Pag.37</u>
<u>4.5. Cálculo y dimensionamiento de conductores e interruptores de protección.-</u>	<u>Pag.37</u>
<u>4.6. Instalación, montaje y prueba de funcionamiento.-</u>	<u>Pag.45</u>
<u>4.8. Puesta en funcionamiento.-</u>	<u>Pag.46</u>
<u>5. Bibliografía.-</u>	<u>Pag.46</u>
<u>5.1. Análisis de la actividad.-</u>	<u>Pag.47</u>
<u>5.2. Análisis de la actividad en relación a la facultad de tecnología.-</u>	<u>Pag.47</u>
<u>6. Anexos.-</u>	<u>Pag.48</u>

## **INDICE DE FIGURAS**

<u>(fig.1) Lavadora instalada en Finning SCZ.</u>	<u>Pag.10</u>
<u>(fig.2) Conjunto de la bomba</u>	<u>Pag.18</u>
<u>(fig.3) Vista general del motor.</u>	<u>Pag.19</u>
<u>(fig.4) Colector de chorro</u>	<u>Pag.20</u>
<u>(fig.5) Colector de chorro en reposo</u>	<u>Pag.21</u>
<u>(fig.6) Colector de chorro en funcionamiento.</u>	<u>Pag.21</u>
<u>(fig.7) Colector de chorro vista superior.</u>	<u>Pag.22</u>
<u>(fig.8) Boquillas.</u>	<u>Pag.23</u>
<u>(fig.9) Plataforma giratoria.</u>	<u>Pag.24</u>
<u>(fig.10) Puerta abierta completamente.</u>	<u>Pag.25</u>
<u>(fig.11) Embrague deslizante esquema.</u>	<u>Pag.26</u>
<u>(fig.12) Motor del disco giratorio.</u>	<u>Pag.27</u>
<u>(fig.13) Sistema de enjuague.</u>	<u>Pag.28</u>
<u>(fig.14) intercambiador de calor.</u>	<u>Pag.29</u>
<u>(fig.15) conexionado de las resistencias eléctricas.</u>	<u>Pag.30</u>
<u>(fig.16) esquema del calentador.</u>	<u>Pag.31</u>
<u>(fig.17) esquema del sist. De escape de vapor</u>	<u>Pag.32</u>
<u>(fig.18) vista del sistema de escape de vapor.</u>	<u>Pag.33</u>
<u>(fig.19) Sistema de control del nivel de agua.</u>	<u>Pag.34</u>



## **1.-INTRODUCCION**

### **1.1. Antecedentes.-**

En Junio 2015 recibo un correo del ing. David Flores jefe de taller de la sucursal Finning Santa Cruz solicitando pueda enviarle una cotización para la puesta en marcha del equipo lavador TORNADO de origen americano.

Este equipo estuvo fuera de servicio durante muchos años en la sucursal Finning La Paz, este fue reemplazado por otro equipo de mayor capacidad llamado equipo lavador PROCECO de origen canadiense.

Dentro de la empresa Finning Bolivia están sujetos a varias auditorías internas y externas en las cuales deben cumplir varios requisitos especialmente en control de contaminantes para tomar acciones correctivas y preventivas.

### **1.2. Descripción de la Empresa.-**

La empresa en la cual desempeño funciones como encargado del mantenimiento de equipos denominada Finning Bolivia S.A. representante legal de la línea Caterpillar.

Es una empresa dedicada a la venta, reparación y renta de maquinaria pesada

### **1.3. Cargos desempeñados.-**

Encargado del mantenimiento preventivo y correctivo mensual de los siguientes equipos:

1. Dializadores de aceite:
  - SAE 10, SAE 15W40, SAE 40.
2. Encargado del Mantenimiento preventivo de montacargas 9 ton. (diésel).
3. Encargado del Mantenimiento preventivo de montacargas 2 ton.(eléctrico)
4. Encargado del Mantenimiento preventivo y correctivo del cargador de baterías del montacargas eléctrico.
5. Encargado del Mantenimiento preventivo y correctivo de todos los tableros eléctricos:  
(TDG) tablero de distribución general, (TD) tablero de distribución, (TC) tablero de comando.
6. Encargado del Mantenimiento preventivo de la compresora de aire tipo tornillo (Ingersoll Rand).
7. Encargado del Mantenimiento del FR+L (Filtro Regulador + Lubricador). Para los puntos de aire y líneas de aire.

8. Encargado del Mantenimiento preventivo y correctivo de portones automatizados.
9. Encargado de la Calibración de herramientas en laboratorio de calibración:
  - manómetros(distintos rangos),
  - torcometros (en sentido horario y anti horario).
10. Encargado del mantenimiento preventivo del rectificador de válvulas.

Montaje de los siguientes equipos bajo contrato adicional.

1. Montaje de dinamómetro. Sucursal Finning La Paz.
2. Montaje banco hidráulico. Sucursal Finning La Paz.
3. Montaje equipo lavador PROCECO. Sucursal Finning La Paz.
4. Montaje equipo lavador TORNADO. Sucursal Finning Santa Cruz.
5. Montaje equipo del desmontador de cilindros. Sucursal Finning La Paz.
6. Montaje de equipo de lavado para equipo pesado de alto volumen para quitar depósitos pesados de lodo.

#### **1.4. Jerarquía administrativa.-**

Para poder realizar todos estos mantenimientos programados, se requería de 4 personas técnicas electromecánicas las cuales están directamente bajo mi supervisión.

A la vez mi persona está bajo la superordenacion de 2 supervisores de taller, que hacían el seguimiento de los mantenimientos atreves de informes de cumplimiento basado en un plan de mantenimiento programado y según frecuencia de uso de las herramientas.

#### **1.5. Objetivo.-**

##### **1.5.1. Objetivo general.-**

El servicio de mantenimiento debe asegurar en todo momento, que los aparatos e instalaciones a su cargo están siempre a punto, y que las averías que se producen durante la fase de marcha tienen una pronta reparación, para que la repercusión en el proceso productivo sea la menor posible.

##### **1.5.2. Objetivos específicos.-**

Como técnico el objetivo específico es conocer muy bien su instalación y disponer de los medios adecuados que permiten realizar el trabajo con eficiencia.

## **2.-Descripción del equipo lavador “TORNADO”.**

Estas lavadoras “TORNADO” están diseñados para limpiar piezas en una amplia gama de entornos industriales, por ejemplo, en la reconstrucción de motores y sistemas de frenos, motores eléctricos y durante el montaje de fabricación. Todas las lavadoras de potencia MART funcionan automáticamente.



## **2.1. Diagnóstico inicial.-**

Durante una auditoria interna realizada en la sucursal de la ciudad de Santa Cruz, se evidenciaron varias desconformidades puntualmente en el área de lavado de componentes.

El área de lavado de componentes tiene gran importancia porque desde ahí comienza el desarmado y evaluación para identificar los componentes dañados que deben ser reemplazados y/o recuperados para la reparación.

En este proceso se encuentra gran cantidad de aceite sucio, grasa y gasolina, el personal de lavado de componentes realizaba este trabajo a mano cepillando y utilizando aire comprimido con gasolina provocando gases concentrados expulsados por un extractor de aire eléctrico.

Este procedimiento no cumple la norma de control de contaminantes establecida por el grupo Finning Sudamérica (FINSA).

Se requería modificar estos parámetros urgentemente.

## **2.2. Procedimiento de identificación de peligros y evaluación de riesgos.-**

El plan de contingencia fue activar primeramente el procedimiento de identificación de peligros y evaluación de riesgos: establecer la metodología y criterio para la permanente identificación de peligros, evaluación y control de los riesgos asociados a las actividades, productos y servicios de Finning Bolivia en materia de seguridad, salud ocupacional y calidad.

### **2.2.1. Peligro.-**

Situación o acto con potencial de producir daño en términos de daño humano o deterioro a la salud o una combinación de ambos.

### **2.2.2. Identificación de Peligros.-**

Proceso que permite reconocer si un peligro existe y definir sus características.

### **2.2.3. Deterioro a la salud.-**

Condición física o mental identificable y adversa que surge y/o empeora por la actividad laboral y/o por situaciones relacionadas con el trabajo.

### **2.2.4. Incidente.-**

Suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro a la salud o fatalidad.

### **2.2.5. Accidente.-**

Es un incidente que ha dado lugar a un daño o deterioro a la salud o fatalidad.

#### **2.2.6. Cuasi accidente.-**

Es un incidente donde no se ha producido un daño, deterioro a la salud o una fatalidad.

#### **2.2.7. Riesgo.-**

Combinación entre probabilidad de ocurrencia y las consecuencias de un determinado evento peligroso, o que este expuesto y la severidad del daño o enfermedad que puede ser causado por el evento o la exposición.

#### **2.2.8. Evaluación de Riesgos.-**

Proceso de evaluar el riesgo o los riesgos que surgen de uno o varios peligros, teniendo en cuenta lo adecuado de los controles existentes, y decidir si el riesgo o riesgos son o no son aceptables.

#### **2.2.9. Magnitud de Riesgos.-**

Estimación cuantitativa del riesgo, expresada por la combinación de valores de la probabilidad(o exposición) y consecuencia de ocurrencia de un evento.

#### **2.2.10. Probabilidad.-**

Posibilidad de que un evento ocurra. La probabilidad es un factor fundamental asociado al riesgo, es condicional y se presenta por evento. La probabilidad de ocurrencia de un evento va a depender de experiencias pasadas, del tiempo de exposición de la persona, de las capacidades y cualidades de la persona expuesta al riesgo, de las condiciones del lugar de trabajo y de la complejidad de la actividad, entre otras variables.

#### **2.2.11. Consecuencia.-**

Resultado de un incidente en términos de lesiones, enfermedades profesionales, se considerara como el efecto más probable que ocurra dado el incidente.

#### **2.2.12. Valor Residual.-**

Valor final de la magnitud de riesgos asociada a un riesgo evaluado como crítico y altamente crítico y que resulta al implementar las medidas de control definidas por la empresa para disminuir la magnitud de riesgos inicial de ese riesgo crítico.

Es el riesgo que se ha reducido de un nivel inaceptable a otro que puede ser aceptado por la organización, al implementar medidas efectivas de control de riesgos.

#### **2.2.13. Medidas de Control Existentes.-**

Medias de control previstas para el control de los riesgos, las que incluyen barreras duras tales como protecciones y barreras blandas, tales como: procedimientos, permisos de trabajo, instructivos de trabajo, inspecciones, capacitaciones, etc.

#### **2.2.14. Riesgo Tolerable o Riesgo Aceptable.-**

Riesgo que se ha reducido a un nivel que puede ser tolerable o aceptable para la organización, teniendo en cuenta sus obligaciones legales y su política de prevención de riesgos y gestión sustentable.

#### **2.2.15. Riesgo Significativo o Riesgo Crítico.-**

Nivel de riesgo inaceptable. Se necesitan medidas de control para eliminar o reducir de inmediato este nivel.

#### **2.2.16. Auditoria.-**

Proceso sistemático independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoria y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoria.

#### **2.2.17. Seguridad y Salud Ocupacional.-**

Condiciones y factores que afectan o podrían afectar a la salud y la seguridad de los empleados o de otros trabajadores (incluyendo a contratistas) visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo.

#### **2.3. Normas de seguridad y salud ocupacional.-**

El proceso de identificación se debe considerar los peligros sobre las personas, equipos y materiales, de acuerdo al siguiente cuadro de categoría de peligros.

<p><b>Mecánico</b></p> <p>Pisos resbaladizos o desparejos</p> <p>Altura inadecuada sobre la cabeza</p> <p>Vehículos en deficiente estado</p> <p>Objetos punzantes u otros.</p>	<p><b>Biológicos</b></p> <p>Virus</p> <p>Hongos</p> <p>Bacterias</p>
<p><b>Eléctrico</b></p> <p>fuelle de energía eléctrica</p> <p>electricidad estática</p>	<p><b>Ergonómicos</b></p> <p>Carga postural estática</p> <p>Manejo de materiales</p> <p>diseño del puesto de trabajo</p> <p>repetitividad, monótona</p>
<p><b>Fuego o Explosión</b></p> <p>Gases inflamables</p> <p>Materiales combustibles</p>	<p><b>Fenómenos Naturales</b></p> <p>Tormentas eléctricas</p> <p>sismos/terremotos</p> <p>Tsunami</p>
<p><b>Sustancias Químicas</b></p> <p>sustancias peligrosas</p> <p>(Aceites, grasas, pinturas, etc.)</p>	<p><b>Otros</b></p> <p>altas temperaturas</p> <p>trabajo confinado</p> <p>altura geográfica</p>
<p><b>Físico</b></p> <p>sustancias peligrosas</p> <p>aceites, solventes, grasas, pinturas</p>	<p>radiaciones no ionizantes</p>

Todo esto fue generado para la adecuación a la norma y es aplicable a todas las jerarquías, por lo tanto para eliminar todos estos riesgos potenciales se estableció hacer las siguientes medidas correctivas.

1. Eliminar por completo el lavado de componentes a mano.
2. Eliminar el uso de gasolina con aire comprimido.
3. Adquisición de bateas re circulante con filtro de carbón activado, especiales para el lavado de componentes pequeños.
4. Paralelamente hacer construir una fosa con rejilla bastante reforzada para que ahí se pueda escurrir los aceites derramados.
  - a. *El equipo de lavado tornado volverlo operativo para que pueda lavar los componentes con agua caliente, presión y detergente.*
5. Instalar un puente grúa para poder levantar las piezas y colocar en el equipo lavador.

La cotización fue aprobada y enviaron una orden de compra (oc-004869) para que pueda proceder con la puesta en marcha del equipo.

### **3.-SISTEMAS Y COMPONENTES DEL EQUIPO LAVADOR**

#### **3.1. Datos técnicos.-**

MART Tornado 40 HP - la máquina consta de un sistema de bomba 40 hp, calefacción eléctrica de 45 kW, bomba de enjuague de agua 5HP, motor de escape de vapor 1HP, motor para el plato giratorio 2 HP.

Especificaciones del sistema:

Flujo total del sistema 319 gpm.

Flujo por boquilla 16 gpm.

Presión del sistema 150 psi.

#### **3.2. Componentes principales.-**

Entre los principales sistemas que compone el equipo tenemos lo siguiente:

- Sistema de bombeo.
- Sistema de enjuague.
- Sistema de calefacción.

Pero estos 3 sistemas no funcionan si no tomamos en cuenta, antes estos otros aspectos que son potencia, temperatura, detergente y tiempo.



### **3.2.1. Potencia.-**

El primer factor clave en la capacidad de limpieza de la lavadora eléctrica es la potencia, la gran cantidad de energía necesaria para quitar incluso las partes más difíciles de la suciedad.

Presión y Flujo = Poder = significa las fuerzas físicas que eliminan los suelos.

La siguiente fórmula expresa en caballos de fuerza (HP) el "poder de corte" de la solución lanzada desde cada punta de la boquilla:

$$\text{HP} = (\text{GPM} \times \text{PSI}) / 1714$$

Dónde:

GPM (galones por minuto)= flujo por boquilla

PSI (libras por pulgada cuadrada) = presión

### **3.2.2. Temperatura.-**

A medida que aumenta la temperatura, las grasas y el aceite se vuelven más húmedos; en otras palabras, su viscosidad disminuye.

Dado que la grasa es el aglutinante principal que retiene y contiene la suciedad en las piezas, las temperaturas de lavado superiores a los 180 F (71 ° C) generalmente producen mejores resultados de limpieza.

En segundo lugar, el detergente es más agresivo a temperaturas más altas. Como norma general, por cada aumento de temperatura de 10 F (-12 22 C) por encima de 180 F, una reacción química duplica su velocidad.

### **3.2.3. Detergente.-**

Este es el tercer factor clave para dominar los y eliminarlos de la superficie de las piezas. Si bien los productos químicos (detergente) son necesarios para mejorar el proceso de limpieza.

La lavadora cumplirá con éxito sus estándares de limpieza cuando se cargue con una concentración química ligera, en comparación con las lavadoras convencionales. En general, esto significa que una concentración del 2 al 5% en volumen de un compuesto químico no espumante de calidad dará excelentes resultados de limpieza.

Los limpiadores químicos se dividen en tres categorías generales: disolventes orgánicos, limpiadores en emulsión, limpiadores alcalinos acuosos (a base de agua).

El limpiador alcalino a base de agua elimina fácilmente lo siguiente:

- Aceites.
- Suciedad.
- Ceras de bajo punto de fusión.
- Oxido.
- Huellas digitales.
- Pintura.
- Grasas
- Carbono.
- Diésel.
- Polvo de carbono.
- Refrigerantes.
- Suelos de carretera.

#### **3.2.4. Tiempo.-**

El tiempo permite que la energía, la temperatura y los productos químicos hagan su trabajo en suelos abrumadores y eliminándolos. Si los suelos son pesados y acumulados.

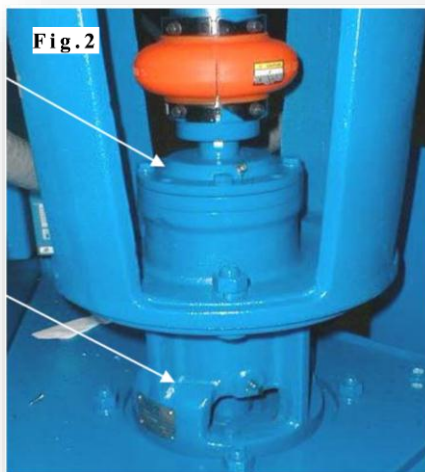
El tiempo de lavado convencional de 30 (min).

#### **3.3. Sistema de bombeo.-**

El sistema de bombeo es el corazón de la hidrolavadora. La (succión y descarga) de la bomba permite presiones de chorro mucho más altas.

Un acoplamiento flexible une la bomba y los ejes del motor eléctrico. La bomba está montada en barril y sin sello, sin cojinetes u otro contacto de metal con metal en el "extremo húmedo". La bomba y el motor están montados en una placa base de acero estructural.

## CONJUNTO DE LA BOMBA



*FUENTE: MANUAL DEL EQUIPO.*

Los componentes principales de la bomba son una carcasa, eje, impulsor, cabezal trasero o cabezal de succión, placa base, tubería de descarga, marco de cojinete y cojinetes. Función básica de la bomba: la bomba extrae la solución a través de las aberturas de 3/16 de pulgada de diámetro (5 mm) del filtro de succión de la bomba. La solución se extrae a través del tubo de succión hasta la entrada de la bomba. Finalmente, la solución deja la bomba bajo presión y viaja a través de la tubería hasta el múltiple de explosión de potencia (PBM). La bomba es capaz de manipular limpiadores alcalinos calientes y puede pasar sólidos y granos de hasta 1/2 pulgada (13 mm) de diámetro. Motor de bomba: Los motores de bomba son TEFC de grado industrial con un factor de servicio mínimo de 1.15, clase "F".

## VISTA GENERAL DEL MOTOR CONJUNTO DE LA BOMBA

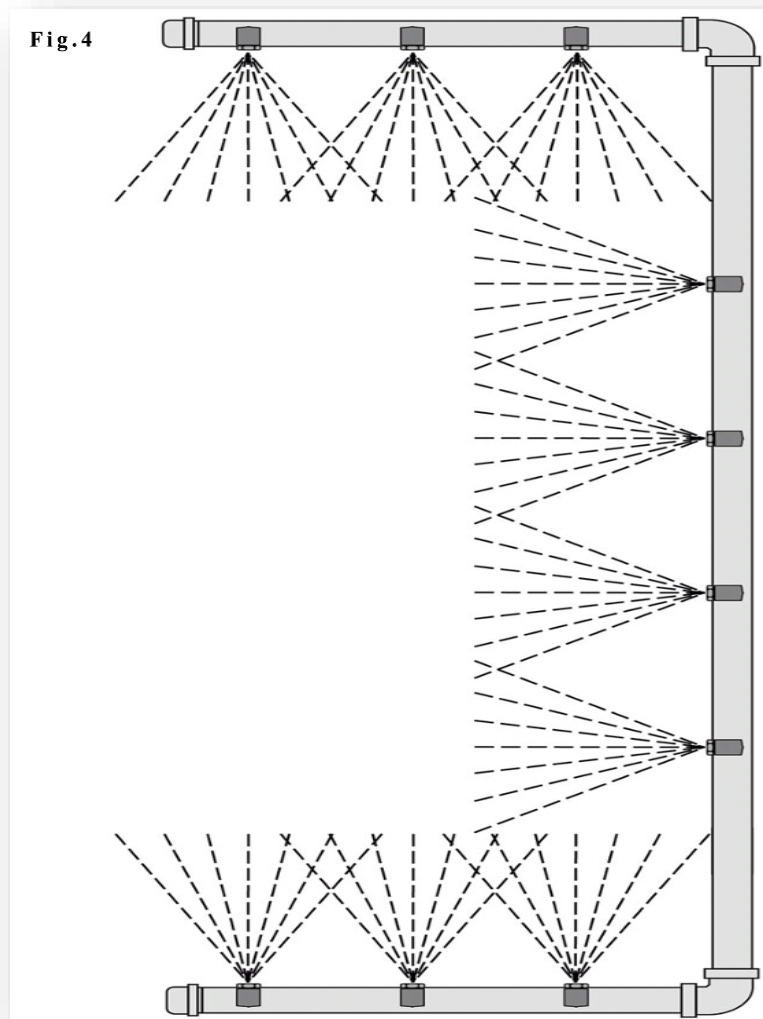


*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

Después de que la solución de limpieza sale de la bomba, viaja a través de la tubería hasta el colector de chorro de energía (PBM), donde se distribuye a las boquillas de pulverización.

### 3.3.1 Colector de chorro: Power Blast Manifold (PBM).-

#### COLECTOR DE CHORRO



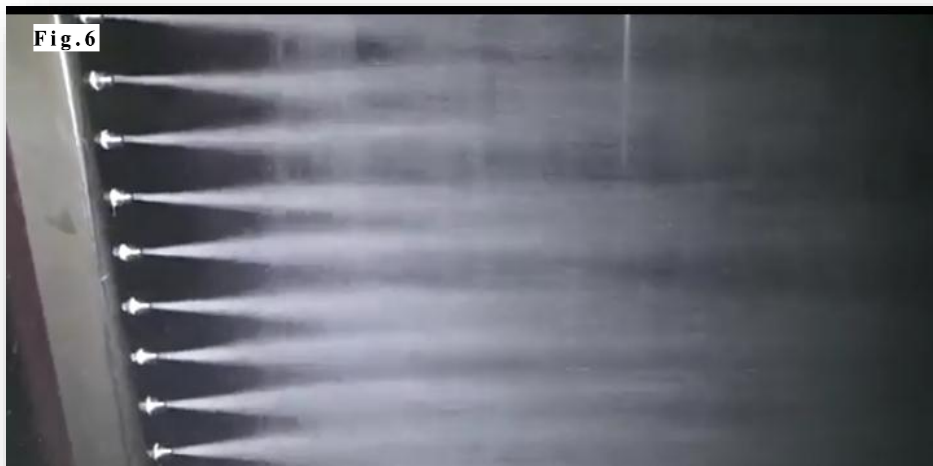
*FUENTE: MANUAL EQUIPO TORNADO*

El PBM está soportado y gira entre el rodamiento superior en el techo del gabinete y la junta giratoria (sellada) cerca del piso del gabinete. La junta giratoria sellada ofrece la mejor conexión entre un tubo estacionario y un conjunto giratorio, porque la junta permite un flujo de alta presión y alta temperatura y a medida que gira sobre los cojinetes. La junta giratoria hace posible, conectar la tubería de acero a la tubería de acero y aun así poder rotar el conjunto.

COLECTOR DE CHORRO EN REPOSO



COLECTOR DE CHORRO EN FUNCIONAMIENTO



*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

## VISTA DE LA PARTE SUPERIOR DEL COLECTOR



*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

### **3.3.2. Boquillas.-**

El diámetro de abertura de las boquillas es mayor que las aberturas de 3/16 de pulgada (5 mm) en el filtro de succión de la bomba. Por lo tanto, la solución que pasará por el filtro también pasará por el conjunto del múltiple y las boquillas. El resultado es que todo el sistema es prácticamente auto limpiante.

Función básica de PBM:

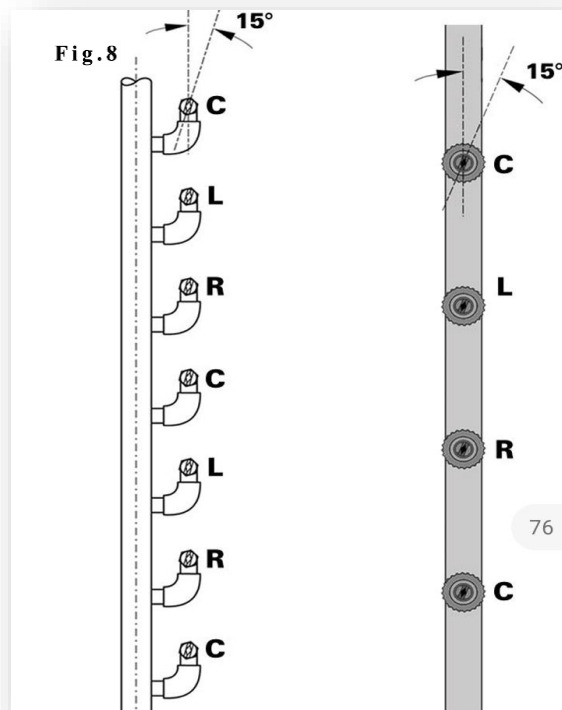
El PBM gira sobre su eje vertical, impulsado por un motor de engranajes a través de una articulación de manivela y brazo que produce un ángulo de oscilación de 46 ° y retorno a lo largo del ciclo de lavado. El barrido y la velocidad del PBM no están sincronizados con el plato giratorio, por lo que la carga de lavado se lanza desde un ángulo diferente con cada pasada en las boquillas. Los brazos PBM superiores e inferiores desplazados permiten que cada boquilla explote en su propio plano sin desviar la explosión de otras boquillas en el colector, esto asegura que prácticamente toda la fuerza de chorro alcance las partes.

El PBM giratorio ofrece varias ventajas sobre un colector fijo. En términos de resultados de limpieza, la ventaja más importante es que la rotación no sincrónica del PBM en relación con la rotación del plato giratorio dispara las cargas de lavado desde diferentes ángulos con

cada paso del plato giratorio por las boquillas de lavado. Los huecos que estarían ocultos para un colector fijo son accesibles para el PBM oscilante. Esto significa partes más limpias.

La colocación de las boquillas distribuye uniformemente la solución por todo el gabinete de lavado: de abajo hacia arriba, a través del gabinete y de arriba hacia abajo. Esto asegura que cada porción de la carga de lavado se limpie aproximadamente al mismo tiempo en un solo ciclo de lavado.

### BOQUILLAS

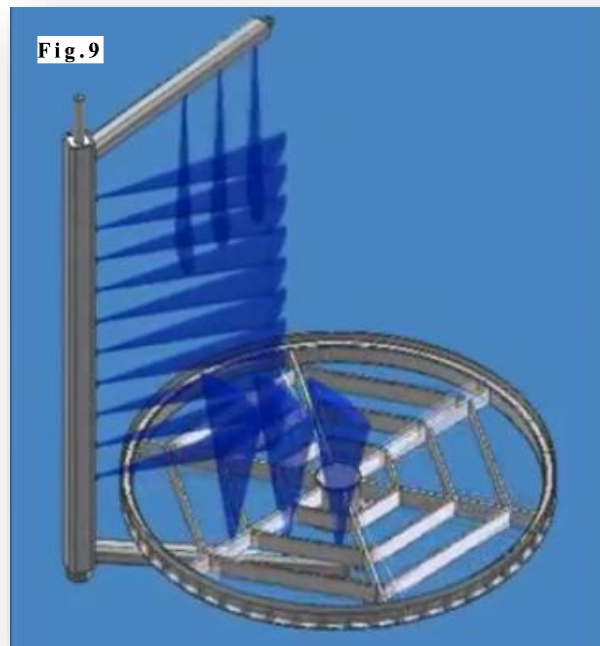


*FUENTE: MANUAL EQUIPO TORNADO*



### 3.3.3. Plataforma giratoria.-

#### PLATAFORMA GIRATORIA



*FUENTE: MANUAL EQUIPO TORNADO*

Montada en la puerta, la plataforma giratoria está diseñada para soportar cargas de 1,700 lb. (770 kg) dependiendo del tamaño de la hidrolavadora.

Ensamblaje de la plataforma giratoria: La plataforma giratoria se monta en el interior de la puerta del gabinete, en un brazo de soporte para la plataforma giratoria.

La puerta abre completamente fuera del gabinete cuando el operador abre la puerta.

Esto permite una carga más fácil, incluido el uso de una grúa aérea.

La plataforma giratoria utiliza rodamientos industriales de la más alta calidad que, con un engrase programado la vida útil se incrementa.

## PUERTA ABIERTA COMPLETAMENTE



*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

Durante la carga, la plataforma giratoria puede girar para facilitar la colocación de piezas presionando el botón "Jog" en el panel de control.

Función básica del plato giratorio:

Durante el ciclo de lavado, el plato giratorio gira a aproximadamente 29 pies (8,9 m) por minuto.

La rotación no está sincronizada con el barrido y la velocidad del PBM.

Sistema de accionamiento de la plataforma giratoria:

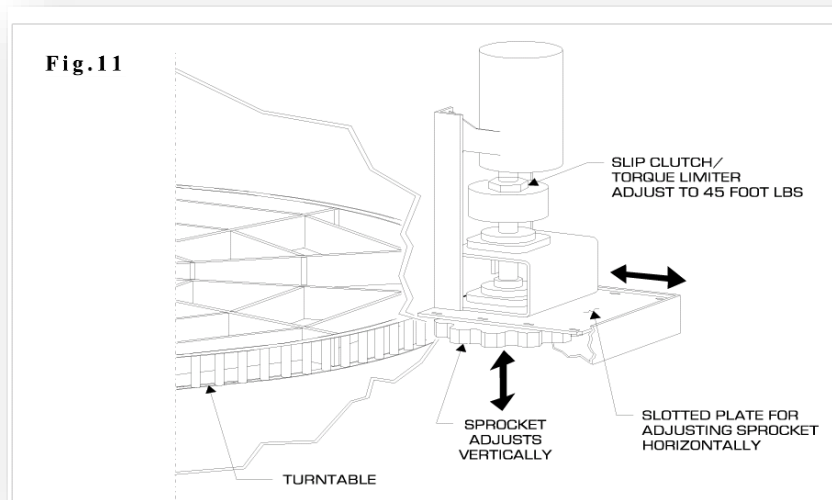
Este sistema consta de un sistema de embrague, si en el proceso de lavado hubiera una pieza que caiga y atasca el plato giratorio.

Conjunto del sistema de accionamiento de la plataforma giratoria: El conjunto del motor de accionamiento se monta en una pequeña caja en la puerta del gabinete.

Las características clave del ensamblaje son un motor de engranajes, un acoplamiento de eje de embrague deslizante, dos cojinetes montados en bridas, la rueda dentada de transmisión de plástico y un plato de soporte de rueda dentada.

### 3.3.4. El embrague deslizable.-

#### ESQUEMA EMBRAGUE DESLIZANTE



*FUENTE: MANUAL EQUIPO*

El embrague deslizable se encuentra justo debajo del motor de accionamiento y acopla el eje del motor al árbol de transmisión del piñón.

La rueda dentada está montada en el extremo del eje intermedio.

Función básica del sistema de accionamiento del plato giratorio:

El sistema de accionamiento utiliza una rueda dentada de plástico para engranar y accionar los dientes de la rueda dentada en el plato giratorio.

## MOTOR DEL DISCO GIRATORIO



*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

### **3.4. Sistema de enjuague.-**

El sistema de enjuague automático, es un sistema de enjuague con agua proveniente de la red pública.

El regulador de presión que se encuentra instalado en la bomba permiten al operador ajustar las características de rociado y presión del enjuague.

Todos los componentes del sistema de enjuague en el gabinete de la lavadora están hechos de acero inoxidable. Las partes externas están hechas de materiales resistentes a la corrosión.

El tiempo de enjuague está controlado por dos factores:

La cantidad de agua que se puede formar, debido a la pérdida de agua a través de la evaporación de escape de vapor.

### SISTEMA DE ENJUAGUE



*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

El agua de enjuague se filtra y su presión se regula antes de que llegue a una válvula solenoide.

Cuando comienza un ciclo de enjuague, la válvula solenoide se abre, permitiendo que entre agua fresca al sistema de enjuague.

### **3.4.1. Intercambiador de calor.-**

A medida que el agua entra a través de la válvula, la bomba del inyector impulsa el agua y se calienta a medida que viaja a través de un intercambiador de calor montado en el depósito de la solución de lavado.

#### **INTERCAMBIADOR DE CALOR**



*FUENTE: MANUAL EQUIPO*

Desde allí, el agua fluye hacia el colector de enjuague fijo y se pulveriza a través de boquillas sobre las piezas.

El agua de enjuague se convierte en agua de reposición, por lo que no se descarga solución fuera del gabinete.

Esto también mejora el manejo químico, porque todos los químicos enjuagados permanecen en el depósito.

### **3.5. Sistema de calefacción.-**

Sistema de calefacción:

Hay tres tipos de sistemas de calefacción disponibles para la hidrolavadora:

- Gas (gas natural o propano)
- Vapor

- Eléctrico.

### **3.5.1. Sistema de calefacción eléctrico.-**

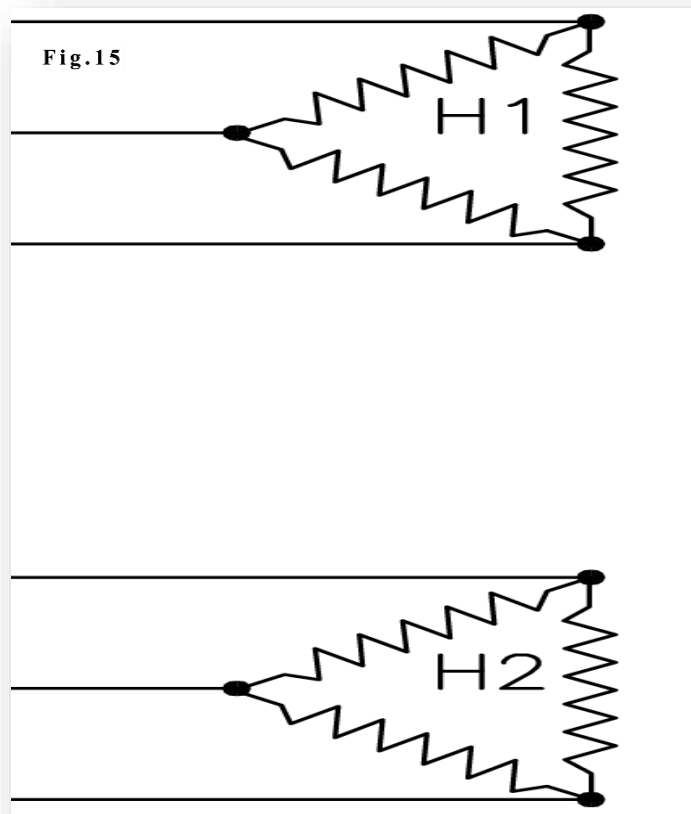
En este tipo de maquina hidrolavadora se utiliza el *sistema de calefacción eléctrico*.

Función básica del sistema de calefacción:

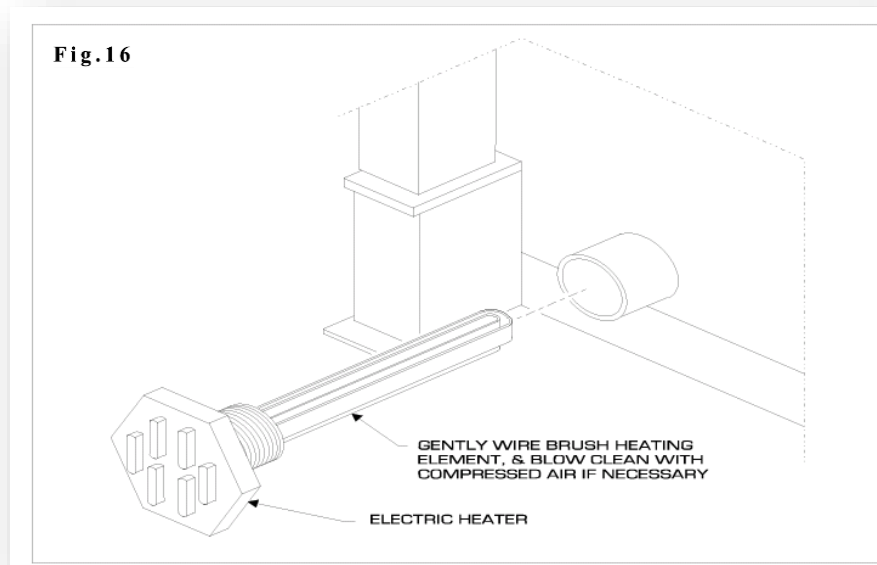
Un termopar mide la temperatura del agua.

Está conectado al controlador electrónico de temperatura (termopar), que enciende o apaga el dispositivo de calentamiento, según el punto de ajuste. (El controlador de temperatura se encuentra dentro del panel de control).

#### CONEXIONADO DE LAS RESISTENCIAS ELECTRICAS



FUENTE: MANUAL EQUIPO



### ESQUEMA DEL CALENTADOR

Mientras el agua este caliente este provoca vapor el cual tiene que ser extraído antes de abrir la puerta principal por medio del sistema de extracción de vapor.

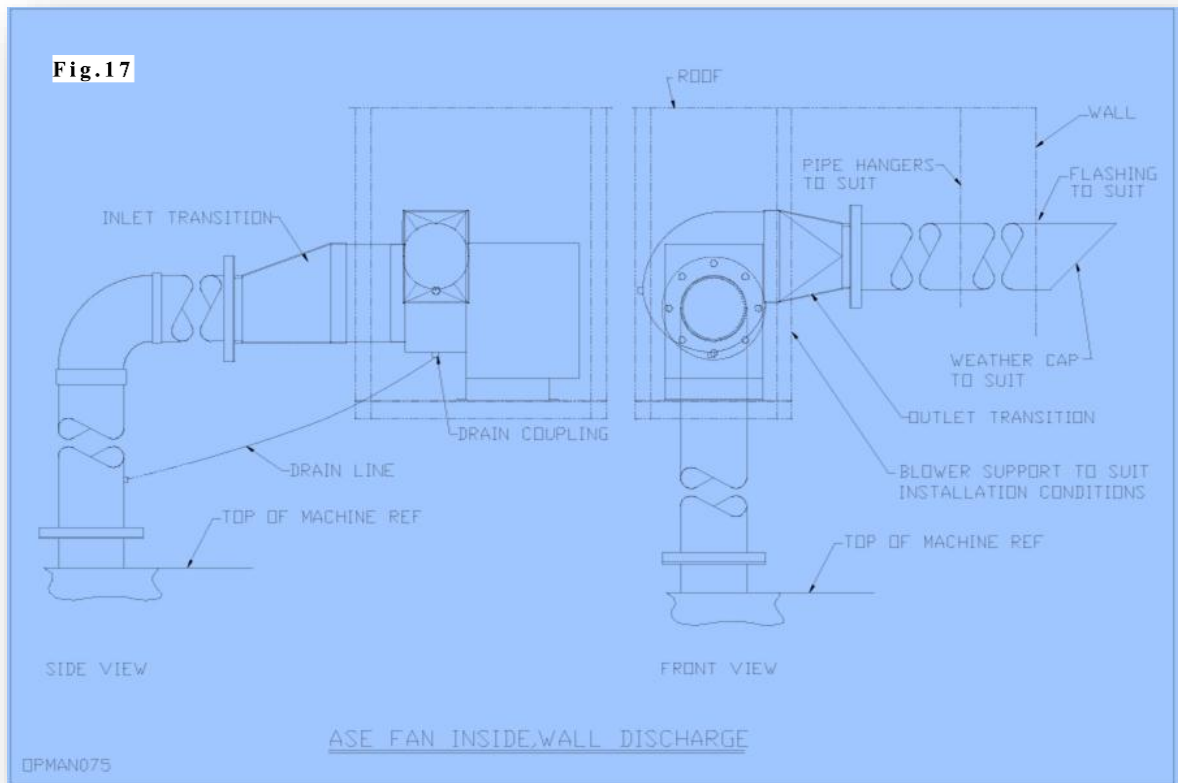
Escape automático de vapor.-

El sistema de escape de vapor automático está diseñado para eliminar el vapor del gabinete de la lavadora eléctrica durante el ciclo de lavado y el ciclo de enjuague automático y por un período de tiempo después del ciclo de enjuague.



### 3.5.2. Sistema de escape de vapor.-

#### ESQUEMA DEL SISTEMA DE ESCAPE DE VAPOR



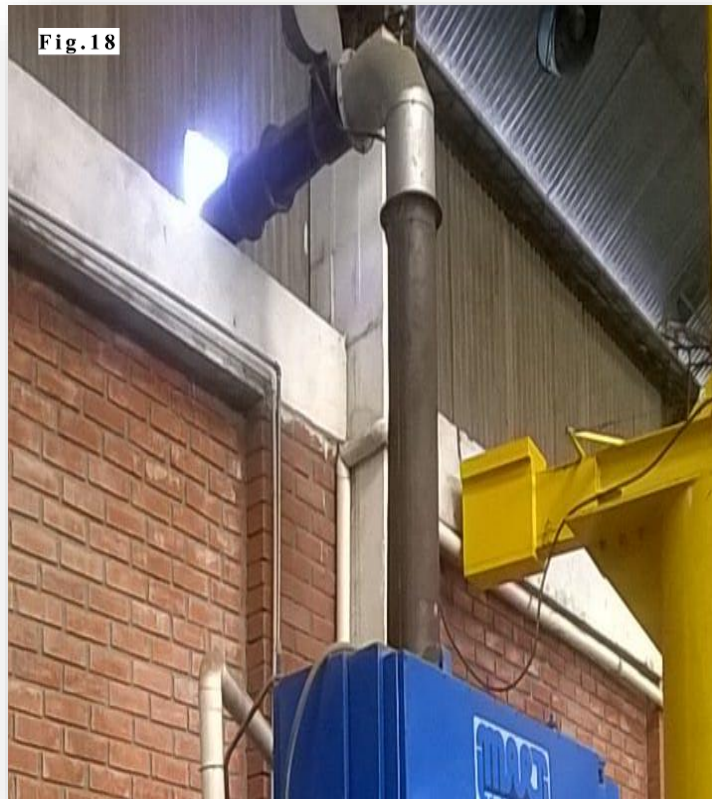
*FUENTE: MANUAL EQUIPO*

El sistema tiene dos propósitos:

1. Reduce la cantidad de vapor que se concentra dentro el área de la cabina durante el ciclo de lavado y cuando se abre la puerta.
2. Hace espacio para que el agua de enjuague se use como agua de reposición, un ventilador crea una presión negativa nominal dentro del gabinete para extraer el vapor del gabinete a través de la tubería de escape de vapor.

La presión negativa nominal asegura que se produzcan pérdidas mínimas de energía de vapor y calor durante la operación de la lavadora de energía.

## VISTA DEL SISTEMA DE ESCAPE DE VAPOR



*FUENTE: ARCHIVO PROPIO*

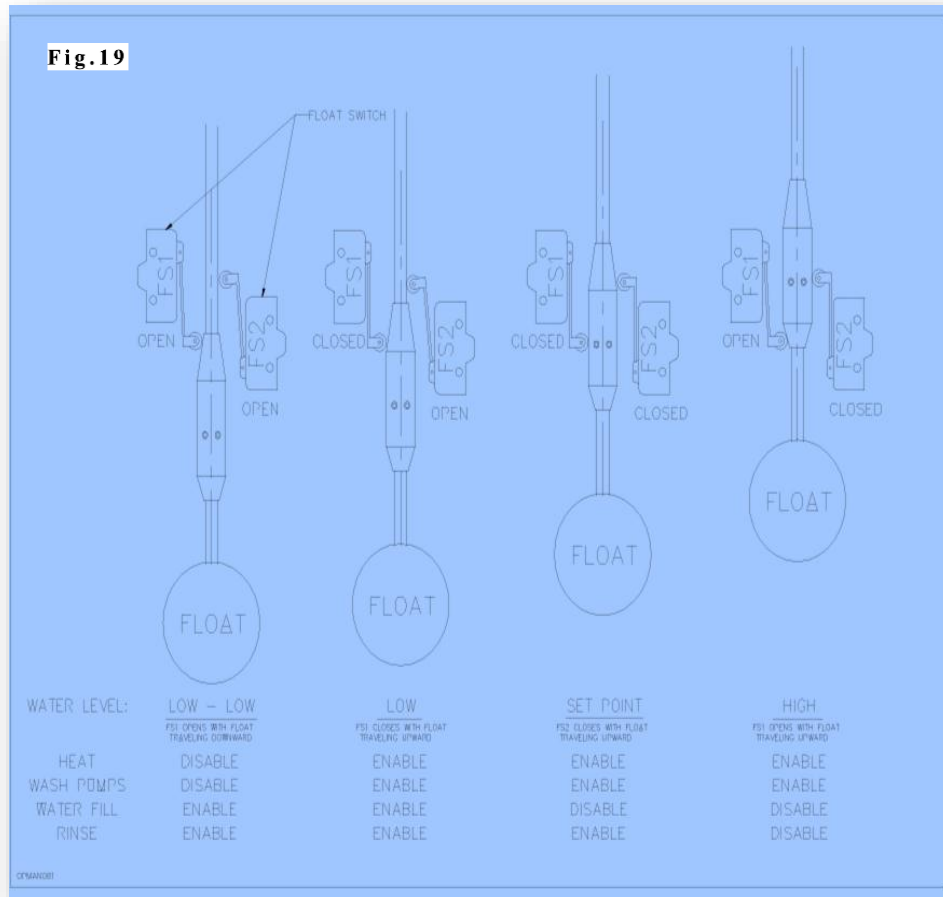
### **3.6. Sistema de control del nivel de agua.-**

El sistema de control de la lavadora de potencia y la secuencia de operación cuando se inicia para un ciclo de lavado.

Los controles del operador están ubicados en el exterior del panel de control (eléctrico), al lado izquierdo de la puerta. Los principales controles del sistema se encuentran dentro del panel eléctrico. Varias características del sistema son lógicamente interdependientes, para ayudar a garantizar el funcionamiento seguro de la lavadora.

El sistema de flotación puede detectar cuatro niveles de agua a través de dos interruptores de límite y una leva en forma de torpedo. Un relé en el panel de control está conectado a cada interruptor de límite. Con las diversas combinaciones de las posiciones de ENCENDIDO y APAGADO de los dos interruptores de límite, el sistema puede detectar las siguientes cuatro condiciones de nivel de agua:

## SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE AGUA



*FUENTE: MANUAL EQUIPO*

### **3.6.2. Low-Low: Bajo-Bajo.-**

La bomba de lavado y los sistemas de calefacción están desactivados para evitar daños en estos sistemas. Cuando el nivel del agua está por debajo de BAJO-BAJO, ni el sistema de calefacción ni las bombas de lavado funcionarán. La válvula de llenado de agua estará abierta para proporcionar llenado de agua.

### **3.6.3. Low: Bajo.-**

Esta es la condición mínima de operación segura. El intercambiador de calor debe estar completamente sumergido y la pantalla del filtro de succión de la bomba debe estar completamente sumergida. Una vez que el nivel del agua alcanza la posición BAJA, se habilitarán el sistema de calefacción y las bombas de lavado. La lavadora puede funcionar

en esta condición. Cuando la máquina no está en un ciclo de limpieza (lavado, enjuague y purga de aire caliente, ASE), la válvula de llenado de agua se abrirá y llenará la máquina hasta el PUNTO DE AJUSTE.

#### **3.6.4. Set Point: Punto de Ajuste.-**

Este es el nivel mínimo de agua cuando la máquina no está en un ciclo de limpieza. La máquina se llenará automáticamente a este nivel. El volumen del depósito entre el PUNTO DE AJUSTE y ALTO se llama banco de enjuague.

HIGH: ALTO: cuando el nivel de agua está por encima del nivel ALTO, el llenado de agua y el enjuague se desactivan. Este es el nivel máximo de agua posible para el funcionamiento de la máquina.

#### **3.7. Sistema de control eléctrico del lavador.-**

Controles del operador:

El operador utiliza estos controles en las operaciones diarias del ciclo de lavado. Están ubicados en el exterior del panel de control (eléctrico), al lado izquierdo de la puerta, e incluyen:

Cronómetro: para los procedimientos de mantenimiento programados, desde el inicio del ciclo del lavado hasta que desvía el ciclo de enjuague.

Reloj: de doble circuito de 7 días programe, días de calentamiento y tiempos de inicio / parada para el calentamiento y el llenado de agua.

Temporizador de ciclo de lavado: Establecer ciclo de lavado de 0-30 minutos Seleccione BYPASS para anular el reloj de 7 días.

Seleccione ON para habilitar el control del reloj de 7 días.

Jog de giradiscos: de 7 días, presione el botón TOGTABLE JOG para girar el giradiscos para facilitar la carga.

Presione el botón INICIO hasta el final para comenzar el ciclo de lavado. La luz verde de ejecución se ilumina para indicar el ciclo en ejecución.

Arranque (luz de marcha) “El circuito de arranque está entrelazado con el interruptor de límite de puerta cerrada”.

La apertura y cierre de la puerta de la lavadora restablece el circuito de arranque.

Descripción general:

Los componentes principales de la hidrolavadora se energizan con un transformador de control de fábrica. Reduce automáticamente el voltaje de línea a un voltaje de control de CA monofásico de 120 voltios. Los controles dentro del panel de control eléctrico se utilizan para configurar la lógica básica de funcionamiento de la lavadora. Estos controles incluyen: Temporizadores y relés que controlan la lógica del ciclo. Reloj de 7 días. Un dispositivo programable que permite al operador preestablecer los días de la semana y la hora del día para que la lavadora se caliente.

El reloj también permite al operador establecer los días de la semana y la hora del día en que la lavadora se encuentra en el modo de "apagado" normal. Junto con la configuración del modo de "apagado", el operador puede, por ejemplo, configurar los controles para comenzar la operación automática de los skimmers (separador de aceite) y la máquina limpia opcional, en función del "fin de día" del reloj.

#### **4.-MANTENIMIENTO CORRETIVO DEL LAVADOR**

##### **4.1. Tipos de mantenimiento.-**

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

##### **4.1.1. Mantenimiento preventivo.-**

Dicho mantenimiento está destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por algún deterioro.

##### **4.1.2 mantenimiento correctivo.-**

Es el encargado de corregir fallas o averías observadas.

##### **4.2. Propuesta de mantenimiento correctivo.-**

Estando ya en la ciudad de Santa Cruz realice un plan de trabajo que debía cumplir en el siguiente orden.

1. desarmado del tablero eléctrico, retirar todos los componentes eléctricos antiguos, y teniendo el tablero vacío, poder hacer el reemplazo de componentes y la nueva conexión del sistema de control y fuerza.
2. Al proceder al conexionado hay que atenerse a las instrucciones dadas en los catálogos y esquemas que acompañan al aparato.
3. Limpieza de todo el equipo externamente e internamente.

4. Desarmado de los calentadores de agua y limpieza, limpieza con un cepillo de acero para eliminar óxidos que provocan aislamiento.
5. Desmontaje del plato giratorio para poder realizar el engrasado o bien cambio del rodamiento.
6. Engrase de rodamientos del motor.
7. Instalación del sistema hidráulico.
8. Instalación del sistema neumático.
9. Instalación de la chimenea extractor de vapores.
10. Limpieza de boquillas.
11. Cableado del tablero principal al tablero del equipo usando un fasímetro para sentido de giro del motor. RST
12. Anclaje del equipo.
13. puesta en marcha del equipo, haciendo funcionar todos los sistemas.

#### **4.3. Mantenimiento del tablero de mando y control.-**

Se procedió a trabajar en el tablero vacío y fuera del equipo para mayor comodidad, después comprobamos la suficiencia y capacidad de los instrumentos de medida que la nueva instalación precisa para su control y reparación.

#### **4.4 Elementos de protección.-**

Para los contactores, relés, interruptores, etc. se verifico lo siguiente.

- verificar que sus partes móviles no han sido torcidas o desplazadas.
- sacar cualquier cuerpo extraño que pudiera haberse introducido en el entrehierro del circuito magnético o entre los contactos.

#### **4.5. Cálculo y dimensionamiento de conductores e interruptores de protección.-**

Contamos con los siguientes datos para poder dimensionar el tipo de conductor eléctrico y sus respectivas protecciones.

Cabe recalcar que este equipo aun usaba en sus protecciones los llamados fusible de cartucho que también fueron reemplazados por protecciones térmicas.

- potencia de bomba de lavado principal 40 HP.
- potencia de dos calentadores eléctricos de agua 30 KW.
- Potencia del motor extractor de vapores 1 HP.
- Potencia del motor encargado de hacer girar el plato giratorio 2 HP.

- Potencia de la bomba de agua de enjuague 5 HP.

CALCULO DE CORRIENTES Y CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS SEGÚN  
SUS POTENCIAS.

1.-Calculo de corriente de la bomba de lavado 40 hp.

Para calcular la corriente tenemos la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{(\sqrt{3})(380)(\cos\phi)} \quad \dots \text{ecuación (1)}$$

En la ecuación de Potencia (P) viene en HP, se tiene que convertir en unidad de (WATT).

DONDE:

$$1HP = 550(Lbf * \frac{Ft}{s})$$

$$W = \frac{Nm}{s}$$

$$1m = 3.28Ft$$

$$1N = 0,2248 Lbf$$

ENTONCES: 40 HP convertir en WATT

$$P = 40HP(550Lbf * Ft)/s)1HP(1N/0,2248Lbf)(1m/3,28 ft)$$

$$P = \frac{(40)(550)}{0,2248}$$

$$P = \frac{97864,7}{3,28} \left( \frac{Nm}{s} \right)$$

$$p = 29836,81 \left( \frac{Nm}{s} \right) = (WATT)$$

REEMPLAZANDO EN ECUACION (1).

$$I = 29836,81(WATT)/(\sqrt{3})(380)(\cos\phi)$$

$$I = 52.1(Amp)$$

Con este valor determinamos en tabla el tipo de conductor que necesitara para el sistema Fuerza.

### TABLA DE CONDUCTORES AISLADOS

Calibre AWG (* MCM)	Sección, en mm <sup>2</sup>	Capacidad de corriente, en A	
		En ducto	Aire libre
16	1,31	10	15
14	2,08	15	20
12	3,31	20	25
10	5,26	30	40
8	8,36	40	60
6	13,28	55	80
4	21,15	70	105

FUENTE: NB 777

Utilizamos el valor más cercano superior.

En este caso 55(A) en ducto, refiere el uso de: calibre 6 AWG.

Basándonos en esta tabla de ABB podemos determinar el tipo de protección termo magnético.

### TABLA DE AMPERAJE PARA TERMOMAGNETICO

S203-K40	ITM 40 A, 3 Polos, Curva K, 6 kA según IEC 60898 a 230/400 Vca, accesoriable
S203-K50	ITM 50 A, 3 Polos, Curva K, 6 kA según IEC 60898 a 230/400 Vca, accesoriable
S203-K63	ITM 63 A, 3 Polos, Curva K, 6 kA según IEC 60898 a 230/400 Vca, accesoriable

FUENTE: CATALOGO ABB

Como podemos ver en el cuadro la corriente para termo magnético es de 63 (Amp).

También podemos determinar mediante tablas el tipo de contactores que necesitan para realizar el arranque ESTRELLA-TRIANGULO.

Primero necesitamos la potencia en KW.

Convertimos 40 hp en KW.

P=30 (kW)



## Componentes estrella triángulo

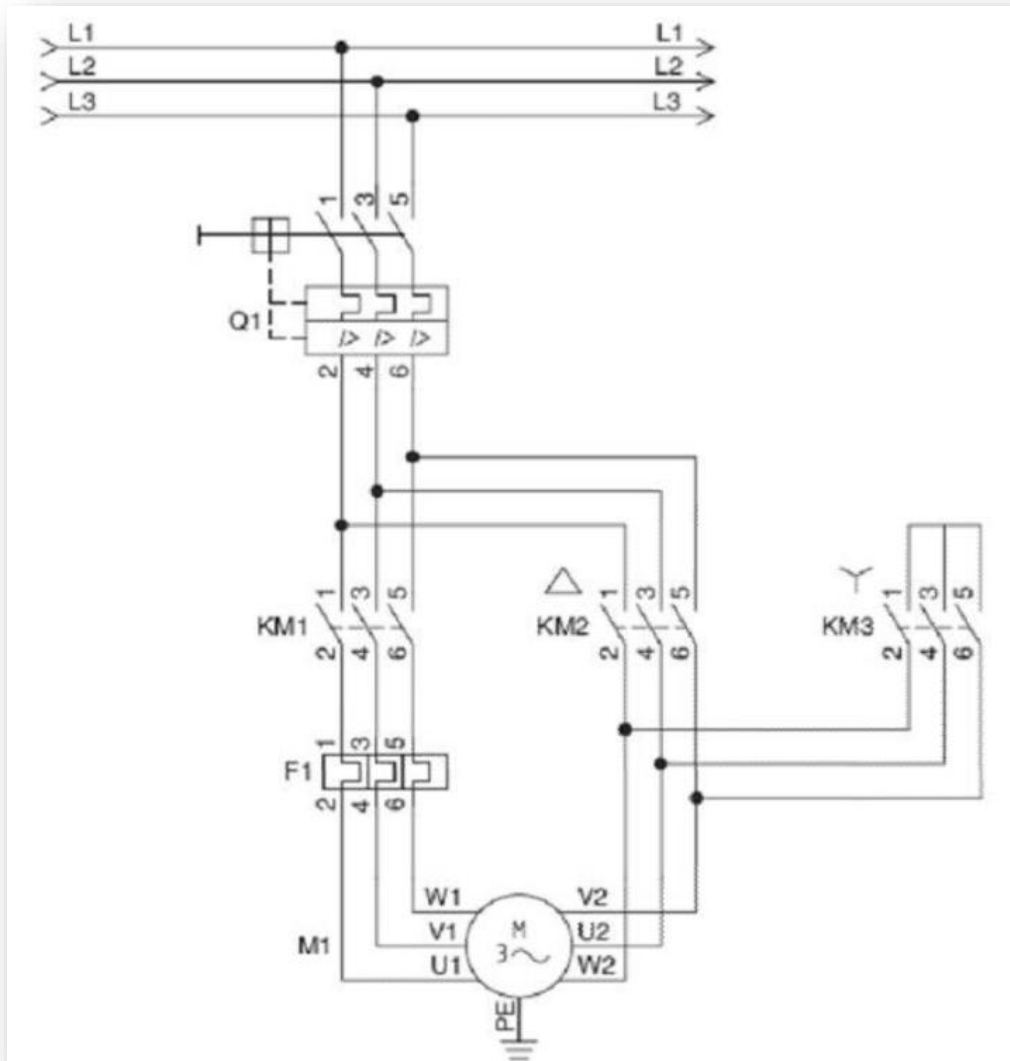
P [kW]	KM1/KM3	KM2
0,18	AF09	AF09
0,37	AF09	AF09
0,55	AF09	AF09
0,75	AF09	AF09
1,1	AF09	AF09
1,5	AF09	AF09
2,2	AF09	AF09
3	AF09	AF09
4	AF09	AF09
5,5	AF09	AF09
7,5	AF12	AF09
11	AF16	AF12
15	AF16	AF12
18,5	AF26	AF26
22	AF26	AF26
30	AF38	AF30
37	AF40	AF40

Para KM1=AF38

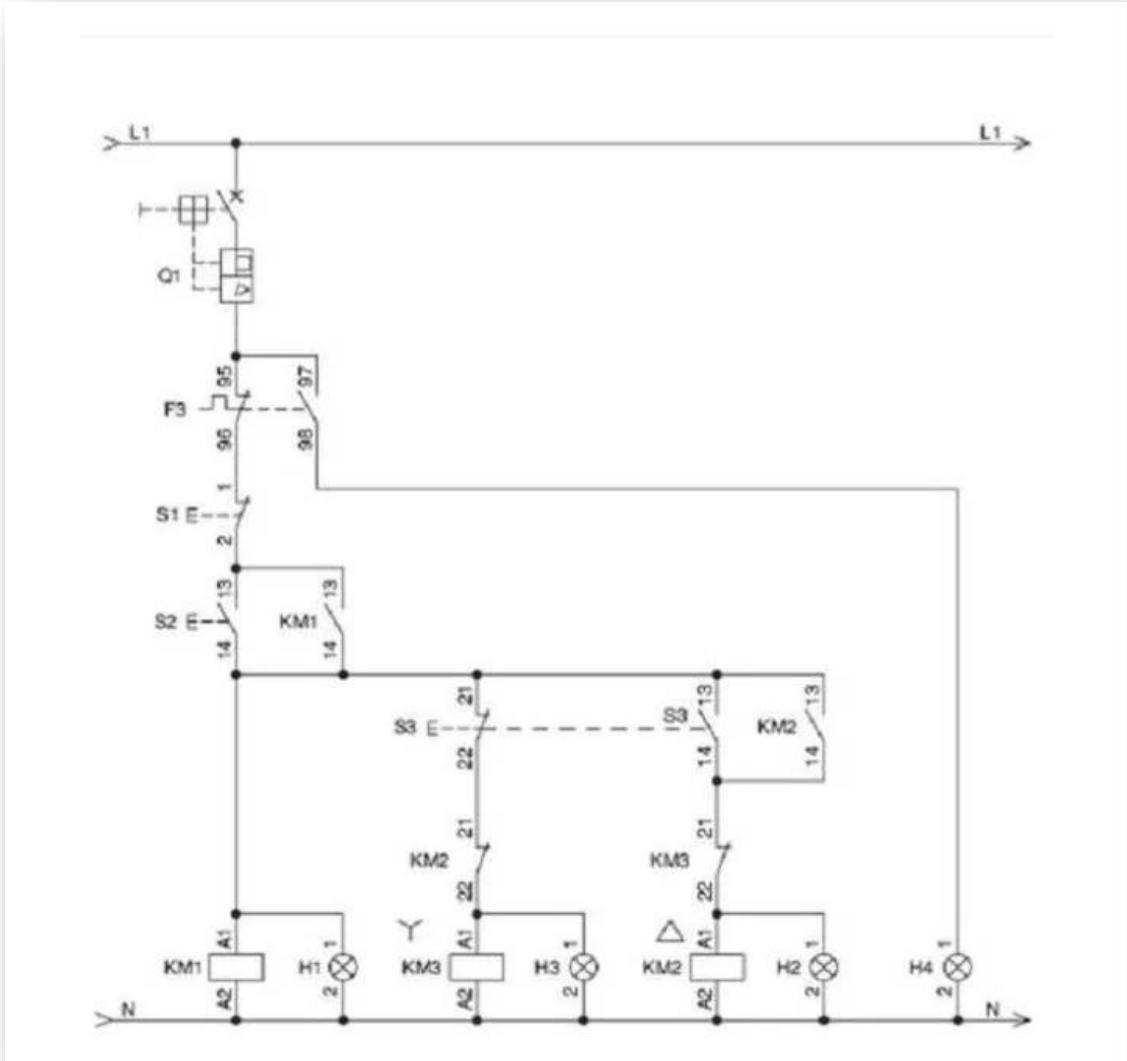
KM3=AF38

KM2=AF30

Esquema de fuerza arranque Estrella – Triángulo



Esquema de mando Arranque Estrella-Triángulo.



## 2.-Calculo de corriente en los calentadores de agua 30 KW.

Previamente convertimos KW a WATT.

1 KW=1000 WATT

ENTONCES:

$$30KW\left(\frac{1000\text{ WATT}}{1KW}\right)$$

P=30000(WATT) este valor reemplazamos en nuestra ecuación (1).

$$I= 30000(\text{WATT})/ (\sqrt{3})(380)(\text{COS}\phi)$$

$$I=30000(\text{WATT})/526, 54$$

$$I=56,97 (\text{Amp})$$

### TABLA DE CONDUCTORES AISLADOS

Calibre AWG (* MCM)	Sección, en mm <sup>2</sup>	Capacidad de corriente, en A	
		En ducto	Aire libre
16	1,31	10	15
14	2,08	15	20
12	3,31	20	25
10	5,26	30	40
8	8,36	40	60
6	13,28	55	80
4	21,15	70	105

FUENTE: NB 777

El conductor de cobre instalado es de Calibre 4 AWG.

### TABLA DE AMPERAJE PARA TERMOMAGNETICO

S203-K50	ITM 50 A, 3 Polos, Curva K, 6 kA según IEC 60898 a 230/400 Vca, accesoriable
S203-K63	ITM 63 A, 3 Polos, Curva K, 6 kA según IEC 60898 a 230/400 Vca, accesoriable

FUENTE: CATALOGO ABB

- Por lo que la protección térmica 3 polos, instalada según tabla ABB es de 63(Amp).

3.- Cálculo de corriente (I) para motor de 1 HP del extractor de vapores.

$$1\text{HP}=745,7 \text{ WATT}$$

$P=745,7(\text{WATT})$  este valor reemplazamos en nuestra ecuación (1).

$$I= 745, 7(\text{WATT})/ (\sqrt{3})(380)(\text{COS}\phi)$$

$$I=745, 7(\text{WATT})/526, 54$$

$$I= 1,41(\text{Amp})$$

Por lo que la protección térmica 3 polos, instalada según tabla ABB es de 4(Amp).

4.- Cálculo de corriente (I) para motor de 2 HP del disco giratorio.

ENTONCES: 2 HP convertir en WATT

$$P = 2\text{HP}(550\text{LBf} * \text{Ft})/s)1\text{HP}(1\text{N}/0,2248\text{LBf})(1\text{m}/3,28 \text{ ft})$$

$$P = \frac{1100}{0,2248} \left( \frac{1\text{m}}{3.28\text{ft}} \right)$$

$$P = \frac{1100}{0.2248} \left( \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \right) \left( \frac{1\text{m}}{3.28\text{ft}} \right)$$

$$P=1491.84 \text{ (WATT)}$$

$P=1491.84 \text{ (WATT)}$  este valor reemplazamos en nuestra ecuación (1).

$$I=1491.84 \text{ (WATT)}/\sqrt{3}*380*0, 87$$

$$I=1491.84/572, 61$$

$$I=2, 60(\text{Amp}).$$

CALIBRE SUGERIDO EN COBRE 18 AWG

5.- Cálculo de corriente (I) para motor de 5 HP de la bomba de enjuague.-

ENTONCES: 5 HP convertir en WATT

$$P = 5\text{HP}(550\text{LBf} * \text{Ft})/s)1\text{HP}(1\text{N}/0,2248\text{LBf})(1\text{m}/3,28 \text{ ft})$$

$$P = \frac{2750}{0,2248} \left( \frac{1\text{m}}{3.28\text{ft}} \right)$$

$$P=2027,69 \text{ (WATT)}$$

$P=2067,69(\text{WATT})$  este valor reemplazamos en nuestra ecuación (1).

$$I= (\text{WATT})/\sqrt{3}*380*0, 87$$

I=2067, 69/572, 61

I=3, 54(Amp).

CALIBRE SUGERIDO EN COBRE 18 AWG.

#### **4.6. Instalación, montaje y prueba de funcionamiento.-**

Se cambiaron los fusibles anticuados por térmicos, el temporizador de lavado se cambió por otro de mayor tiempo y menor tamaño, cambio de relés, cableado nuevo colocados ordenadamente en cable canal.

Con una hidrolavadora manual se realizó la limpieza de la cabina y del tanque de agua sacando mucha tierra que se acumuló durante tanto tiempo.

Los calentadores eléctricos fueron revisados y solo necesitaban limpieza, con un cepillito de acero se le quito el óxido acumulado.

Desmontaje del plato giratorio con la ayuda de una grúa, para poder engrasar su rodamiento y pueda girar suavemente.

También se hizo el engrasado de los rodamientos del motor usando una engrasadora a través de sus boquillas de engrase.

Se hizo la instalación del sistema hidráulico (agua) a través de tubo PVC de 3/4" a 1/2". Ahí nos encontramos con otro problema. La red de agua pasaba muy lejos de donde necesitábamos llegar. Se tenía que romper paredes para poder minimizar distancia y los codos que podían generar pérdidas de energía, también se instaló llaves de paso para corte de suministro en caso que sea necesario.

También se realizó la instalación de aire comprimido a través de cañería metálica de 1/2" para el soplado de piezas. Adicionalmente se puso un FR+L (FILTRO REGULADOR LUBRICADOR). Cuando se soplaba la pieza para poder secar hacia que la pieza se oxide entonces con este sistema soplaba pero paralelamente rocía una película de aceite e inmediatamente se envuelve con un plástico film.

Para la instalación de la chimenea tuve que contratar los servicios de Ferrotodo, dándoles las medidas me lo fabricaron en tres piezas 2 rectas y un codo.

Después realice la instalación de las tres fases RST de calibre 1/0 más tierra dentro de un tubo PVC de 3" sujeto por abrazaderas. Desde el tablero principal al tablero de equipo.

Todas las boquillas fueron desmontadas y con un elemento delgado se realizó la limpieza de los orificios, así también la limpieza con aire comprimido de la tobera principal. Después que todo lo anterior ya se había realizado se procedió al anclaje definitivo del equipo usando pernos de  $\frac{3}{4}$ " y estos mismos ayudan a nivelar el equipo.

#### **4.8. Puesta en funcionamiento.-**

Terminada la instalación eléctrica se procedió a la verificación de las conexiones, en toda su totalidad. Necesario recapitular a las normas preventivas sobre accidentes, dictadas por los organismos de seguridad e higiene en el trabajo.

En general las operaciones a realizar son.

Sin tensión, accionar los relés, contactores y otros aparatos con movimiento probándolos a mano para verificar que los movimientos están libres de impedimento y la presión de contacto es adecuada.

Comprobar que las regulaciones de los relés de protección y los interruptores eléctricos corresponden a las intensidades de los motores a proteger.

Comprobar que las secciones de los conductores corresponden exactamente a las normalizadas y calculadas para las potencias de los motores y otros aparatos a alimentar.

Verificar el aislamiento de los conductores y otras partes de la instalación como en los armarios.

Verificar que el color y el marcado de todos los conductores son correcto.

Verificar el estado general de la instalación, presentación, acabado, cableado, conducción sobre cable canales.

Se realizó el encendido de la maquina en el cual no se detectó golpes, vibraciones, chispeo. Etc.

Finalmente después de varias pruebas de funcionamiento realice la entrega del equipo firmando un acta de conformidad.

#### **5. Bibliografía.-**

- Manual de mantenimiento, operación e instalación del equipo MART Standard Turntable Power Washer. Versión 4.0 JAN 2004 1st printing.
- Catalogo ABB, especificaciones técnicas y tipos. [www.abb.com/drives](http://www.abb.com/drives), [www.abb.com/drivespartners](http://www.abb.com/drivespartners).

- Norma Boliviana NB 777.segunda versión 2015-01-07. Numero de referencia NB 777:2015.

### **5.1. Análisis de la actividad.-**

Este trabajo se desarrolló en la ciudad de SCZ, así que no tenía que faltar ni fallar nada en el momento de estar allá, ya que mi centro de operación fijo se encuentra en la ciudad de LPZ. Por lo que tuve que realizar un listado de todas las cosas que debería utilizar, así mismo me sirvió para tener un inventario de todas las herramientas y materiales.

En el tema de conocimientos eléctrico y habilitada de uso de herramientas manuales para el armado del tablero eléctrico por ejemplo. Como también pudimos aprender el uso del puente grúa y sus distintos tipos de simbología para el momento de izado de componentes. El mayor problema fue resolver el tema de estadía y transporte, preguntando y tocando algunas puertas se pudo conseguir una habitación bastante grande y cerca de la sucursal scz para todas las personas contratadas, el almuerzo era brindado en forma gratuita por la gente de Finning en su comedor.

### **5.2. Análisis de la actividad en relación a la facultad de tecnología.-**

Durante el desarrollo del trabajo se observa que todo el personal está bajo una sola mentalidad y eso se debe a que en la facultad de tecnología se encarga de la formación académica adecuada y precisa en el cual estamos alineados en temas tecnológicos.

Afrontando con compromisos ético, tomamos los problemas con seriedad y disponibilidad de trabajo en equipo.

En cuanto a la formación recibida todos son útiles y no están por demás puesto que se aplica en cualquier tipo de trabajo.

El perfil profesional del Técnico en Equipos e Instalaciones Electromecánicas alude al “conjunto de realizaciones profesionales que el técnico puede demostrar en las diversas situaciones de trabajo propias de su área ocupacional, una vez que ha completado el proceso formativo”. Por lo que considero el perfil es un buen nivel en ámbitos contextualizados del saber, saber hacer y saber ser, dentro del sector profesional de la Electromecánica.

El mayor problema es la comunicación por el idioma inglés. El ingeniero de servicio de fábrica, envió un manual de mantenimiento en ingles técnico el cual tuve primeramente que traducir y entender el principio de funcionamiento del equipo, esto llevo bastante tiempo.

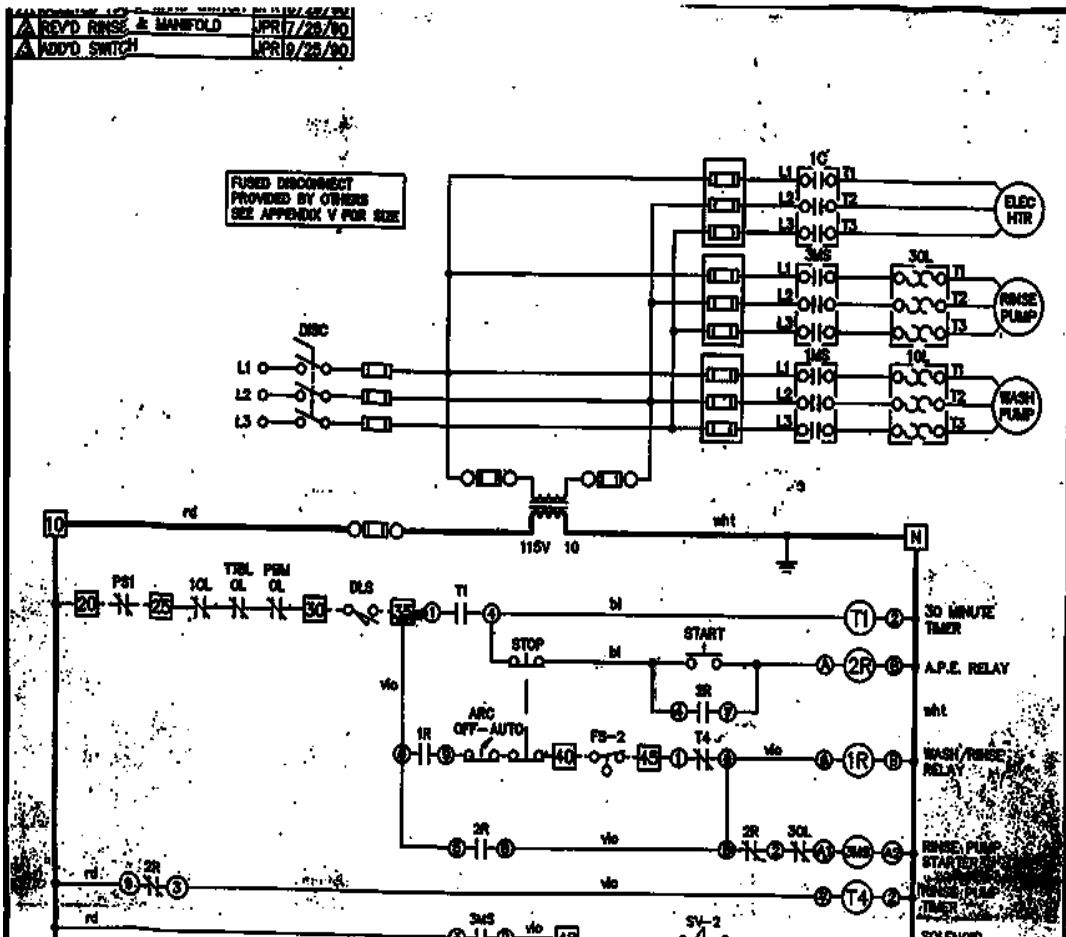


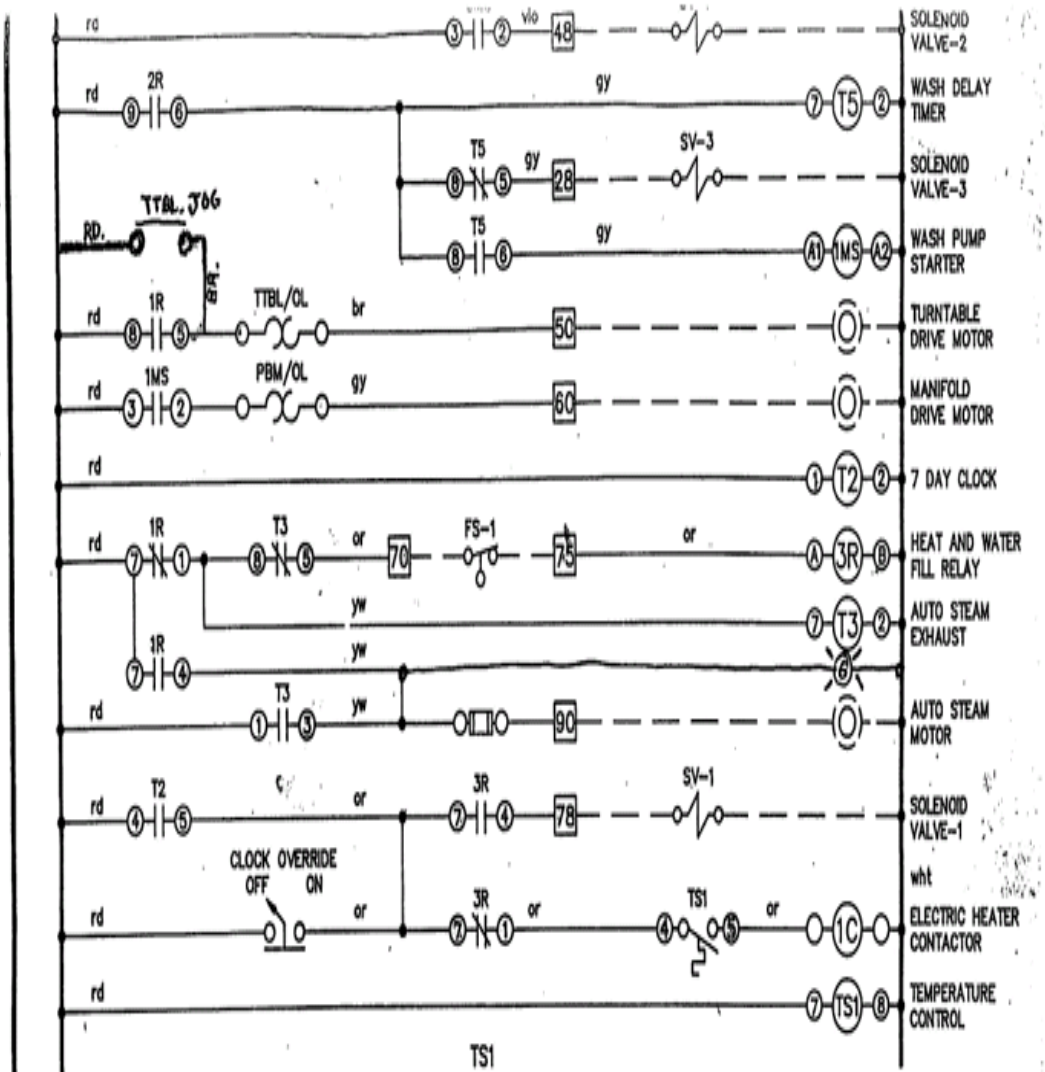
Sugiero introducir al plan de estudios el inglés técnico. Bastante literatura de manuales, catálogos, instructivos, folletos técnicos vienen en este idioma.

Es claro que la formación del electromecánico no solamente se debe centrar en lo tecnológico, sino en aspectos de comunicación oral y escrita. No es lo mismo saber entender que hacerse entender. Las competencias de un ingeniero electromecánico le deben permitir asumir este reto.

## 6. Anexos.-

### DIAGRAMA ELECTRICICO





Machine Wiring Copy  
 BENNETT EQUIPMENT CO. 4003  
 SN: MW40HP40AE-031593-ARC  
 Process Date 01/15/93

4003 CHANGED TO 4465

<b>THE MACT CORPORATION</b> ST. LOUIS, MO.	
TITLE	DATE
SCHEMATIC, POWER WASHER	4/90
DRAWING NUMBER	MODEL
3118MW/ARC	ELEC./A.P.E.
BY	DRWN BY
	TOLAND



**ORTUÑO BUSTOS ALEJANDRO WEIMAR**

NIT: 4951221018

Tel: 2-830614

Cell: 70587763

Email: mantenimientofinning@hotmail.com

**COTIZACION**

**CLIENTE: FINNING BOLIVIA SA**

**ATENCION: RONALD MORENO**

**ASUNTO: PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO LAVADOR "TORNADO".**

<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
1	1	PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO LAVADOR "TORNADO".	44181.56.-	44181.56.-
2		CABLEADO DESDE EL TABLERO PRINCIPAL HASTA EL TABLERO DE CONTROL 3F+N+TIERRA. CAMBIO DE TODOS LOS COMPONENTES ELECTRICOS DE CONTROL Y ARRANQUE DE TODOS LOS MOTORES Y CALENTADORES DE AGUA.		
3		IMPLEMENTACION DE UNA CUPLA DE TEMPERATURA PARA MANTENER LA CONSTANTE LA TEMPERATURA DE AGUA. IMPLEMENTACION DE SENSOR DE NIVEL AGUA. INSTALACION DE CHIMENEA PARA SACAR LOS VAPORES.		
				<b>44181.56.-</b>

**TERMINOS Y CONDICIONES:**

PRECIOS: EXPRESADO EN BOLIVIANOS E INCLUYE RETENCIONES DE LEY.

VALIDEZ DE COTIZACION: 15 DIAS A PARTIR DE LA FECHA.

FORMA DE PAGO:

**INSTALACION INMEDIATA .TIEMPO DE TRABAJO 2 SEMANAS**

ALEJANDRO W. ORTUÑO B.

4951221 LP



**FINNING BOLIVIA S.A.**

1028337028

AV. CRISTO REDENTOR ESQ. STO ANILLO.  
SANTA CRUZ,  
BO-S.BOL  
Teléfono

Giro VENTAS AL POR MAYOR DE  
MAQUINARIA, EQUIPO Y  
MATERIALES.

**ORDEN DE COMPRA**

**No 004869**

Registro 7/1/2015 12:38:27 PM

**DATOS DEL PROVEEDOR:**

EMPRESA DE MANTENIMIENTO (ALEJANDRO  
WEIMAR ORTUÑO  
RUT/CUIT/NIT: 4951221018  
DIRECCIÓN: CALLE ENRIQUE HERZOG Nº 3264 Z. EL  
PARAISO 3264  
LA PAZ,  
BO-L.BOL  
CONTACTO: mantenimientofinping  
TELEFONO:  
E-MAIL: mantenimientofinping@hotmail.com

**DATOS COMERCIALES**

FORMA DE PAGO: CHEQUE  
NÚMERO DE CUENTA:  
MONEDA DE PAGO: BOB  
CONDICIÓN DE PAGO:  
BANCO DESTINATARIO:

**DATOS DE ENTREGA/DESPACHO**

LUGAR: SUC SANTA CRUZ  
DIRECCIÓN: AV. BANZER Y STO ANILLO. KM 3,5 AL  
NORTE  
SANTA CRUZ,  
BO-S.BOL  
No. SOLICITUD: 0228181

NOMBRE DEL SOLICITANTE: ARMANDO PEDRAZA ROJAS  
FECHA PLANIFICADA DE ENTREGA: 01/07/2015 0:00:00

**DATOS DEL COMPRADOR**

**DETALLE**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNITARIO	DESCUENTO	TOTAL
1	100240	MANTENIMIENTO Y REPARACION EQUIPOS DE TALLER CTA. GASTOS <b>Descripción detallada</b> PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO LAVADOR TORNADO CABLEADO DESDE EL TABLERO PRINCIPAL HASTA EL TABLERO DE CONTROL.	1,00	UN	44.181,56	0,00	44.181,56



**FINNING BOLIVIA S.A.**

1028337028

AV. CRISTO REDENTOR ESQ. 5TO ANILLO.

SANTA CRUZ,

BO-S.BOL

Teléfono

Giro

VENTAS AL POR MAYOR DE  
MAQUINARIA, EQUIPO Y  
MATERIALES.

**ORDEN DE COMPRA**

**No 004869**

Registro 7/1/2015 12:38:27 PM

**DATOS DEL PROVEEDOR:**

EMPRESA DE MANTENIMIENTO (ALEJANDRO  
WEIMAR ORTUÑO  
RUT/CUIT/NIT: 4951221018  
DIRECCIÓN: CALLE ENRIQUE HERZOG Nº 3264 Z. EL  
PARAISO 3264  
LA PAZ,  
BO-L.BOL  
CONTACTO: mantenimientoфинning  
TELEFONO:  
E-MAIL: mantenimientoфинning@hotmail.com

**DATOS COMERCIALES**

FORMA DE PAGO: CHEQUE  
NÚMERO DE CUENTA:  
MONEDA DE PAGO: BOB  
CONDICIÓN DE PAGO:  
BANCO DESTINATARIO:

**DATOS DE ENTREGA/DESPACHO**

LUGAR: SUC SANTA CRUZ  
DIRECCIÓN: AV. BANZER Y 5TO ANILLO. KM 3,5 AL  
NORTE  
SANTA CRUZ,  
BO-S.BOL  
No. SOLICITUD: 0228181

NOMBRE DEL SOLICITANTE: ARMANDO PEDRAZA ROJAS  
FECHA PLANIFICADA DE ENTREGA: 01/07/2015 0:00:00

**DATOS DEL COMPRADOR**

MONEDA: BOB

NETO	38.437,96
IT 3%	0,00
IVA	5.743,60
EXENTO	0,00
PERCEPCIÓN	0,00
OTROS IMPUESTOS	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>44.181,56</b>

**OBSERVACIONES**

**IMPORTANTE: CONDICIONES GENERALES**

1. Una vez realizada la provisión o concluido el servicio contratado, presentar la factura junto a los siguientes documentos:
  - i. Para bienes: Orden de Compra y Nota de Entrega firmada.
  - ii. Para servicios: Orden de Compra y Conformidad de Recepción del servicio. (Acta, informe, email)
  - iii. Puede emitir más de una factura por Orden de Compra, pero en ningún caso puede acumular Órdenes de Compra en una factura.

Recordamos que los días de recepción de facturas son los martes y jueves de 14:00 a 17:00  
Cualquier consulta sobre pagos, dirígila al departamento de Contabilidad

**Enviado:** viernes, 13 de mayo de 2016 12:20

**Para:** 4465 <mantenimientofinning@hotmail.com>

**Asunto:** re[2]: Electrical Ladder Diagram

Alejandro,

Gracias. Glad I could be of help! **De:** Tony A.Stiglich <stiglich@stingwash.com>

PS: Need a new Parts Washer? [Check out StingRay Parts Washer](#)

Regards,

Tony Stiglich

StingRay Tech Service Technician



----- Original Message -----

**From:** ALEJANDRO W. ORTUÑO [B.<mantenimientofinning@hotmail.com>](mailto:B.<mantenimientofinning@hotmail.com>)

**To:** Tony A.Stiglich [<stiglich@stingwash.com>](mailto:<stiglich@stingwash.com>)

---

**De:** Tony A. Stiglich <[stiglich@stingwash.com](mailto:stiglich@stingwash.com)>

**Enviado:** lunes, 1 de febrero de 2016 11:40

**Para:** [mantenimientofinning@hotmail.com](mailto:mantenimientofinning@hotmail.com)  
<[mantenimientofinning@hotmail.com](mailto:mantenimientofinning@hotmail.com)>

**Asunto:** Heating Elements

Hi Alejandro,

Thank you for the opportunity to assist in maintaining your parts washer serial number 4465. Attached is a quote for the 380 volt, 15KW heating elements per your request. This quote does not include any shipping charges! There is a lead time of 20-25 days for shipment.

If you have any questions or would like to place an order, please don't hesitate to contact me.

PS: Need a new Parts Washer? [Check out StingRay Parts Washer](#)

Regards,

Tony Stiglich  
StingRay Tech Service Technician



[Get Skype](#) and call me for free.