

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**INGENIERIA MECANICA ELECTRICA**

**MI DESEMPEÑO PROFESIONAL EN EL STC METRO**

**TRABAJO PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA:**

**CÉSAR PUNZO SOTO**

**ASESOR:**

**DR. VÍCTOR HUGO HERNÁNDEZ GÓMEZ**

**LUGAR:**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO (FES CUAUTITLÁN) 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

1. La empresa..... 5
2. Aspectos teóricos.....8
3. Actividad profesional...11
4. Propuestas de mejoras...39
5. Conclusiones.....41
6. Bibliografías.....42

## INTRODUCCIÓN

Cuando estaba cursando la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica trabajé como dibujante de AutoCAD. En el año de 1999, en un pequeño despacho de ingenieros electricistas haciendo planos de proyectos de instalaciones eléctricas en naves industriales y fábricas. Duré aproximadamente 6 meses, en los cuáles adquirí experiencia en el manejo de AutoCAD que aprendí a utilizar en la escuela, también me empecé a familiarizar con la simbología y las instalaciones eléctricas.

En el año 2000 entre a trabajar a una empresa que se llama INMER, SA de CV la cual está dedicada a la instalaciones y mantenimiento de semáforos tanto en la CDMX como en el Edomex. También la instalación de cámaras en la ciudad para monitorear el tráfico, esta señal se envía a la SSP en Tlaxcoaque. En esta empresa trabajé en el área de proyectos como dibujante, de las instalaciones de los semáforos y de las cámaras. También salíamos a campo para hacer los levantamientos de los cruceros de las calles y realizar los planos correspondientes. En esta empresa trabajé del año 2000 al 2002. Fue una buena experiencia que me ayudo a adquirir más conocimientos de las instalaciones que se hacían, los diagramas unifilares y mejorar el manejo del programa de AutoCAD, ya que se elaboraban muchos planos para los proyectos y se tenían que realizar cada plano en un lapso de tiempo corto.

En junio del año 2002 entre a trabajar al STC Metro en el área de la red contra incendios en el turno nocturno, mi puesto es de Técnico en Mantenimiento de Instalaciones Fijas B. Donde realizo trabajos en la red húmeda, que esta tendida sobre la línea 2 que comprende del taller de Mantenimiento Taxqueña al Tapón Tacuba. Estos trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo los realizaba durante la noche, cuando se suspende el servicio de transporte, ya que es en las interestaciones de la línea, donde están instalados hidrantes cada 30m con su respectivo gabinete complementario. También tubería de 3 y 4 plg de diámetro con sus respectivas válvulas de compuerta, que sirve para seccionar algunos tramos cuando iba a realizar un trabajo, estas las puedo encontrar al inicio y final de la interestación. El mantenimiento preventivo que realizaba en este turno, era desde pintar la tubería y los hidrantes para evitar la corrosión, cambiar los gabinetes de los hidrantes, cambiar los empaques de las válvulas de globo que están en los gabinetes, lubricar los boquereles que son de bronce. En los soportes de la tubería tenía que checar que no se desprendieran, si lo necesitaba ajustaba los tornillos, cuando era necesario

reubicaba los soportes o los cambiaba cuando se desoldaban. En las estaciones existen unos aspersores que se encuentran debajo del andén, los quitaba para revisar que no se taparan con los sedimentos y los volvía a colocar, las válvulas de compuerta que presurizaban estos aspersores también les daba mantenimiento, lubricándolas, pintándolas, cambiándole el hilo grafitado en los estoperos. En este turno estuve del año 2002 al 2012.

Del año 2012 hasta ahora estoy en el turno matutino y me toca atender la red húmeda en el Taller Ticomán donde existen 100 gabinetes y un aproximado de 3,5 km de tubería instalada aérea y en trinchera con su respectiva Sala de Bombas que es la que alimenta todo el circuito.

### **Cursos de capacitación:**

Para complementar mis conocimientos acredite los siguientes cursos:

#### ***-Sistemas contra incendio en el STC:***

Identifico los diferentes sistemas contra incendio instalados en la red del STC, su terminología. También los procedimientos de actuación en caso de emergencia por fuego. Impartido en INCADE (Instituto de Capacitación y Desarrollo) en el metro Zaragoza.

#### ***-Manejo de equipo de seguridad:***

Como su nombre lo indica, aprendí a utilizar equipo de seguridad como colocarnos la máscara de gases, a utilizar los tanques de oxígeno, los tanques extintores. Impartido en PCC (Puesto de Control en metro Salto del Agua).

#### ***-Embobinado de motores:***

Aprendí a identificar el problema que tiene un motor, como puede ser los baleros, el capacitor o requiere cambiar el embobinado. Impartido en CITEC del IPN.

#### ***-Afinación de motores de Combustión interna:***

La bomba centrífuga horizontal cuenta con un motor de combustión interna su finalidad radica en la necesidad de operación del equipo cuándo falta la alimentación eléctrica. Existen motores de gasolina, por lo regular es un motor de VW el cuál debe operar en óptimas condiciones

cuando se le requiera. Aprendí cómo hacer la afinación, ponerlo a tiempo, el cambio de aceite, bujías etc. Impartido en INCADE.

***-AutoCAD 2013 (intermedio):***

Aprendí el manejo del paquete de computación para realizar dibujos en 2D y 3D. Impartido en INCADE.

***-Introducción a control de motores eléctricos:***

Aprendí a reconocer los diferentes dispositivos de los tableros de control.

Aprendí la simbología. Impartido en INCADE:

***-Computo (Office)***

Aprendí el manejo básico de paquetes como el Word, Excel. Impartido en INCADE.

# **CAPITULO 1**

## **LA EMPRESA**

En sus comienzos, el STC Metro ha experimentado modificaciones debido a los problemas de tráfico en las grandes ciudades, causados por la alta demanda de transporte y la intensa actividad económica.

El ingeniero Bernardo Quintana Arriója, fundador de la empresa Ingenieros Civiles y Asociados, presentó su proyecto de transporte durante el mandato del Presidente Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970). El principal desafío fue el alto costo de la obra. La intervención del Presidente francés Charles de Gaulle, a través del empresario francés Alex Berger, quien actuó como mediador, permitió obtener un crédito. El gobierno mexicano cubrió el costo de la obra civil, estudios de geotecnia y diseño de estaciones, mientras que el gobierno francés se encargó de la obra electromecánica. El costo total de la obra fue de \$2,530 millones, con \$1,630 millones provenientes del crédito francés y \$900 millones del Departamento del Distrito Federal.

El 29 de abril de 1967 se creó el Sistema de Transporte Colectivo como un organismo público descentralizado en el Diario Oficial de la Federación, con el propósito de construir, operar y explotar un tren rápido subterráneo en el Distrito Federal.

La construcción de la línea 1 del Sistema de Transporte Colectivo comenzó el 19 de junio de 1967 en el cruce de Av. Chapultepec y la calle Bucareli. La línea se inauguró formalmente el 4 de septiembre de 1969, con un tren construido por la compañía francesa Alsthom.

En 1985, se presentó el Programa Maestro del Metro versión 1985 horizonte 2010, que incluía una longitud total del sistema de 306,285 kilómetros con líneas principales de rodadura neumática y líneas alimentadoras. La línea B fue la última ruta construida basada en este plan.

En 1995, la coordinación del Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros se transfirió al Sistema de Transporte Colectivo como parte del Programa Integral del Transporte y Vialidad 1995-2000 del Distrito Federal.

En la actualidad, el STC cuenta con 12 líneas, desde la línea 1 hasta la 9, línea A y B, y la línea 12 que va de Tláhuac a Mixcoac. Se ha instalado un sistema de red contra incendios en cada línea para garantizar la seguridad. Desde 1996, el metro de la Ciudad de México se considera un lugar de alta seguridad, ya que diversos materiales presentan un riesgo significativo de incendio debido al mal uso de la corriente eléctrica. Las estadísticas muestran que el 60% de los incidentes se deben a la corriente, el 22% a problemas en los cables, el 12% a problemas en la conducción y 6% a incidentes varios.

Cuando se hace un análisis de los incidentes que han venido sucediendo desde los primeros metros puede verse el enorme interés por desarrollar Sistemas de Seguridad que empiezan a partir del primer incidente.

Desde el inicio de la operación del Metro (1969), hasta la fecha se pueden mencionar dos incendios de importancia. Uno ocurrió el 29 de febrero de 1976 en un local de la estación Pino Suárez de la línea 2, donde se produjo un fuego provocado por un corto circuito, no fue posible controlarlo solo con extintores portátiles debido a que el STC no contaba con otro tipo de medio de extinción, esto ocasionó pérdidas económicas cuantiosas a los locales comerciales que estaban ubicados en esta zona. (*García C. 2002*)

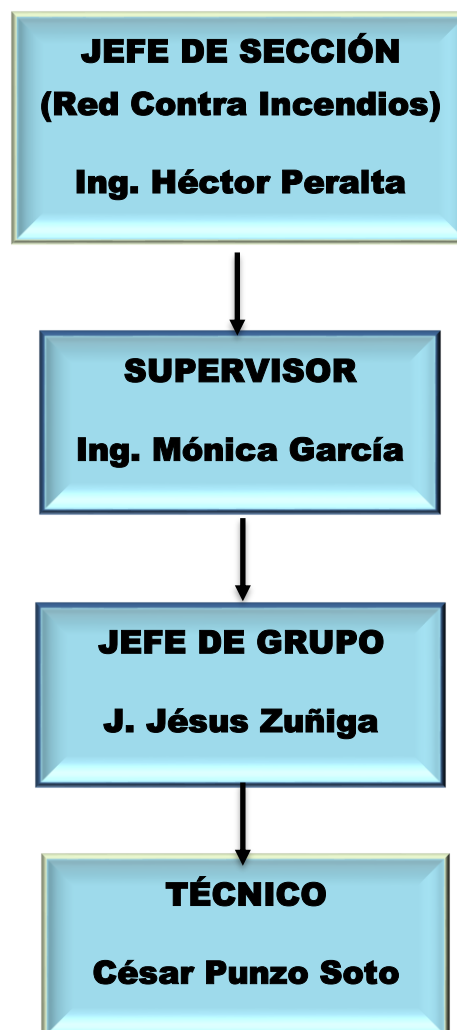
El 9 de enero del 2021 se registró un fuerte incendio en el Puesto Central de Control (PCC) de trenes del Metro de la Ciudad de México. Las alarmas contra incendios comenzaron a sonar alrededor de las 5:40 horas de la mañana, en dichas instalaciones del STC Metro, ubicadas en la calle Delicias, colonia Centro, alertando de la emergencia desde el cuarto piso. A las 6:41 de la mañana el Metro informó, debido al incendio, las Líneas 1,2,3,4,5 y 6 se encontraban momentáneamente fuera de servicio. (*Web, 2021*)

En estos 21 años que llevo laborando en el área de la red contra incendio me doy cuenta de la importancia que tiene esta área en el STC. De no existir, estaría en riesgo la vida de millones de personas que se transportan a diario. Por lo que es indispensable que este equipo éste funcionando en óptimas condiciones y es ahí donde interviene mi trabajo ya que contamos con un programa de trabajo preventivo y correctivo.



Para verificar que el equipo está en óptimas condiciones el departamento de Seguridad e Higiene programa cada 6 meses pruebas a los equipos de la red contra incendio. El cuál consiste verificar en las casas de máquinas, operen adecuadamente las motobombas y los tableros de control. En las estaciones se abren los gabinetes y se prueban los hidrantes. También se revisa los rociadores que se encuentran debajo de los andenes, se abren las válvulas de los rociadores que están ubicados en las cabeceras de las estaciones para ver que operen adecuadamente. En los talleres revisan su casa de máquinas que operen los hidrantes en su circuito.

**Organigrama:**



**Organigrama del departamento de Protección contra Incendios**

## CAPITULO 2

### ASPECTO TEÓRICOS

Desde 1996, el metro de la Ciudad de México ha sido oficialmente considerado un lugar de alta seguridad. Esto se debe a varios factores, principalmente a los valiosos activos que residen en sus instalaciones y al significativo beneficio que aporta a la sociedad mexicana. No obstante, es imperativo reconocer que la diversidad de materiales presentes en este entorno conlleva consigo un riesgo sustancial en lo que respecta a incendios. Estos materiales pueden categorizarse en cuatro clases diferentes, cada una con sus propias características y peligros específicos:

**1. Fuegos clase A:** Este tipo de incendios se desencadenan por la combustión de materiales orgánicos. Ejemplos de estos materiales incluyen madera, papel, cartón, telas y materiales sintéticos como el caucho y varios tipos de plásticos. La presencia de estos materiales en las instalaciones del metro aumenta el riesgo de incendios de clase A.

**2. Fuegos clase B:** Los incendios de clase B se generan a partir de la combustión de materiales en estado líquido o sólido que poseen un bajo punto de fusión. Esto implica que requieren una cantidad mínima de calor externo para alcanzar un estado crítico de inflamabilidad y pueden incendiarse por sí mismos. Ejemplos de tales materiales inflamables incluyen gasolinas, petróleo, aceites, pinturas basadas en aceite, barnices y disolventes.

**3. Fuegos clase C:** En esta categoría, los incendios encuentran su fuente de combustible en gases inflamables, como el propano, el butano y el gas de hulla (carbón mineral). Además de los gases, los incendios de clase C también abarcan aquellos que ocurren en instalaciones eléctricas, lo que los hace especialmente peligrosos.

**4. Fuegos clase D:** Los incendios de clase D se consideran de tipo especial, al igual que los agentes extintores necesarios para controlarlos. Estos incendios provienen de la combustión de metales combustibles, como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio. También se incluyen en esta categoría compuestos químicos reactivos y compuestos radiactivos.

Sin embargo, no solo los materiales presentes representan un riesgo, ya que el factor humano también puede contribuir significativamente a la peligrosidad en estas instalaciones. Las acciones humanas, ya sean intencionadas (como incendios, sabotajes o explosiones) o accidentales (como incendios y explosiones no planificados), pueden aumentar drásticamente el riesgo de incidentes. Esto se agrava por la posibilidad de que el personal, a pesar de las prohibiciones, lleve materiales inflamables o incluso fume en las instalaciones, lo que agrega un riesgo adicional. A este conjunto de riesgos se le conoce comúnmente como el "Factor Humano".

Para proteger las instalaciones del metro y mitigar estos riesgos, se han propuesto varios sistemas de seguridad, que incluyen:

1. Sistemas contra incendios: Estos sistemas están diseñados para detectar y extinguir incendios de manera eficaz.
2. Red hidráulica: La red hidráulica contra incendios se considera la última línea de defensa antes de que los bomberos intervengan. Mantiene agua a presión constante en todo momento y pueden proporcionar un suministro rápido de agua en caso de incendio.
3. Sistemas de detección, alarma y evacuación: Estos sistemas están destinados a alertar a las personas en caso de un incendio y garantizar una evacuación segura.

Es importante destacar que la red hidráulica contra incendios se utiliza como una medida de último recurso por la brigada de seguridad antes de que intervengan los bomberos, especialmente en instalaciones que cuentan con energía eléctrica de alto voltaje. El principio básico de esta red es mantener una red húmeda que siempre contiene agua a una presión de 8 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando se abre la válvula de un hidrante, una bomba se activa automáticamente para suministrar agua, lo que permite la operación de al menos dos hidrantes simultáneamente. En caso de que no haya energía eléctrica, una bomba de desplazamiento positivo movida por un motor de combustión interna proporciona el flujo de agua necesario. Al cerrar la válvula del

hidrante, las bombas se detienen automáticamente, con un retraso máximo de 7 minutos.  
(*García C. 2002*)

## **CAPITULO 3**

### **ACTIVIDAD PROFESIONAL**

El trabajo que desempeño es el de Electromecánico en Instalaciones Fijas categoría “B”, llevo trabajando 22 años en el Sistema de Transporte Colectivo Metro y me corresponde dar mantenimiento al equipo contra incendio en el taller de Ticomán que está en la terminal Indios Verdes de la línea 3, también a los hidrantes que están en las estaciones de la línea 3, de estación Tlatelolco a la estación Hospital General, tramo que cuenta con red húmeda.

El equipo contra incendio que está instalado en el taller, a grandes rasgos consta de una cisterna, casa de máquinas, hidrantes y la red de distribución. En el cuarto de máquinas se cuenta con una Bomba Centrífuga en el que el eje del impulsor se encuentra instalado de forma horizontal y es impulsado con motor eléctrico de 20 HP, una Bomba tipo Jockey de 3 HP y una Bomba con motor de combustión interna de diésel de 70 HP, con sus respectivos tableros de control cada una de ellas. Los hidrantes que están sobre línea 3 son alimentados por la casa de máquinas de la estación Balderas.

Existen 100 hidrantes colocados estratégicamente a lo largo de todo el taller Ticomán. Una parte del circuito es superficial y la otra parte esta oculta en las trincheras. También se cuentan con válvulas de compuerta de 3” y 4”.

En todo el sistema de la red contra Incendio que se encuentra en el STC se divide en:

- Red hidráulica húmeda.
- Red hidráulica seca.
- Sistemas Manuales de extinción.
- Sistemas automáticos de extinción.

La red hidráulica húmeda se compone:

- Cisterna.
- Equipo de bombeo (Bomba Jockey, Bomba Principal, Bomba de Combustión Interna, Tableros de Control).

-Red de distribución.

-Hidrantes.

Hay un plan de mantenimiento preventivo que cada mes realizo al cuarto de bombas, tubería instalada, hidrantes del taller e hidrantes de estación. Está distribuido en diario, semanal, mensual, trimestral, semestral, anual y bianual. Este plan se basa en el requerimiento de operación de cada uno de los elementos, el desgaste que llega a sufrir y la forma de prevenir una posible falla. Desde luego en la existencia de los materiales que me proporcionan para realizar el mantenimiento.

### **I. Sala de Bombas.**



Fuente: Elaboración propia. (2023).

**Fig. 3.1 Sala de Bombas compuesta por las motobombas Jockey, Eléctrica o Principal y la de Combustión Interna.**

#### **Mantenimiento Diario:**

1. Para realizar la inspección a los tableros de control, verifico que el botón selector se encuentre en automático.
2. Registro 2 lecturas del manómetro del cabezal en un intervalo de 15 min verifico si baja la presión en ese intervalo de tiempo, y pueda existir alguna fuga en el circuito.



**Fuente: Elaboración propia. (2023)**  
**Fig. 3.2 Manómetro**

3. Verifico el correcto funcionamiento de las motobombas, que aparecen en la figura 3.1, que arranquen y paren en modo automático, y en forma manual. Anoto la presión que registra el manómetro que está en el cabezal, como se muestra en la figura 3.2, en la que para y arranca en modo automático.
4. Verifico el nivel de agua de la cisterna. Retiro la tapa de la cisterna, observo el nivel de agua que tiene la cisterna si es necesario utilizo una lámpara por si está muy abajo. Aunque en los tableros cuentan con protección de bajo nivel para proteger el equipo.
5. Verifico los niveles de aceite y diésel. Con la bayoneta reviso el nivel de aceite del motor de combustión interna. Me fijo que el depósito de diésel este en el nivel adecuado, más de  $\frac{1}{4}$  de tanque.
6. Registro en mi reporte la inspección correspondiente, y levanto una lista del material que requiera.
7. Ajusto los pequeños detalles observados en el equipo.

#### **Mantenimiento Semanal:**

1. Para limpiar la tubería, el tablero, las bombas y el piso, con una franela y una brocha retiro el polvo que existe en la tubería, los tableros y bombas. Por dentro del gabinete en los tableros con una brocha delgada retiro todo el polvo que se adhiere. También barro la basura del piso.

### **Mantenimiento Trimestral:**

1. Verifico el correcto funcionamiento de la válvula de alivio. La función de esta válvula es controlar los transitorios cambios bruscos de presiones al momento del arranque y paro de los equipos de bombeo. El que baje la presión en el cabezal puede ser causado por esta válvula. Escucho sobre la pared de la tubería que esta después de la válvula, si no está dejando pasar agua, ya que puede ser que no está sellando bien. Y que no sobrepasen los límites de trabajo del sistema y de esta manera evitar daños a la tubería (rotura). Esta válvula está conectada a una tubería de recirculación que va a la cisterna. Cuando se abre la válvula es porque hay más presión de lo normal.

2. Verifico el correcto funcionamiento de las válvulas check y de compuerta. La válvula check es un tipo de válvula que permite al agua fluir en una sola dirección cuando la motobomba está en funcionamiento, cuando para cierra automáticamente para prevenir el flujo en la dirección opuesta. Las válvulas de compuerta funcionan para abrir o cerrar totalmente el flujo, usadas para aislar la línea de impulsión de la motobomba o la estación de bombeo en caso de mantenimiento. Giro los volantes de las válvulas de compuerta en un sentido y en otro, como aparece en la figura 3.3, para que no se atasquen, dejo el volante abierto sin llegar al tope.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.3 Apertura y cierre de los volantes de las válvulas de compuerta**



### **Mantenimiento Semestral:**

1. Para realizar el servicio a las válvulas de compuerta, como aparece en la figura 3.4, que hay en el cabezal, retiro el polvo con una brocha, lubrico el vástago con una aceitera y el cuerpo de las válvulas de compuerta. Con una brocha elimino el polvo que se acumula en la válvula de compuerta. Lubrico el vástago con una capa delgada de aceite, giro el volante en ambos sentidos en repetidas ocasiones, con un trapo retiro la suciedad, y sigo repitiendo la misma operación hasta que quede perfectamente lubricada y no se dificulte su operación.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.4 Lubricación de válvulas de seccionamiento**

### **Mantenimiento Anual:**

Limpieza general. Barro el piso, recojo la basura. Lavo con agua y jabón teniendo cuidado de no mojar los componentes eléctricos y ocasionen un corto circuito. Seco perfectamente con una franela.

2. Pinto paredes, techo y piso. Una vez limpia el área aplico pintura vinílica lavable en el techo y paredes. El piso lo cubro con pintura acrílica.

3. Pinto la tubería, las válvulas, los motores y las bombas. Quito el óxido en la tubería, las válvulas y los motores con un cepillo de alambre y lija de agua, después con una estopa húmeda con thinner retiro el polvo de pintura y oxido que le quedó. Enseguida recubro la tubería con la pintura acrílica color rojo fuego. Las válvulas de compuerta y las válvulas check las pinto color

negro y los volantes de color amarillo. Los motores de azul metálico y las bombas de color verde. Todo con pintura acrílica.

4. Los gabinetes de los tableros de control también los lijo un poco. Con una estopa húmeda de thinner retiro el polvo de la pintura. Posteriormente aplico pintura acrílica color rojo fuego igual que la tubería.

### **Bomba con motor eléctrico**



Fuente: Elaboración propia. (2023)  
**Fig. 3.5 Bomba con motor eléctrico**

### **Mantenimiento Semanal:**

1. Mido la corriente que consume el motor eléctrico de la bomba, que aparece en la figura 3.5. Con un desarmador plano retiro los tornillos de la tapa de la caja de conexiones. Identifico las líneas que van conectadas al motor. Cada una de las líneas las coloco al centro del gancho del multímetro, posiciono el selector del multímetro en **AC** (corriente alterna), y mido una por una de las fases que alimentan al motor. Tomo la lectura del amperaje cuando arranca el motor y cuándo se estabiliza. Anoto las lecturas.
2. Mido el voltaje. En el multímetro posiciono el selector en **VC A** (voltaje de corriente alterna) más alta. Toco con las puntas roja y negra dos de sus líneas sin el aislante, que alimentan al

motor. Como es trifásico, tomo las lecturas en las fases 1 y 2, 1 y 3, 2 y 3. Vuelvo a cerrar la tapa de la caja de conexiones y le coloco sus tornillos.

3. Verifico la temperatura del motor. También la podría medir con el multímetro, pero en su caso no trabaja a menos de que utilicen un hidrante, solo verifico con la mano que la carcasa del motor este a la temperatura ambiente.

4. Mido las RPM del motor. Retiro los tornillos hexagonales que sujetan la tapa trasera del motor con una llave de estrella acodada de  $\frac{7}{16}$ ". Coloco la punta de goma del Tacómetro en la cara frontal de la flecha del motor, cuando empiece a girar mido las RPM, y debe aproximarse al valor de la placa del motor.

5. Reviso si existen ruidos en el tablero y la carcasa. Durante el funcionamiento del motor escucho si hay ruidos que sean anormales. Cuando los rodamientos ya están llegando al fin de su vida útil provocan mucho ruido cuando está funcionando.

6. Realizo reporte de registro y datos. En una hoja reporto lo observado.

#### **Mantenimiento Mensual:**

1. Verifico que este alineado el motor con la bomba. La bomba está hecha para permitir la alineación en terreno. El equipo debe quedar perfectamente alineado al momento de su instalación. El funcionamiento eficiente y confiable y libre de problemas depende de la alineación correcta. La mala alineación puede causar funcionamiento ruidoso de la bomba, vibración, falla prematura de los cojinetes o desgaste excesivo del acoplamiento. Si no hay ruido excesivo, vibración o se halla movido la tubería por alguna reparación, no es necesario la alineación.

2. Verifico tornillería de anclaje del motor eléctrico y bomba. Por las vibraciones cuando está en funcionamiento la motobomba, pueden llegar a aflojarse los tornillos, si es el caso lo ajusto con una llave combinada de  $\frac{3}{4}$ " en el motor y de  $1 \frac{1}{8}$ " en la bomba centrífuga, como aparece en la figura 3.6.



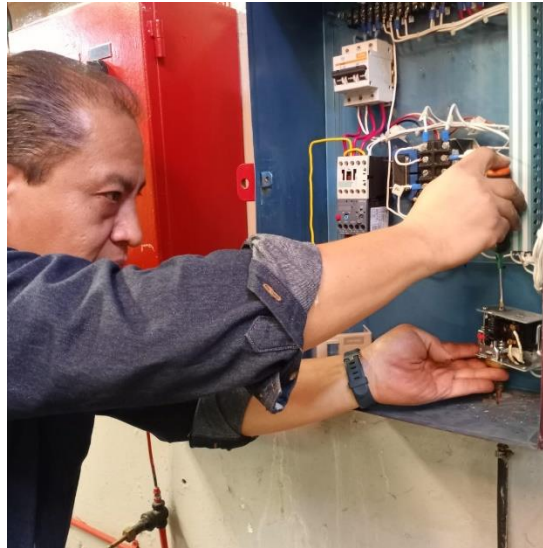
Fuente: Elaboración propia. (2023)  
**Fig. 3.6 Apriete de tornillería de anclaje**

3. Reviso que la bomba no tenga fugas en el sello mecánico. Si es así debo solicitar su repuesto con mi supervisor.
4. Verifico que no tenga problemas en la alimentación eléctrica. Que no haya un cable suelto o mal conectado. Que estén aisladas correctamente las conexiones.

#### **Mantenimiento Trimestral:**

1. Verifico las conexiones eléctricas en el tablero de control y agrupo los cables con un cincho si es necesario.
2. Limpio interior y exteriormente el tablero, verifico y corrijo el anclaje. Interiormente retiro con una brocha delgada de una pulgada de ancho el polvo de todos los componentes eléctricos y las terminales. Por afuera del tablero limpio con una franela para retirar el polvo. Corrijo el anclaje del tablero si es necesario.
3. Le doy mantenimiento general al arrancador. Limpio los contactos, platinos, con una brocha delgada retiro el polvo, ajusto el bastidor y aprieto la tornillería con un desarmador de punta de cruz.
4. Aprieto la tornillería de los componentes electromecánicos, que se van aflojando por la vibración con un desarmador de plano o de cruz sea el caso.
5. Verifico la correcta calibración del interruptor de presión y ajusto en caso de ser necesario, por la vibración se llega a desajustar, como aparece en la figura 3.7. La bomba eléctrica debe arrancar en  $5 \text{ kg/cm}^2$  y parar en  $8 \text{ kg/cm}^2$ . En caso de que no sea así retiro la tapa del interruptor de

presión (Saginomiya), y con un desarmador de punta de cruz ajusto los tornillos de la escala y diferencia, según sea el caso. Cada vez que ajustemos abrimos la válvula de la tubería de recirculación para que disminuya la presión, observo el manómetro del cabezal a que presión arranca y en cuál para. Repetimos la operación hasta que quede en el rango establecido.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.7 Calibración del interruptor de presión**

6. Verifico el funcionamiento de la protección por bajo nivel (corrijo en caso necesario). Saco los electro-niveles de la cisterna, simulando que está vacía. Verifico que no arranque la bomba en modo automático. Retiro el óxido que se forma en los electrodos con una lija fina de agua.
7. Verifico el estado de la tubería hidráulica a tablero. Que no tenga fugas en las conexiones o picada.

#### **Mantenimiento Anual:**

1. Limpio exteriormente el motor de la bomba. Con una brocha y un trapo retiro el polvo.
2. Si los rodamientos ya provocan mucho ruido, tengo que solicitarlos a mi supervisor para después sustituirlos. Esta es la bomba principal y por tanto no la puedo dejar fuera de servicio por un tiempo prolongado. Hay que programar su reparación y no quede sin servicio.
3. Nivelado y aprieto tornillería del anclaje. Existen dos tipos de desalineación “paralela” y “angular”. Se corrigen desplazando el motor y añadiendo o retirando suplementos debajo de las

patas del motor. Aprieto los tornillos con una llave combinada acodada de 1 ¼”, que se van aflojando por las vibraciones y sujetan el motor a su base.

4. Verifico el estado de las conexiones del motor. Reviso que se encuentren bien aisladas las conexiones para evitar un corto circuito.

### **Bomba con motor de combustión interna**

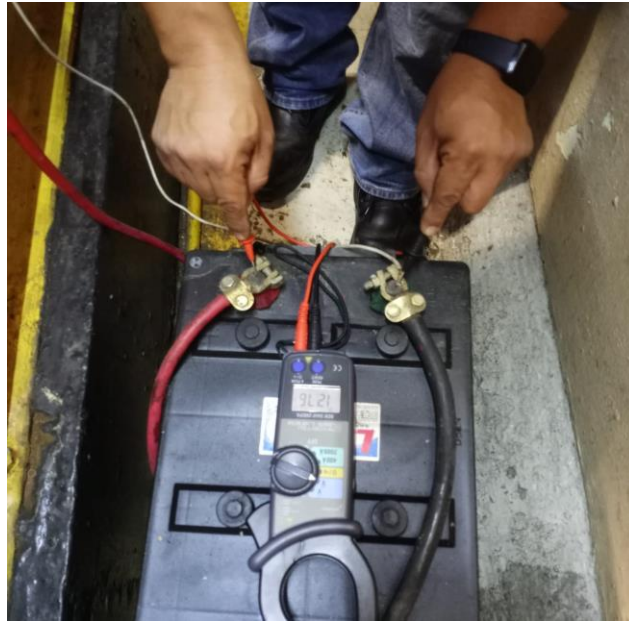


Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.8 Bomba con Motor de Combustión Interna**

### **Mantenimiento Semanal:**

1. Para dar servicio a la motobomba con motor de combustión interna, que aparece en la figura 3.8, verifico el nivel eléctrico de la batería. Desconecto las terminales de la batería. En el multímetro posiciono el selector **VC C** (voltaje de corriente continua) nivel bajo. Coloco la punta roja en el (+) y la punta negra en el (-) de la batería, como muestra en la figura 3.9. La lectura del voltaje debe corresponder a  $\approx 12.7$  volts aproximadamente.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.9 Toma de voltaje a la batería del motor de C.I.**

2. También verifico el nivel de aceite del motor. Con la bayoneta reviso si está debajo del nivel, si es necesario agrego el faltante, así como aparece en la figura 3.10.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.10 Revisión del nivel de aceite**

3. Verifico el nivel de diésel en el depósito. Destapo el depósito del diésel y reviso que no se encuentre debajo de un cuarto. Me aseguro de dejar bien tapado el depósito.

### **Mantenimiento Quincenal:**

1. Compro diésel.
2. Suministro el combustible en el depósito.

### **Mantenimiento Mensual:**

1. Limpio los bordes, terminales y superficie de la batería. Con una lija de agua fina retiro el óxido de las terminales. Con una brocha de 2" de ancho retiro el polvo acumulado en los bordes y superficie de la batería.
2. Reviso densidad del electrolito de la batería plomo-ácido. Utilizo el densímetro de escala numérica, cuando mido la batería que se encuentra con la carga completa, el nivel del electrolito coincidirá con el número 1.28 de densidad. Si la coincidencia se establece entre los números 1.24 y 1.16 consideraré que se encuentra a media carga, mientras si la coincidencia se produce entre los números 1.16 y 1.1 de densidad, la batería se encuentra descargada. Reviso el nivel del electrolito, de ser necesario agrego el faltante.
3. Verifico alineación del motor y bomba, ajusto el coplee con una llave Allen de  $\frac{5}{8}$ " si es necesario.
4. Reviso que la bomba no tenga fugas de agua en el sello mecánico

### **Mantenimiento Trimestral:**

1. Verifico las conexiones del tablero estén bien fijadas. Primero bajo el interruptor principal para cortar la corriente en el tablero. Con un desarmador de cruz delgado, dependiendo el caso, voy apretando cada una de las conexiones, de cada uno de los elementos del tablero, y reviso que no se haya salido algún cable.
2. Limpio interior y exteriormente el tablero. Con una brocha delgada de una pulgada retiro el polvo de los elementos y en sus terminales.
3. Aprieto tornillería con los desarmadores de cruz y plano, las partes electromecánicas.
4. Verifico que la calibración del interruptor de presión este correcta ( $4-8 \text{ kg/cm}^2$ ) y ajusto en caso de ser necesario.
5. Verifico el funcionamiento de la protección por bajo nivel (corrijo si es necesario). Saco los electro-niveles de la cisterna y verifico que no arranque la bomba, cuando baje la presión y el botón selector se encuentra en automático. Retiro el óxido que se forma en los electro-niveles con una lija fina de agua (carburo de silicio).



6. Verifico el estado de la tubería hidráulica a tablero, no tenga fugas en las conexiones o picada.

### **Mantenimiento Anual:**

1. Cambio el filtro de diésel y aceite. El cambio de aceite es una operación habitual de mantenimiento de un motor y se debe realizar regularmente para garantizar el buen funcionamiento del motor, así como su duración. En un motor diésel se debe cambiar el aceite cada 7000 km más o menos es decir entre una o dos veces al año. El hecho de que el aceite del motor este negro no significa que se debe cambiar. En realidad, esta apariencia ennegrecida del aceite demuestra que cumple su función: esparce las minúsculas partículas metálicas provenientes de la fricción de las piezas y las mantiene en suspensión con el fin de que no se acumulen. El hecho de que el aceite tenga este color no influye en absoluto en sus capacidades de lubricar y proteger el motor, además, las impurezas más grandes se filtran gracias al filtro de aceite. Para iniciar el cambio de aceite, enciendo el motor unos dos minutos para que el aceite se caliente un poco. Después apago el motor. Localizo el tapón de vaciado que está debajo del motor, y coloco el recogedor de aceite. Aflojo el tapón del aceite con la llave inglesa hasta que pueda quitarlo con la mano, una vez que lo desenrosco el aceite contenido en el depósito caerá hacia el recogedor que he colocado. Una vez que se haya terminado de vaciar todo el aceite coloco de nuevo el tapón y lo aprieto con la llave inglesa de nuevo. Continúo con el cambio del filtro de aceite, con un cincho desenrosco el filtro viejo. Tomo el filtro nuevo y con una capa fina de aceite lubrico el sello de goma que tiene, para que lo proteja. Una vez que lo inserte atornillo el filtro en su lugar y lo ajusto con el mismo cincho. El deposito ya no tiene aceite y el filtro esta cambiado, por lo que a continuación, tengo que llenarlo de nuevo. Retiro el tapón del almacén de aceite, que se encuentra en la parte superior del motor. Coloco un embudo en el orificio y vierto el aceite limpio. Confirmo con la bayoneta medidora que el nivel es el adecuado e instalo de nuevo el tapón para que quede cerrado.

2. Lavo los inyectores. Se desmonta el riel de los inyectores, quitando dos tornillos que lo sujetan, desconectamos las entradas de corriente sacamos el riel de los inyectores y desconectamos la manguera que conecta el combustible al riel de los inyectores, los limpiamos uno a uno, lo sacamos jalando y girando un poco. Ya limpios los inyectores los colocamos otra vez en el riel y lo montamos en el motor, sujetándolos con sus respectivos tornillos. Volvemos a conectar las entradas de corriente.

3. Reviso la tensión en bandas, ajusto si se requiere.
4. Reviso las mangueras del diésel. Observo que no tengan fugas en sus conexiones y que no estén picadas las mangueras.
5. Reviso rodamientos, bujes y carbones a la marcha. Desmonto la marcha. Con un desarmador plano tratamos de hacer girar manualmente el piñón del bendix, el movimiento debe ser fluido y no debe presentar ningún tipo de atascamiento. Luego revisamos el espacio innecesario del inducido dentro del motor. Con un desarmador lo colocamos en la punta hacemos presión hacia adentro y luego hacia afuera y debe ser nulo o casi nulo el movimiento. Hacemos funcionar la marcha con uno de los cables conectando el negativo a la masa de marcha y el positivo a la terminal del solenoide para ver cómo funciona el motor y luego puenteamos con la otra terminal que proviene de la chapa de montaje del solenoide, para ver el funcionamiento completo de la marcha.

#### **Mantenimiento Anual:**

1. Aplico pintura azul metálico en el motor, pintura verde en la bomba y pintura amarilla en la base, como aparece en la figura 3.11.
2. En caso de que los rodamientos provoquen mucho ruido los cambio.
3. Cambio el sello mecánico si tiene fuga de agua.



Fuente: Elaboración propia. (2020)

#### **3.11 Aplicación de pintura a Motor de Combustión Interna**

## Bomba Jockey



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.12 Bomba Jockey**

### Mantenimiento Semanal:

1. Mido la corriente que consume el motor de la bomba Jockey, que aparece en la figura 3.12. Con un desarmador plano retiro los tornillos de la tapa de la caja de conexiones. Identifico las líneas que van conectadas al motor. Cada una de las líneas las coloco al centro del gancho del multímetro, posiciono el selector del multímetro en **AC** (corriente alterna), y mido una por una de las fases que alimentan al motor. Tomo la lectura del amperaje cuando arranca el motor y cuándo se estabiliza, como aparece en la figura 3,13. Anoto las lecturas.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Fig. 3.13 Toma de lectura de corriente**

2. Mido el voltaje. En el multímetro posiciono el selector en **VC A** (voltaje de corriente alterna) más alta. Toco con las puntas roja y negra dos de sus líneas sin el aislante, que alimentan al motor. Como es trifásico, tomo las lecturas en las fases 1 y 2, 1 y 3, 2 y 3. Vuelvo a cerrar la tapa de la caja de conexiones y le coloco sus tornillos.
3. Verifico la temperatura del motor. El multímetro también tiene esa opción, de medir la temperatura del motor, pero en su caso, no trabaja a menos de que utilicen un hidrante o exista una pequeña fuga. Tan solo verifico con la mano que la carcasa del motor este a la temperatura ambiente.
4. Mido las RPM del motor. Retiro los tornillos hexagonales que sujetan la tapa trasera del motor con una llave de estrella acodada de 7/16". Coloco la punta de goma del Tacómetro en la cara frontal de la flecha del motor, cuando empiece a girar mido las RPM, y debe aproximarse al valor de la placa del motor.
5. Reviso si existen ruidos en el tablero y la carcasa. Durante el funcionamiento del motor escucho si hay ruidos que sean anormales. Cuando los rodamientos ya están llegando al fin de su vida útil provocan mucho ruido cuando está funcionando, los reemplazo por unos nuevos, como aparece en la figura 3.14.



**Fuente: Elaboración propia. (2023)**  
**Fig. 3.14 Cambio de rodamientos**

6. Realizo reporte de registro y datos. En una hoja reporto lo observado.

### **Mantenimiento Mensual:**

1. Verifico que este alineado el motor con la bomba. La bomba está hecha para permitir la alineación en terreno. El equipo debe quedar perfectamente alineado al momento de su instalación. El funcionamiento eficiente y confiable y libre de problemas depende de la alineación correcta. La mala alineación puede causar funcionamiento ruidoso de la bomba, vibración, falla prematura de los cojinetes o desgaste excesivo del acoplamiento. Si no hay ruido excesivo, vibración o se halla movido la tubería por alguna reparación, no es necesario la alineación.

2. Verifico tornillería de anclaje del motor eléctrico y bomba. Por las vibraciones cuando está en funcionamiento la motobomba se podrían aflojar los tornillos, si es el caso los ajusto con una llave combinada de ½” en el motor y en la bomba centrífuga.

3. Aprieto tornillería de anclaje del motor y la bomba. Por las vibraciones cuando está en funcionamiento la motobomba, pueden llegar a aflojarse los tornillos, si es el caso los ajusto con una llave combinada de ½” en el motor y la bomba centrífuga.

4. Reviso que la bomba no tenga fugas en el sello mecánico, si es el caso, lo sustituyo por uno nuevo, como lo muestra la figura 3.15.



**Fuente: Elaboración propia**  
**Fig. 3.15 Cambio de sello mecánico**

### **Mantenimiento Trimestral:**

1. Verifico las conexiones eléctricas en el tablero de control y agrupo los cables con un cincho si es necesario.
2. Limpio interior y exteriormente el tablero, verifico y corrijo el anclaje. Interiormente retiro con una brocha delgada de una pulgada de ancho el polvo de todos los componentes eléctricos y las terminales. Por afuera del tablero limpio con una franela para retirar el polvo. Corrijo el anclaje si es necesario.
3. Le doy mantenimiento general al arrancador. Limpio los contactos, con una brocha delgada retiro el polvo, ajusto el bastidor y aprieto la tornillería con un desarmador de punta de cruz.
4. Aprieto la tornillería de los componentes electromecánicos, que se van aflojando por la vibración con un desarmador de plano o de cruz sea el caso.
5. Verifico la correcta calibración del interruptor de presión y ajusto en caso de ser necesario, por la vibración se llega a desajustar. La bomba eléctrica debe arrancar en  $5 \text{ kg/cm}^2$  y parar en  $8 \text{ kg/cm}^2$ . En caso de que no sea así, retiro la tapa del interruptor de presión (Saginomiya), y con un desarmador de punta de cruz ajusto los tornillos de la escala y diferencia, según sea el caso. Cada vez que ajustemos abrimos la válvula de la tubería de recirculación para que disminuya la presión, observo el manómetro del cabezal a que presión arranca y en cuál para. Repetimos la operación hasta que quede en el rango establecido.
6. Verifico el funcionamiento de la protección por bajo nivel (corrijo en caso necesario). Saco los electro- niveles de la cisterna, simulando que está vacía. Verifico que no arranque la bomba en modo automático. Retiro el óxido que se forma en los electrodos con una lija fina de agua.
7. Verifico el estado de la tubería hidráulica a tablero. Que no tenga fugas en las conexiones o esté picada.

### **Mantenimiento Anual:**

1. Para dar servicio a la motobomba limpio interiormente el motor y la bomba. Primero coloco el botón selector y el interruptor del tablero en modo apagado. Los motores deben ser mantenidos limpios, exentos de polvaderas, detritos y aceites. Para limpiarlos se debe utilizar cepillos o trapos de algodón. Si el polvo no es abrasivo, se debe emplear un soplete de aire comprimido, soplando la suciedad de la tapa deflectora y eliminando el acumulo de polvo en las aletas del ventilador. Los restos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con

trapos embebidos en solventes adecuados. La bomba la limpio con el trapo de algodón en toda la superficie.

2. Reviso rodamientos en la bomba y el motor. Reviso que los valeros no genere mucho ruido cuando la bomba está operando.

3. Aprieto tornillería de anclaje y nivel. Los alinee y nivel en su base y sujeto con su respectivo coplee.

4. Verifico las conexiones del motor. Conecto las puntas del motor a las líneas de alimentación, cierro su tapa de conexiones. Me fijo que queden bien aisladas para evitar un corto circuito.

5. Reviso que no tenga fugas de agua en el sello mecánico.

6. Aplico pintura azul metálico en el motor y verde en la bomba, como se muestra en la figura 3.16.



**Fuente: Elaboración propia. (2020)**

### **3.16 Aplicación de pintura a Bomba Jockey**

## II. Tubería instalada



Fuente: Elaboración propia. (2023)  
Fig. 3.17 Tubería de circuito

### Mantenimiento Semestral:

1. Realizo un recorrido a todo el circuito. En el observo si existen fugas, en la parte techada si existen filtraciones que puedan afectar a la tubería, como aparece en la figura 3.17, pueda estar picada.
2. Observo si los soportes y las abrazaderas están en buen estado, y que no haya soportes desoldados, desatornillados de la pared, o exista una filtración que pueda afectarlos y sea necesario reubicarlos.
3. Elaboro y entrego un reporte de inspección. Aquí anoto el número de soportes que están dañados e incluyo los tramos de tubería, para su reparación.

### Mantenimiento Anual:

1. Quito óxido de la superficie con un cepillo de alambre y lija de agua. La pintura que ya está desprendida, la retiro, y la que queda firme, adelgazo la capa con la lija de agua. Paso un trapo por la superficie para retirar el polvo.
2. Lavo la tubería con agua y jabón para que no tenga suciedad y poder aplicar la pintura.
3. Aplico primario en la tubería dañada. Donde está muy oxidado y la capa de pintura se empieza a levantar lijo perfectamente, limpio y posteriormente aplico una capa de primario.
4. Aplico pintura color rojo fuego rebajada con un poco de thinner para que se pueda aplicar de una forma uniforme con la brocha y pueda proteger de la corrosión.



### **Mantenimiento Bianual:**

1. Retiro tapas en trincheras. Las tapas están hechas de cemento y pesan bastante. Utilizamos barretas para poder apoyarnos y poder levantarlas. Con uno de los extremos de la barreta, meto la punta por la ranura que existe entre la tapa y el riel. Haciendo palanca levanto la tapa por uno de sus extremos. La desplazo y la dejo por un lado de la trinchera.

2. Limpio los rieles con un cepillo, las tapas, tubería y trinchera (lavo con agua jabonosa y lijo partes requeridas). Con una brocha de 4” retiro el polvo del riel y la tapa. Con un cepillo, sacudo el polvo de la tubería, abrazaderas y soportes, como aparece en la figura 3.18. Junto la tierra y la basura con el cepillo que se acumula en el fondo de la trinchera y lo saco con un recogedor.



**Fuente: Elaboración propia. (2023)**

**Fig. 3.18 Tubería en trinchera**

3. Aprieto tornillería en las bridas.

4. Pinto las tapas, rieles y la tubería en trinchera.

### **Mantenimiento Bianual:**

1. Limpio la tubería aérea. Con un trapo retiro el polvo de la superficie, y con una brocha de 2” en la parte de los soportes y las abrazaderas.

2. Aprieto la tornillería en las bridas.

3. Pinto la tubería y los soportes. Con pintura color rojo fuego.

### III. Soportería



Fuente: Elaboración propia. (2023)  
**Fig. 3.19 Soporte**

#### Mantenimiento Trimestral:

1. Reubico los soportes cuándo están vencidos, rotos o existe humedad en las paredes donde están colocados.
2. Instalo las abrazaderas faltantes que sujetan la tubería sobre el soporte.

### IV. Gabinetes y mangueras



Fuente: Elaboración propia. (2023)  
**Fig. 3.20 Gabinetes y Mangueras**

### **Mantenimiento Trimestral:**

1. Reviso en cada uno de los gabinetes, como el que aparece en la figura 3.19, los cristales, mecanismos, soportes, válvulas de globo, manguera, chiflón, volante, llave de acoplamiento y estado general del gabinete. Los gabinetes deben contar con todos sus accesorios y estar en buen estado.
2. Instalo los faltantes (mangueras, vidrios, etc.)
3. Elaboro reporte y registro de inspección. Levanto un reporte en caso de que falten accesorios y puedan ser remplazados. En caso necesario elaboro un acta administrativa. El acta debe constatar, si es el caso, que el equipo ha sido averiado o saqueado por circunstancias ajenas al mismo.

### **Mantenimiento semestral:**

1. Realizo limpieza profunda con agua y jabón. Lavo con agua, jabón y un cepillo o fibra para poder retirar toda la suciedad acumulada.
2. Lubrico los boquereles, chapas, bisagras y mecanismos. Los boquereles los abro y cierro en varias ocasiones. Retiro el polvo con un trapo, coloco aceite en el boquerel hasta que quede bien lubricado.
3. Desacoplo la manguera y abro la válvula de globo que está en el gabinete. El agua que permanece estancada ahí por algún tiempo tiene sedimentos que ocasionan que la válvula no pueda cerrar correctamente que tape uno de los accesorios y es necesario desalojarlos abriendo la válvula totalmente y salga toda el agua sucia. Se cierra hasta que salga totalmente clara y no quede nada de goteo.
4. Verifico el correcto funcionamiento de la válvula (no tenga fugas de agua).
5. Coloco los faltantes que haya en el hidrante (manguera, boquerel, volante de válvula, etc.).

### **Mantenimiento Anual:**

1. Sustituyo los gabinetes cuando estos se encuentran en malas condiciones desoldados u oxidados. Existen dos formas de fijar los gabinetes. Se fijan con tornillos y taquetes de expansión o con anclas que son disparadas con una pistola de impacto, es la forma más sencilla y rápida.

**Mantenimiento Anual (gabinete interno):**

1. Sustituyo los gabinetes oxidados y en mal estado. Los gabinetes internos se encuentran dentro los edificios, naves o almacenes. Por lo general estos gabinetes casi no sufren daño por corrosión, pero cuando es necesario se tiene que cambiar. Estos gabinetes están anclados con tornillos, para retirarlos se tienen que quitar los tornillos con sus arandelas que los sujetan, y se coloca el nuevo fijándolo otra vez con sus mismos tornillos si estos se encuentran en buen estado.

**Mantenimiento Anual:**

1. Verifico el estado actual de las mangueras (rota, cortada, que este flexible y que no estén dañados los acoplamientos a lo largo de la manguera).
2. Elaboro y entrego un reporte de la revisión. Elaboro un reporte notificando cuantas son las mangueras que se encuentran en mal estado y donde se localizan para sustituirlas.
3. Si es necesario levanto un acta administrativa en caso de que hayan sido dañadas ajenas a su operación.

**Mantenimiento Bianual (gabinete interno):**

1. Ajusto las puertas. Primero saco los accesorios del gabinete para empezar a trabajar, observo que la puerta cierre adecuadamente si es necesario ajusto el mecanismo que permita cerrar sin ningún problema.
2. Quito el óxido con cepillo de alambre, y la pintura que ya está levantada.
3. Lijo el gabinete para retirar la pintura vieja que le queda y el óxido.
4. Aplico primario en zonas donde queda sin pintura y se ve el metal descubierto.
5. Diluyo la pintura con un poco de thinner y la aplico con una brocha de 2" o 4" hasta cubrir perfectamente. Cuando seque la pintura se le vuelven a colocar los accesorios del gabinete (manguera, boquerel, llave de acoplamiento, etc.).

## Válvulas de ángulo



Fuente: Elaboración propia. (2023)  
Fig. 3.21 Válvula de ángulo

### Mantenimiento Bimestral:

Cambio el empaque en la válvula de ángulo, como la que aparece en la figura 3.21. Estas válvulas también se conocen como válvulas de globo por la forma que tienen. Estas válvulas están dentro de los gabinetes. Como siempre debe existir presión en la tubería, hay que seccionar con la válvula de compuerta donde se va a trabajar, enseguida quito la válvula que tiene cuerda, por lo que se retira con una llave Stilson de 14" girándola hacia la izquierda, ya afuera se retira el vástago girándola igual hacia la izquierda. Después retiro una tuerca con una llave española de  $\frac{5}{16}$ " que sujeta el empaque y lo sustituyo por uno nuevo, vuelvo a colocar el vástago en la válvula, y coloco la válvula en el niple de 2" del hidrante. Debo tener precaución de dejar bien cerrado el volante de la válvula, para terminar, cierro la puerta del gabinete. Ya que haya concluido vuelvo a presurizar.

## Válvulas de seccionamiento (red húmeda)



Fuente: Elaboración propia. (2023)  
**Fig. 3.22 Válvula de seccionamiento.**

### **Mantenimiento Trimestral:**

1. Verifico apertura y cierre en la válvula de seccionamiento, como la que aparece en la figura 3.22. Abro y cierro para saber si está muy dura, observo si tiene algún faltante.
2. Limpio las válvulas y lubrico el vástago. Lavo con cepillo, agua y detergente para remover el polvo y tierra existente. Por último, lubrico el vástago con una aceitera.
3. Verifico que no exista goteo. Si veo que cuando abro y cierro las válvulas, queda con goteo, y no se quita cuando se cierra hasta el tope, aprieto las tuercas de prensaestopas.

### **Mantenimiento Anual:**

1. Para dar servicio a la válvula de compuerta, retiro los tornillos y desacoplo el vástago de la válvula.
2. Limpio el exterior de la válvula.
3. Cambio los empaques de la válvula (o cambio de válvula)

4. Aplico pintura en caso que lo requiera. Si la válvula le falta pintura o tiene partes oxidadas, es necesario lijar y pintar para protegerla de la oxidación.

### **Tomas siamesas**



**Fuente: Elaboración propia**  
**Fig. 3.23 Toma siamesa**

### **Mantenimiento Semestral:**

1. Inspecciono que las tomas siamesas, como la que aparece en la figura 3.23, se encuentren en buen estado y sin faltantes. Como se encuentran del lado de la calle llegan a sufrir saqueos u obras de vandalismos.
2. Si cuento con los repuestos, coloco los faltantes, sino se los solicito a mi supervisor.

### **Pruebas al equipo en coordinación con el departamento de seguridad**

#### **Mantenimiento Semestral:**

1. Realizo pruebas hidrodinámicas con personal de Seguridad e Higiene en la casa de máquinas. En un lapso de 20 min, observo en el manómetro si baja la presión, y se toma nota. A continuación, realizo las pruebas de arranque y paro en modo Automático en cada una de las bombas. Inicio con la bomba Jockey y coloco el botón selector de su tablero en Automático. Las otras las dejo Fuera. Abro la válvula de recirculación moderadamente para que empiece a bajar la presión, y cuando arranque la bomba la cierro inmediatamente. Reviso el manómetro en que presión arranca y en cuál para. Esta debe arrancar en  $6 \text{ kg/cm}^2$  y parar en  $7.5 \text{ kg/cm}^2$ . A continuación realizo la misma prueba con la Bomba Eléctrica la cuál arranca en  $5 \text{ kg/cm}^2$  y para

en  $7.5 \text{ kg/cm}^2$ . La Bomba de motor de combustión interna arranca en  $4 \text{ kg/cm}^2$  y para en  $7.5 \text{ kg/cm}^2$ . Tomo las lecturas de los manómetros que están colocados en el cabezal de las bombas para conocer la presión de arranque y paro de las motobombas. Demuestro que los tableros de las bombas funcionan en “Automático” y “Manual” con el botón selector. Cuando se coloca en modo Manual siempre debe arrancar, sin importar en que presión se encuentre, y también se salta la protección de bajo nivel de la cisterna.

2. Realizo pruebas a dos hidrantes, uno cercano y otro hasta el final del circuito. También pruebo dos hidrantes simultáneamente con la ayuda de un compañero, se mide la distancia que lanza el chorro de agua, que no debe ser menor a 30m en un hidrante y 25m en dos hidrantes.

3. El personal de Seguridad e Higiene llena un reporte de las pruebas realizadas. Se anota los nombres y firmas de los que asistimos a la prueba. Al final nos entregan una copia, que hacemos llegar a nuestra jefatura. Estas pruebas son para saber si nuestro equipo está en óptimas condiciones y que deficiencias pueda tener para corregirlas.

El mantenimiento preventivo diario que realizo lo reporto en un formato donde incluyo mi asistencia por la parte frontal. En la parte de atrás reporto el trabajo de realice ese día, también el material que utilice para realizar el trabajo y en dado caso que no haya tenido el material completo, hago una nota de requerimiento.

El mantenimiento correctivo consiste en atender las fallas que nos reporta el DCO. Las fallas no solo pueden consistir en la parte del mantenimiento que me corresponde en el día. Cuando me toca atender una falla en la línea, busco una solución rápida, o dejar fuera de servicio el equipo hasta que en el turno de la noche pueda realizar el trabajo, y que no afecte el servicio a los usuarios.

Cada falla que me reportan le doy prioridad por encima del mantenimiento preventivo, y lo reporto junto con el mantenimiento diario. Lo asiento en el reporte con el número de falla, la maniobra que realice y el material que utilice.



## **CAPITULO 4**

### **PROPUESTAS DE MEJORAS**

El taller de Ticomán tiene más de 35 años de existencia. Sus instalaciones tienen el mismo tiempo y no han sido modernizadas, al igual que el equipo de la red contra incendio ya cumplió su vida útil el equipo.

Hacen falta colocar más Tomas Siamesas que suministren el agua de los carros cisterna de los bomberos en caso de que se agote de la cisterna. También faltan hidrantes en la parte de la franja, lugar donde se desechan materiales en desuso, por ejemplo, las llantas de los trenes que son inflamables. Se requiere instalar válvulas de purga de aire distribuidas en las partes elevadas de la red,

En el almacén de materiales nuevos que se encuentra en el taller existe un sistema de extinción (Riser) que no está en operación, en caso de un conato de incendio. Es muy necesario volver a ponerlo en operación, ya que lleva más de 20 años sin funcionar. Se encuentran materiales inflamables y sustancias solventes.

Aunque el equipo esté en funcionamiento requiere modernizarse, porque hay refacciones que ya no se encuentran en el mercado. Los tableros de control electromagnético deben de sustituirse por los de PLC, que son los que se instalaron en la línea 12, que fue la última en construirse y son lo más moderno. Las dimensiones de las motobombas modernas son menores, y tienen la misma capacidad, en cuanto a peso y tamaño. En la tubería existen otro tipo de acoplamientos para unir, conexiones Victaulic, que es más rápido y sencillo.

La inversión es grande, pero si consideramos la importancia que tiene la red contra incendio, para evitar pérdidas humanas y materiales. No se debería escatimar los recursos y podemos evitar que un incidente se salga de control y pueda ser catastrófico. Por eso es necesario que el equipo se modernice y este en óptimas condiciones. En primera para salvaguardar las vidas de los millones de usuarios y también las instalaciones. Por estas razones es importante que este 100% operable.

El sistema de red húmeda no existe en todas las líneas del STC y sería conveniente que todas lo tuvieran. En algunas líneas hay red húmeda y en otras hay red seca, pero hay excepciones como sucede en línea 4 y línea 5. No por ser las líneas con menos afluencia, quiere decir que no requieren de un sistema contra incendios, solo cuentan con extinguidores.

En algunas estaciones existen demasiados comercios y es un peligro porque muchas veces no cuentan con una instalación eléctrica adecuada para la cantidad de aparatos y alumbrado con que cuentan, se convierten en un riesgo de incendio, y no existe un sistema contra incendio adecuado que proteja estas áreas y a los usuarios que circulan por ahí.

Cuando ingresamos al STC nos piden un nivel de conocimientos de acuerdo al área que se va a ingresar. Existe poca capacitación para sus técnicos, y si el trabajador no cambia de turno o área difícilmente tendrá contacto con otros equipos, y sus conocimientos se estancan. Nos especializamos en una sola área. Nos deben rolar para que tengamos otras funciones diferentes.

El mantenimiento preventivo es para prevenir una posible falla, pero pocas veces contamos con las refacciones, el mantenimiento preventivo se convierte más en correctivo. Sugiero que se asignen más recursos a nuestra área para poder mantenerla operando y salvaguardar la vida de los millones de usuarios que a diario utilizan este sistema de transporte, que es el más importante de la zona metropolitana.

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES**

Los conocimientos adquiridos al estudiar la carrera de I.M.E. fueron de gran utilidad para ingresar al área donde me encuentro laborando. Para contestar el examen teórico, requería tener conocimientos en temas de Motores Eléctricos, Motores de combustión interna, Electrobombas, electricidad residencial, Control de motores, Refrigeración y Aire Acondicionado, etc.

También puedo entender los diagramas de control de motores, el funcionamiento de los motores de C.I. así como sus componentes, tomar lecturas de voltaje, amperaje, manejar lecturas de presión en los manómetros que tenemos en el cabezal de las electrobombas. Aunque en la carrera no se ven cosas de mantenimiento considero que sería bueno tener un poco de conocimiento como dar mantenimiento a un motor eléctrico, ver algo de embobinados, motores de C.I. a gasolina y diésel. La función de un ingeniero pienso yo, no sería como tal el de dar mantenimiento, sería más de un técnico, pero considero que es importante tener el conocimiento teórico como practico.

## **BIBLIOGRAFIAS**

Ing. Mónica García Colín y Ing. Moisés Oteo Caraveo. (2002). Manual de Capacitación de la Red Contra Incendios. STC Metro. INCADE.

Ing. Rogelio García y Ing. Marco Viramontes Orellana. (1996). REHABILITACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE CO2 EN PCC 1. STC Metro. INCADE.

COMITÉ NACIONAL DE CAPACITACION. (s.f.). MANUAL DE PREVENCION, COMBATE Y EXTINCION DE INCENDIOS. CRUZ ROJA MEXICANA.

NORMA OFICIAL MEXICANA-105-STPS-1994. (1995). SEGURIDAD-TECNOLOGIA DELFUEGO-TERMINOLOGIA.

MOGEL CONSTRUCCIONES. (1996). MANUAL DE CAPACITACION SOBRE EL SISTEMA CONTRA INCENDIO EN EL EDIFICIO PCC 1.

Ing. Mónica García Colín. (2000). TESIS: SISTEMAS CONTRA INCENDIO EN EL TRANSPORTE COLECTIVO METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Weber Barrón C. (2007). MANUAL DE CURSO DE AFINACION DE MOTORES DE VW. STC Metro. INCADE.

STC. Metro. INCADE. (1990). CURSO DE TABLERO DE CONTROL ELECTROMAGNETICO DE MOTORES.

STC. Metro. INCADE. (2007) MANUAL DE CURSO CONTROL DE MOTORES.

ING. Mónica García Colín. (2017). PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE LA RED CONTRA INCENDIO DEL STC METRO.

Web, C, 2. (2021, 10 enero).

Así ocurrió el incendio en el “Cerebro” (PCC 1) del Metro CDMX. NOTICIAS | Capital  
21. <https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticia/?p=7583>

