


Ciudad Obregón, Sonora, a 17 de Junio de 2013.

Instituto Tecnológico de Sonora  
Presente.

El que suscribe Karem González Castro, por medio del presente manifiesto bajo protesta de decir verdad, que soy autor y titular de los derechos de propiedad intelectual tanto morales como patrimoniales, sobre la obra titulada "Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) en una mina de extracción de cobre", en lo sucesivo "LA OBRA", misma que constituye el trabajo de tesis que desarrolle para obtener el grado de Licenciatura en ésta casa de estudios, y en tal carácter autorizo al Instituto Tecnológico de Sonora, en adelante "EL INSTITUTO", para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios del objeto del Instituto, es decir, sin fines de lucro, por lo que la presente autorización la extiendo de forma gratuita.

Para efectos de lo anterior, EL INSTITUTO deberá reconocer en todo momento mi autoría y otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente de LA OBRA.

De igual forma, libero de toda responsabilidad a EL INSTITUTO por cualquier demanda o reclamación que se llegase a formular por cualquier persona, física o moral, que se considere con derechos sobre los resultados derivados de la presente autorización, o por cualquier violación a los derechos de autor y propiedad intelectual que cometa el suscrito frente a terceros con motivo de la presente autorización y del contenido mismo de la obra.

Karem González Castro   
(Nombre y firma del autor)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA  
Educar para Trascender

# “Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) en una mina de extracción de cobre”

## Tesis

que para obtener el título de  
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Presenta

Karem González Castro

Navjoa, Sonora;

Junio de 2013

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis padres, gracias por darme un futuro y guiarme hacia la dirección correcta sin ustedes hoy no sería lo que soy, a mi familia gracias por todo su amor y apoyo.

A mis maestros y revisores por aportar cada uno de sus conocimientos y hacer este trabajo aún mejor enriqueciéndolo y llevarlo a cabo de la mejor manera.

Al departamento de Mantenimiento Planta, que sin ellos esto no hubiera sido posible y por enriquecer mis conocimientos y brindarme la oportunidad de trabajar con ellos.

Por último pero no menos importantes, a mis amigos que nunca me abandonaron y estuvieron a mi lado y no me dejaron caer en ningún momento.

¡Gracias a cada uno de ustedes, este logro, este sueño va por todos ustedes, desde lo más profundo de mi corazón!

## AGRADECIMIENTOS

Las personas más importantes en mi vida son mi son padres, gracias por siempre haber estado a mi lado toda mi trayectoria académica, por brindarme su apoyo y de igual manera agradecerles de haberme dado esta gran oportunidad de obsequiarme este último sueño y siempre haber creído en mi al igual que a toda mi familia a cada uno de ellos por apoyarme y darme todo su amor estando a mi lado siempre.

A cada uno de mis maestros que a lo largo de esta gran etapa, me brindaron de sus conocimientos y siempre mostraron de toda su disposición por enriquecerlos, a mi maestro asesor y revisores por apoyarme en cada una de las etapas en las que se fue desempeñando el proyecto y guiarme.

A mis amigos que de igual manera siempre me acompañaron y compartieron tantos momentos juntos, convirtiendo cada momento especial haciendo cada instante difícil en algo más agradable.

Por último al área de Planeación en el departamento de Mantenimiento Planta en Cobre del Mayo, por su brindarme esta oportunidad en especial a la Ing. Milagros Esquer Castro que me brindó su apoyo conocimientos y tiempo e hizo posible esto.

No queda más que decirle a todos y cada uno de ellos gracias, gracias de todo corazón por siempre creer en mí y estar a mi lado en este momento tan importante de mi vida. ¡GRACIAS!

*“Las grandes obras son hechas no con la fuerza, sino con la perseverancia”*

*-Samuel Johnson*

## RESUMEN

Las organizaciones han ido creciendo rápidamente los últimos años, las industrias están en busca de la mejora continua, vislumbrándose así como los líderes del mercado buscando así abarcar gran parte del mismo.

Todas y cada una de las organizaciones cuentan con un departamento de mantenimiento, el cual es tan importante como los demás que conforman la empresa, ya que gracias a éste, es posible contar con equipos en las condiciones adecuadas, acorde a los requerimientos del proceso, además de contar de con máquinas confiables, disponibles y así como la mantenibilidad de los mismos además de la seguridad que se brinda al operador que trabaja en ellas gracias a los correctos mantenimientos preventivos que se realizan, todo esto permite contar con un proceso continuo y productos de calidad.

La metodología utilizada en la mina Cobre del Mayo S.A de C.V fue Mantenimiento Productivo Total (TPM), ya que se detectó en el área de Planeación del departamento de Mantenimiento Planta la falta de medición de indicadores que requiere de condiciones óptimas para lo cual es necesario establecer la medición de diversos indicadores que ayudan conocer la situación que se esté viviendo en sus diversos equipos, para la toma de decisiones correspondiente.

Llevar a cabo la metodología de TPM arrojó resultados significativos para el área de Planeación descubriendo la importancia del seguimiento debe llevarse a cabo para indicadores por sus siglas en inglés: OEE, MTBF, MTTR y TRMP. Con la ayuda de estos indicadores se descubrió la importancia de la medición de estos indicadores ya que se obtuvo un mejor control en la planeación de mantenimientos, conocer la situación actual que se estaba viviendo además de una nueva manera de trabajar con el recurso humano que labora en el departamento.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes. ....	1
1.2 Planteamiento del Problema. ....	4
1.3 Objetivo. ....	5
1.3.1 Objetivos específicos. ....	5
1.4 Supuesto de la investigación.....	5
1.5 Justificación.....	6
1.6 Limitaciones del estudio. ....	6
1.7 Delimitaciones.....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Minería en México.....	7
2.2 Sector Minero en el Estado de Sonora. ....	9
2.3 La Minería Regional. ....	12
2.4 Mantenimiento en la Industria. ....	13
2.5 La Evolución del Mantenimiento. ....	15
2.6 TPM. ....	18
2.6.1 Ventajas.....	19
2.6.2 Debilidades.....	21
2.7 Fases de Implementación.....	21
2.8 Pilares del TPM.....	24
2.9 Indicadores.....	25
2.10 Las 3 “Y”. ....	27

CAPÍTULO III .....	29
MÉTODO Y MATERIALES.....	29
3.1 Sujeto Bajo Estudio.....	29
3.1.1 Descripción del Proceso. ....	29
3.1.1.2 Lixiviación. ....	29
3.1.1.3 Extracción por Solventes (SX).....	30
3.1.1.4 Equipo Utilizado.....	32
3.2 Materiales.....	39
3.3 Procedimiento. ....	40
CAPITULO IV .....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1 Obtención de la información.....	46
4.2 Aplicación del TPM. ....	46
CAPÍTULO V .....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
5.1 Conclusión. ....	47
5.2 Recomendaciones .....	74
BIBLIOGRAFÍA .....	76
ANEXOS .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pasos para la Implementación del TPM .....	21
Tabla 2. Equipos del Área de Electrodeposición (EW) .....	32
Tabla 3. Equipos del Área de Extracción (SX) .....	33
Tabla 4. Equipos del Área de Tanques (Tk) .....	34
Tabla 5. Equipos del Área de Pilas .....	36
Tabla 6. Equipos del Área de Suministro de Agua .....	38



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. México en la Producción Mundial.....	9
Figura 2. Principales Centros Mineros .....	10
Figura 3. Proceso Utilizado en Cobre del Mayo. ....	13
Figura 4. Evolución de la Gestión del Mantenimiento .....	17
Figura 5. Mantenimiento Productivo Total.....	18
Figura. 6 Cinco Pilares del TPM.....	24
Figura. 7 Esquema Cíclico (Concepto de anillos) del Proceso.....	31
Figura. 8 Plan Maestro del Desarrollo del TPM.....	43
Figura. 9 Disponibilidad del Área de EW .....	49
Figura 10. Disponibilidad del Área de SX.....	50
Figura 11. Disponibilidad Semanal del Área de Tanques.....	50
Figura 12. Disponibilidad Semanal del área de pilas.....	51
Figura 13. Disponibilidad Semanal del Área de Suministro de Agua .....	51
Figura 14. Confiabilidad del área de EW .....	54
Figura 15. Confiabilidad del área de SX.....	55
Figura 16. Confiabilidad del área de tanques .....	55
Figura 17. Confiabilidad del área de pilas .....	56
Figura 18. Confiabilidad del área de suministro de agua .....	56
Figura 19. MTTR Caldera Parker .....	58
Figura 20. MTTR Desferradora .....	59
Figura 21. Grúa 10 Tons .....	59
Figura 22. MTTR Grúa 2 Tons .....	59
Figura 23. MTTR Rectificador 1 .....	60
Figura 24. MTTR Rectificador 2 .....	61
Figura 25. MTTR Bomba 101 Succión Ácido a Tanque de Curado.....	61
Figura 26. MTTR Bomba 102 Succión Ácido a Tanque de Curado.....	61
Figura 27. MTTR Bomba Vertical 14.....	62
Figura 28. MTTR Bomba Vertical 15 .....	63
Figura 29. MTTR Bomba Vertical 16.....	63

Figura 30. Bomba Vertical 17 .....	63
Figura 31. MTBF Caldera Parker .....	64
Figura 32. MTBF Desferradora.....	65
Figura 33. MTBF Grúa 10 Tons.....	65
Figura 34. MTBF Rectificador 1.....	66
Figura 35. MTBF Rectificador 2.....	66
Figura 36. MTBF Bomba 101 Succión Ácido a Tanque de Curado.....	67
Figura 37. MTBF Bomba 102 Succión Ácido a Tanque de Curado.....	67
Figura 38. MTBF Bomba Vertical 14 .....	68
Figura 39. Bomba Vertical 15 .....	68
Figura 40. Bomba Vertical 16 .....	68
Figura 41. Bomba Vertical 17 .....	69
Figura 42. Tasa de Realización de Mantenimiento .....	70
Figura 43. Evaluación Horas Hombre .....	71

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes.**

Durante muchas décadas las empresas han buscado la manera de aumentar su capacidad de producción lo cual día a día las ha llevado a la mejora de su eficiencia, a su vez han ido buscando de manera continua tener el menor número de despilfarros y en lo posible, eliminar todo aquello que no agregue valor al producto y proceso.

Con el paso del tiempo han aparecido distintos sistemas de gestión, éstos han permitido un progreso en la eficiencia en los sistemas productivos los cuales han

integrado la gestión de equipos y medios de producción orientándose así a la máxima eficiencia a través de una serie de actividades de mantenimiento.

Estas actividades orientan a la ejecución de tareas de producción dirigidas al mantenimiento del equipo como son: la limpieza y prevención de fallos dado que es menos costoso y más eficiente, que confiar estas tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos operados en producción al departamento de mantenimiento, ya que no hay nadie como el propio operador que tiene contacto con la máquina durante el proceso, ellos conocen cuándo y cómo hacer este tipo de tareas y chequeos, sin tener pérdidas de tiempo siempre y cuando recordar motivar, formar y entrenar adecuadamente al personal.

El Mantenimiento Productivo Total (o por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance, TPM*) es una filosofía originaria en Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros de calidad y costes en los procesos de producción.

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de: control de calidad, ciclo Deming entre otros conceptos de *management* americano.

En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto *Kaizen* o de mejora continua. Esto significó que la función de mantenimiento no sólo era corregir las averías, sino mejorar la fiabilidad de todos los equipos existentes en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

El progreso de las acciones de mejora llevó a crear el concepto de prevención de mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: construcción, diseño y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

La primera empresa en introducir todos estos conceptos fue: Nippon Denso Co. Ltd. en 1971, empresa proveedora del sector automovilístico. Se dice que el efecto de la implantación de estrategias de *Total Quality Management* hizo que el TPM se desarrollara en esta empresa ya que también se destacó como una de las empresas pioneras en la aplicación de principios como *Hoshin Kanri Daily Management* y *Cross Functional Management* que son característicos de modelos avanzados del TQM.

A Nippon Denso Co. Ltd. se le reconoció con el premio de excelencia empresarial que más tarde se transformó en el premio PM (Mantenimiento Productivo). Para el desarrollo del PM de ésta empresa, el *Japan Institute of Plan Engineers* (JIPE) apoyó y ayudó a desarrollar el modelo de mantenimiento. Posteriormente el JIPE se transformaría en el *Japan Institute of Plan Maintenance* (JIPM) organización líder y creadora de los conceptos TPM.

El JIMP ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que dicha metodología ha logrado cubrir los aspectos de un negocio. Se conoce como el modelo de tercera generación donde más que mantener el equipo se orienta a mejorar la productividad total de una organización. TPM no es aplicar Cinco Eses e informatizar la gestión de mantenimiento como algunos creen. El modelo JIPM moderno pretende que una organización sea dirigida dentro del concepto de mantener, hacer uso adecuado de todos los recursos de una organización.

En la década de los ochenta se introdujo el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) como parte del modelo TPM. El aporte del sistema RCM (*Reliability Center Maintenance*) o mantenimiento centrado en la fiabilidad ayudó a mejorar la eficiencia de las acciones preventivas de mantenimiento.

El TPM ha progresado muy significativamente y continuará beneficiando de los desarrollos recientes de las telecomunicaciones, tecnologías digitales y otros modelos emergentes de dirección y tecnologías de mantenimiento.

Posiblemente en los siguientes años se incorporen al TPM modelos probados de gestión de conocimiento, nuevos sistemas económicos y financieros, tecnología para el análisis y estudio de averías automático y nuevos desarrollos.

En Cobre del Mayo se busca como finalidad que la aplicación del TPM contribuya especialmente en el área de mantenimiento planta y producción, ayudando a tener un mejor registro y control de las fallas, maximizando la duración de los equipos, la fiabilidad, seguridad del trabajador.

## **1.2 Planteamiento del Problema.**

El implementar un Sistema de Mantenimiento Productivo Total, ya sea en industrias de sector textil, automovilístico, químicas, alimenticio trae consigo un avance de mejora continua dentro de las instalaciones. El TPM dentro de las industrias se busca lograr los tres ceros que son: cero defectos, cero despilfarros y cero averías.

Dentro del departamento de Mantenimiento Planta, existe el propósito de lograr llevar la medición de distintos indicadores como son la eficiencia global, el MTTR y MTBF así como la Tasa de Realización de Mantenimiento Planificado (TRMP).

Dado que esto no existe dicho control, el personal que labora en el departamento se ven afectados por la falta de medición de estos indicadores, al no contar con historiales o registros específicos de estos, se presentan complicaciones futuras, por lo que no se cuenta con registros de eficiencia, confiabilidad, disponibilidad. De aquí es donde surge el siguiente cuestionamiento: ¿La aplicación de un TPM podrá cumplir con la tarea de contar con registros de dichos indicadores así como la mejora de los ya existentes?

### **1.3 Objetivo.**

El presente estudio tiene como objetivo disminuir mantenimientos correctivos, contando con mejores reportes, medir la tasa de realización de mantenimiento programados en general y por supervisor, medir los tiempos medios entre fallas (MTBF) y los tiempos medios entre respuesta (MTTR) al igual para llevar el control de la medición de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos del proceso, siendo el TPM la herramienta que nos servirá de ayuda para el lograr nuestro objetivo, para mejorar la planeación y control de mantenimientos siendo así un departamento que está en busca de la mejora continua día a día.

#### **1.3.1 Objetivos específicos.**

- Elaborar formatos para las órdenes de trabajo pendientes, asignándoselas así a cada supervisor.
- Unificación de la base de datos, para contar con mejores filtros y control de la información.
- Inculcar la cultura al trabajador sobre la importancia de colaborar con las distintas actividades y el buen registro de sus trabajos.

### **1.4 Supuesto de la investigación.**

La aplicación de un Mantenimiento Productivo Total permitirá medir y mejorar los indicadores tales como la eficiencia global del equipo, tiempos medios entre respuesta, tiempos medios entre fallas al igual que la tasa de realización de mantenimiento planificado en el departamento de Mantenimiento Planta; para la correspondiente toma de decisiones.

### **1.5 Justificación.**

El interés de llevar a cabo esta metodología, consiste en aumentar la eficiencia y durabilidad de los equipos, disminuyendo los gastos que implican la reparación de averías.

Se presente analizar la base de datos definiendo los tipos de mantenimiento, fallas más repetitivas y así poder definir rápidamente formatos llevándolos a la práctica y comenzar a llevar un historial de dichos sucesos.

Así tanto mantenimiento planta y producción se verán beneficiados, el primero al contar con una buena base de datos de los mantenimientos (preventivos, autónomos, correctivos) realizados, elaboración de buenos reportes, y el segundo en inculcar una nueva cultura de trabajo al trabajador demostrándole la importancia de su contribución y se involucren más en el proceso y no sólo piensen en “mi trabajo sólo es producir”.

### **1.6 Limitaciones del estudio.**

Las limitaciones del proyecto lograr convencer al trabajador en llevar a cabo actividades según ellos no es su trabajo, hay personal que no cuenta con estudios y no saben expresarse, y el tiempo disponible para llevar a cabo el proyecto.

### **1.7 Delimitaciones.**

Las delimitaciones del proyecto son el área de mantenimiento planta, que tiene bajo cuidado las aéreas de: electrodeposición, patios, tanques, pilas y suministro de agua.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Minería en México.**

Nuestro país cuenta con grandes riquezas naturales, una de ellas lo son los minerales; la minería es uno de los aspectos que más han influido en la historia económica de nuestro país, puesto que lo han colocado en un primer plano en el contexto mundial

Desde hace mucho tiempo las actividades extractivas en México han estado sujetas a los intereses y al patrón de desarrollo de otras naciones, el pleno auge del

mercantilismo europeo, el oro y la plata fueron decisivos para la corona española; tres siglos más tarde, el gran desarrollo industrial de la Europa atlántica y de los Estados Unidos requería de otro tipo de minerales que también se encontraban en México y cuya explotación siguió a lo largo del siglo XX (Gutiérrez y González 2005).

La guerra de independencia causó graves problemas en el sector minero, esto ocasionó el abandono temporal de los trabajos lo que ocasionó que hubiera derrumbes, inundaciones, Gutiérrez y González (2005); consideran que los verdaderos causantes del descuido en la actividad extractiva fueron la fuga de capitales hacia el extranjero y la falta de insumos básicos para el proceso de patio: mercurio y hierro.

Dicha rehabilitación requería de grandes inversiones de capital que no existía en el país; por otra parte era necesario ampliar el espectro de los minerales obtenidos, además de la plata, y para poder cerrar este círculo vicioso era necesario importar todas las innovaciones técnicas derivadas de la revolución industrial agravándose así la fuga de divisas del país.

Con el paso del tiempo México ha ido creciendo en este sector, y hoy en día ocupa el tercer lugar sólo después del petróleo y la industria automotriz.

México ocupa el primer lugar mundial en producción de plata; contamos con gran número de minas una de ellas es la más grande y muy rica en plata ubicada en Fresnillo, Zacatecas; la mina de fluorita más grande en el estado de San Luis Potosí; la mina con mayores reservas de cobre en Cananea, Sonora; las salinas más grandes en Guerrero, Baja California Sur.

La dependencia gubernamental denominada ProMexico informó que durante el año 2011 el valor de la producción minera fue de 16,761 millones de dólares, lo cual representó un crecimiento del 46 por ciento con respecto al año anterior. Se estimó

que para el año 2014 se tendrá un crecimiento anual de dos por ciento, el cual dependerá de la producción de cobre de Grupo México.

La Figura 1 muestra el lugar que ocupan los diferentes minerales explotados en nuestro país a nivel mundial.



Figura 1. México en la Producción Mundial

Fuente: ProMexico

## **2.2 Sector Minero en el Estado de Sonora.**

Sonora siendo el segundo estado más grande del país, está dotado de una gran variedad de minerales y cuenta con una larga y colorida historia como estado minero.

El Servicio Geológico Mexicano (2011), dice que la actividad minera en el estado de Sonora, durante los últimos años ha sido la más importante en el ámbito nacional, los niveles de producción en los minerales metálicos, tales como: el cobre y el molibdeno y minerales no metálicos como: el grafito y wollastonita, lo han colocado colocan en el primer lugar nacional, así como el único productor, en molibdeno, grafito amorfo y wollastonita. En 2010 Sonora ocupó el primer lugar a nivel nacional.

En nuestro estado las minas absorben más del dos por ciento de los empleos disponibles, además de que los salarios que se pagan a los trabajadores son los más altos que en cualquier otra industria del estado.

Contamos con un gran número de minas en Sonora, la Secretaría de Economía tiene contemplado 40 sectores mineros, como se puede ver en la Figura 2, de las cuales el 25% corresponde a la producción de oro, el 12% extrae cobre, 2.5% plata, 7.5% sal, 2.5% molibdeno, 7.5% cal, 5% cemento, 7.5% fierro, 10% yeso, 2.5% arcia, 2.5% wollastonita, 5% barita, 2.5% perlita, 5% carbón y el 2.5% grafito.



Figura 2. Principales Centros Mineros  
Fuente: Secretaría de Economía

Se conoce muy poco sobre la historia minera de nuestro estado; según la Secretaría de Economía del estado de Sonora nos dice que el comienzo formal de la minería fue durante el período de la conquista española.

Los primeros asentamientos fueron las misiones jesuitas, cuyo crecimiento fue favorecido gracias por la exploración y explotación de metales preciosos, constituyendo así hoy en día uno de principales ejes de la economía de nuestro estado.

A mediados del siglo XVII (1637), se fundaron los reales de minas de Santiago, San Pedro de los Reyes y Nacatobari en Tuape, así como San Juan Bautista, siendo hoy en día el municipio de Cumpas; y se descubrieron los yacimientos de Nuestra Señora

del Rosario de Nacozari, que llegó a ser el mineral más rica de la provincia de Sonora y Sinaloa.

A principios del siglo XIX se descubrió mineral en San José de Mulatos, famoso por su oro casi puro y se desarrollaron lugares importantes como Hermosillo, La Colorada, Caborca, Rayón, Nacozari, Cananea y Cumpas, entre otros.

En 1910 el movimiento revolucionario y la crisis minera mundial, fueron los causantes de que se detuviera el desarrollo minero, que por consecuencia provocó el retiro de compañías capitalistas, principalmente estadounidenses, que operaban la mayor parte de las minas desde el Porfiriato. Hasta 1914 que debido al conflicto de la Primera Guerra Mundial, mejoraron los precios de metales como: manganeso, oro, plata, cromo, tungsteno, molibdeno, plomo y cobre.

Pero no fue sino hasta la Segunda Guerra Mundial que vino la reactivación minera, debido al gran consumo de minerales y metales, esto implicó un proceso de modernización tecnológica y de ampliación en sus instalaciones mineras, y así poder satisfacer al mercado.

La “Ley de Mexicanización de la Minería” se promulgó en 1961, la cual inició un periodo de intensos cambios, tanto en producción como en la estructura de la propiedad, proceso que fue finiquitado con la adquisición en 1971 de la mina de Cananea.

Después de lo ocurrido años atrás a finales de los años sesentas se observó que gran cantidad de empresas iniciaron trabajos de exploración, construcción, explotación y beneficio. La Compañía Minera de Cananea se amplió así como el inicio de operaciones de las siguientes empresas: Mexicana del Cobre (La Caridad); Compañía Minera Lampazos, en Lampazos municipio de Tepache; Compañía Minera de Cumobabi, en Cumpas; Compañía Minera La Negra y Anexas en San Bernardo (Álamos); y Barita de Sonora, en Mátape.

En la actualidad la minería de Sonora se encuentra en el primer lugar en el contexto nacional, con más de 33 grandes empresas de operación, y a pesar de la gran cantidad de empresas aún siguen quedando gran cantidad de riquezas naturales ocultas en nuestra tierra.

### **2.3 La Minería Regional.**

Nuestra región cuenta minas de extracción de minerales metálicos y no metálicos muy valiosas, entre ellas tenemos cerca del Zapote la Minera Corner Bay, S.A de C.V productora de plata y oro, en Topiyeca y San Juan por Grafitos Mexicanos, S.A de C.V productores de grafito, el Taymuco la empresa Julio Schwarzbech Ramirez productora de yeso y en Piedras Verdes a Cobre del Mayo S.A de C.V productora de cobre.

Cobre del Mayo S.A de C.V ubicada en Piedras Verdes, localizada a 21 km al noroeste de la ciudad de Álamos. Es una mina de explotación de cielo abierto, lixiviación de óxidos de cobre y mineralización de calcosita utilizando trituración selectiva de mineral de más alta ley, extracción por solventes y electrodeposición.

Dicha mina cuenta con un proceso cerrado, lo cual significa que no se desperdicia absolutamente nada y mucho menos contaminación de los suelos.

El proceso inicia con el barrenado y minado del suelo, se recoge el mineral y pasa a trituración, cuando se tiene listo, por medio del equipo de acarreo (que son los yucles) se lleva a patios donde se riega por aspersores de goteo con agua y ácido, el mineral extraído pasa por medio de tuberías hacia las pilas, después por un proceso donde el electrolito se carga, y se forma la solución PLS (*Pregnant Leach Solution*).

Esta solución pasa a las celdas de electrodeposición, esto consiste en una serie de ánodo-cátodo y así sucesivamente, se coloca electricidad y eso provoca que el electrodo de cobre se coloque en el cátodo, formando así la placa de cobre.

Por medio de una grúa viajera se saca la cosecha la cual es lavada con agua a presión por los operadores, después pasan a la desferradora, son colocadas en una cadena transportadora que las pasa por un segundo baño con agua caliente, al salir un gancho las coloca en la cadena transversal y por medio de dos pistones que presionan cada lado de la placa para así desprenderla de la parte superior y son retiradas por completos por medio del cincelado y por último pasa por la cadena transportadora hasta llegar al flejado. En la Figura 3 se aprecia el proceso con el que cuenta Cobre del Mayo.

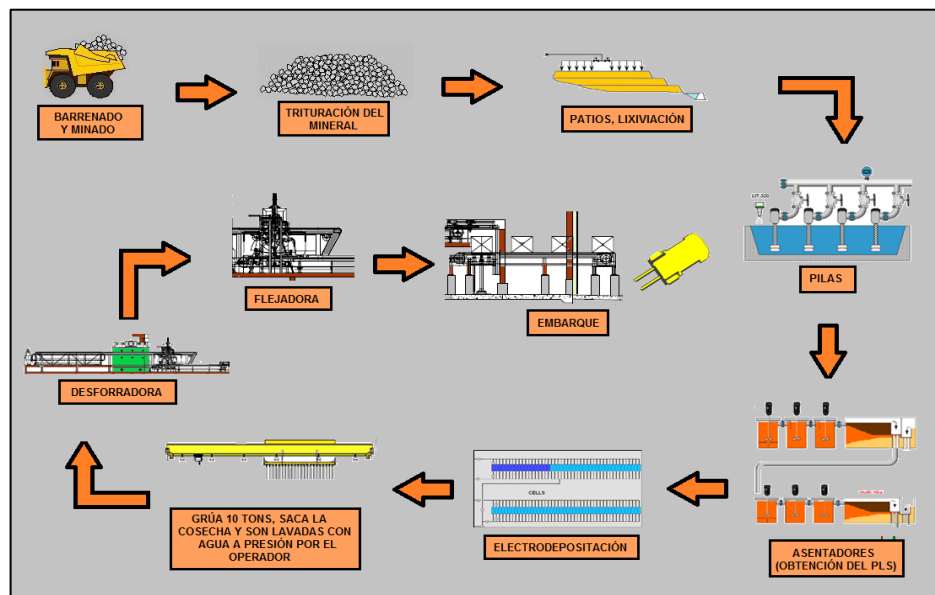


Figura 3. Proceso Utilizado en Cobre del Mayo.

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.4 Mantenimiento en la Industria.

Para poder entender la importancia del mantenimiento en la industria, primero debemos definir ¿Qué es el mantenimiento?, de acuerdo a Garcíaz (2011); se define

habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

En la industria se busca tener el correcto funcionamiento de los equipos de producción, al contar con una buena planeación de los mantenimientos aumentará la disponibilidad, mantenibilidad, fiabilidad del equipo, reducción de costos de mantenimiento, así como la seguridad del área de trabajo para el operador.

Es importante la prevención de futuros fallos, ya que estos ocasionan gran número de tiempos muertos los cuales se ven reflejados en costos de producción, ¿por qué?, porque si por hora una empresa produce 300 mil pesos, y el paro que ocurrió fue por un fallo correctivo y estuvo en paro cuatro horas, se está presentando una pérdida de más de un millón de pesos, lo cual los conduce a reajustar sus planeaciones operativas en general para poder recuperar lo perdido y así poder cumplir con sus objetivos previamente establecidos.

Existen distintos tipos de mantenimiento.

- Mantenimiento correctivo. Estriba en reparar un componente sólo cuando falla por completo (fallo catastrófico) o cuando su costo de servicio es extremadamente alto, es decir, cuando está en su fase de desgaste. El mantenimiento correctivo implica en sistemas muy complejos, donde no hay forma de predecir los fallos. Se entiende que el fallo se hace evidente al operador, es decir, que no queda oculto.
- Mantenimiento preventivo. Consiste en la inspección periódica del aparato o dispositivo y en su reparación o sustitución, incluso aunque no muestren signos de mal funcionamiento. De este modo se intenta conseguir que la tasa de fallos se mantenga constante en la etapa de operación normal o de fallos aleatorios, antes de la entrada en la etapa final de desgaste o envejecimiento.



- Mantenimiento predictivo. Consiste en el análisis de los parámetros de funcionamiento del sistema estudiando su evolución temporal para detectar un fallo antes de que éste provoque consecuencias más graves, evitando así fallas repentinas. Es decir, considera que existe una asociación entre los valores de ciertos parámetros y la evolución de los fallos.
- Mantenimiento programado. Se programan los trabajos de mantenimiento de acuerdo con producción.
- Mantenimiento autónomo. Los operarios están entrenados para realizar trabajos de mantenimiento sencillos engrase, limpieza, sustitución de algún componente de acuerdo con (Creus, 2005).

Es primordial un buen mantenimiento en la organización, ya sea cualquiera de los anteriores, pero que se lleve a cabo adecuadamente, así como llevar una periodicidad correcta del mantenimiento como dicen Montes, Lloret, y López (2006) una misma instalación puede necesitar distintas operaciones de mantenimiento con periodicidad diferentes, por lo que, en general, resulta más correcto determinar la frecuencia de cada una de las distintas operaciones de mantenimiento de una instalación en lugar de precisar la frecuencia global del mantenimiento

## **2.5 La Evolución del Mantenimiento.**

Hoy en día los procesos son cada vez más exigentes, tanto en calidad como en la eficiencia, lo que nos lleva a plantearnos cómo podemos obtener mejoras partiendo de la optimización de la gestión de mantenimiento.

Para lograr el éxito existe en el mercado, el TPM es una de las herramientas fundamentales para lograr la eficiencia y competitividad supone cumplir con las especificaciones de calidad, tiempo y costo de la producción (García, 2011).

Se debe llevar una correcta gestión de la producción y a la vez del mantenimiento de los equipos y así alcanzar los objetivos de calidad, productividad y rendimiento esperados.

Cuatrecasas (2010), dice que el Mantenimiento Productivo Total (TPM) surge como la adaptación del Mantenimiento Preventivo (PM) norteamericano al entorno industrial del Japón, en un momento en que la progresiva complejidad tecnológica de los equipos hace cada vez más difícil que los propios trabajadores de los procesos, es decir, operarios de producción, se ocupen del mantenimiento.

De acuerdo a la filosofía los operarios son responsables de su propio equipo y de su puesto de trabajo, en especial de mantenerlo limpio, en correcto funcionamiento, así como detectar problemas que puedan agravarse a futuro que acarren problemas al equipo y al sistema productivo.

En 1925 ya comenzaba a aplicarse el mantenimiento de manera preventiva para evitar problemas y averías en los equipos de producción, pero no fue sino hasta los años 50's que se extiende su aplicación, entonces se dice el periodo anterior a 1950 se caracteriza por la aplicación del mantenimiento de reparación (o bien se conoce como: mantenimiento correctivo), el cual se basa sólo en la reparación de averías.

A partir de 1950 se comienzan a establecer las bases del Mantenimiento Preventivo (PM), este mantenimiento se introdujo en Japón procedente de Estados Unidos en 1951 por parte de Toanenryo Kogyo. Aquí se establecieron funciones orientadas a prever posibles fallos antes de que sucedieran, cabe recalcar que se buscaba la rentabilidad económica por encima de todo.

Más tarde en los años 70's se incorpora y desarrolla el Mantenimiento Productivo (que igual se identificaba como PM), dicho mantenimiento ya se aplicaba en General Electric en 1954.

El PM abarca todos los principios del mantenimiento preventivo lo que lo diferencia es que cuenta con un plan de mantenimiento para la vida útil del equipo, sin descuidar la fiabilidad y mantenibilidad.

El TPM comenzó a implementarse en Japón en los años 70's. Como se muestra en la Figura 4, el TPM incluye todo los anteriores.

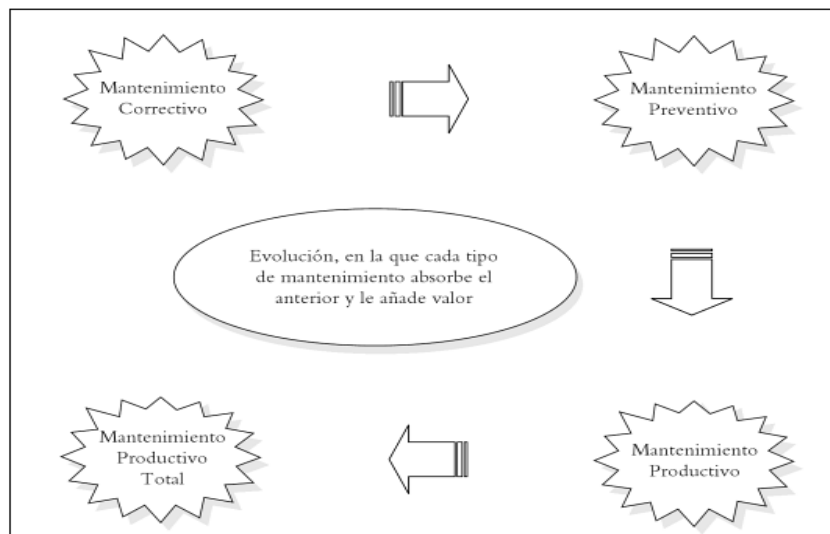


Figura 4. Evolución de la Gestión del Mantenimiento

Fuente: (Cuatrecasas, 2010)

El Mantenimiento Autónomo forma parte primordial del TPM, así logrando conseguir el equilibrio total de las tareas de mantenimiento gestionadas de forma conjunta entre el personal de producción y mantenimiento.

Así pues el TPM nace como consecuencia de la implantación de distintas etapas como se muestra en la Figura 5, en una evolución fundamentada en la filosofía de la mejora continua (*Kaizen*), donde cada fase se ha caracterizado por un enfoque propio que finalmente ha servido como base para la introducción y desarrollo de la siguiente etapa.

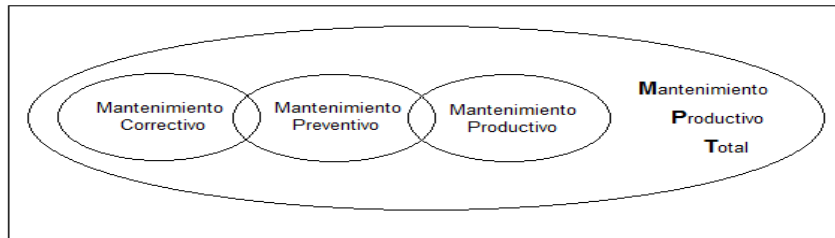


Figura 5. Mantenimiento Productivo Total

Fuente: (Cuatrecasas, 2010)

## 2.6 TPM.

El término del TPM fue definido en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta (JIP), esta institución fue precursora del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas (JIPM: *Japan Institute Planta Maintenance*), que en la actualidad es una organización que se dedica a la investigación, consultoría y formación de ingenieros de plantas productivas.

El objetivo fundamental del TPM es la obtención del máximo rendimiento y eficacia global buscando así lograr los tres ceros: cero fallas, cero defectos, cero averías.

El TPM es un sistema que te permite tener equipos de producción siempre listos, con la participación de todo el personal que compone la organización. Permite obtener mejoras constantes en la productividad y calidad de sus productos o servicios enfocándose en la prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos.

Amendola (2006), dice que el TPM le da un nuevo enfoque al mantenimiento como una parte necesaria y vital del negocio. Se hace a un lado el antiguo concepto de que éste es una actividad improductiva y se otorgan los tiempos requeridos para mantener el equipo que ahora se considera como una parte del proceso de manufactura.

No se considera ya una rutina a ser efectuada sólo cuando el tiempo o el flujo de material lo permitan. La meta es reducir los paros de emergencia y los servicios de mantenimiento inesperados a un mínimo.

Para tener una definición completa del TPM se deben incluir los siguientes elementos:

- El TPM contempla maximizar la efectividad del equipo.
- El TPM establece un sistema completo de PM para la vida entera del equipo.
- El TPM se implementa por varios departamentos (ingeniería, operaciones, mantenimiento).
- El TPM incluye a cada empleado particular, desde la alta dirección hasta los trabajadores de la planta.
- El TPM se basa en la promoción del PM a través de la dirección de la motivación: actividades autónomas de pequeños grupos.

Esta filosofía es un cambio de cultura general, es necesario que los miembros de la organización reciban tanta capacitación y entrenamiento como sea posible en las ideas y actividades a implementar, y luego lo más difícil el arte de la re-educación.

#### 2.6.1 Ventajas.

- Reducción del número de averías de equipo

Como todo es sabido, un importante número de las averías que son reparadas por los departamentos de mantenimiento podrían haber sido resultas por el personal de producción; sobre todo aquéllas más evidentes para las que los operarios de producción se encuentren capacitados.

- Reducción del tiempo de espera y preparación de los equipos de trabajo

Si hay una gran separación organizativa entre producción y mantenimiento, el tiempo de respuesta ante una pequeña anomalía o ante una revisión cotidiana siempre es importante y negativo.

Si el propio operario de producción subsana los pequeños fallos y realiza las pequeñas revisiones o inspecciones, este tiempo se reduce; se elimina.

- Aumento del control de herramientas y equipos

El hecho de asignar de forma inequívoca a cada operario o responsable de producción un determinado número de herramientas o equipos productivos implicará una mayor responsabilidad y control sobre los mismos, eliminándose el traspaso de responsabilidades operación – mantenimiento – operación, ante revisiones o fallos.

- Conservación del medio ambiente y ahorro de energía

La realización de revisiones por parte del propio personal implicará menores tiempos muertos y ausencia de trabajos de la máquina o equipo en vacío, con la mejora que ello implica no solamente para la vida útil de la máquina sino para el ahorro energético asociado.

- Mayor formación y experiencia de los recursos humanos

El hecho de que el personal de producción se dedique única y exclusivamente a tareas fabriles, y sobre todo cuando éstas son extremadamente repetitivas, errores, etc.

Si el personal de producción conoce mejor los equipos productivos, sin lugar a dudas tendrá un mayor dominio del medio y ello implicará una mayor formación y conocimientos del proceso en que se encuentra inmerso (González, 2005).

## 2.6.2 Debilidades.

- Su implementación es a mediano plazo, lo que hace que si se cambia el personal este debe estar comprometido con el programa o puede haber un retroceso del mismo.
- El personal debe ser el TPM como algo innovador a diario, si no se transforma en algo rutinario y se puede perder la visión del programa.
- El grado de sensibilización del programa (gerente, empleado, obrero) es quizás el punto más débil del TPM, si algún eslabón no participa, el programa irá al fracaso.
- Es imperiosa la necesidad de trabajar en grupos, unidos mantenimiento y producción, que no siempre es fácil.
- La empresa que desea implementar el TPM debe tener alguna base para hacer el trabajo, como son los programas de mantenimiento preventivo, las cinco “S”, etc. (Amendola, 2006).

## 2.7 Fases de Implementación.

Para la implementación del TPM es necesario pasar por cuatro fases: preparación, introducción, implantación y consolidación. Como puede verse en la Tabla 1, cada una de las fases se descompone en distintas etapas, lo cual nos ayudará estar en busca de la mejora continua.

Tabla 1. Pasos para la Implementación del TPM.

FASE	ETAPA	ASPECTOS DE GESTIÓN
1. Preparación	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.

	2. Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM.
	3. Estructura promocional del TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.
	4. Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados.
	5. Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.
<b>2. Introducción</b>	6. Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
<b>3. Implantación</b>	7. Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo



	10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.
<b>4. Consolidación</b>	12. Consolidación del TPM y elevación de metas	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que pueda basarse en la aplicación del ciclo PDCA.

Fuente: (Cuatrecasas, 2010)

Es importante que los trabajadores se enteren de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. Se debe convencer a los trabajadores de que no se trata simplemente del nuevo programa del mes, pero dicha culturización puede tomar hasta más de un año.

Villegas (2009), dice que la empresa SOFASA, pasó de una crisis tan grande de estar a punto de cerrar a una empresa competitiva en el mercado, gracias a la implementación de esta filosofía.

Tuvo que pasar por diversas etapas y definir cada una de ellas, primero por la calidad total, Sistema de Producción Toyota (TPS), hasta el TPM.

Entre el paso del TPS al TPM la organización se encontró en una época en la cual la empresa vivió un dinámica de cambio continuo en la que se vivió una transformación principalmente en el proceso productivo; la base fundamental estuvo en detectar y reconocer los problemas y encontrar la causa raíz (Villegas, 2009).

## 2.8 Pilares del TPM.

En 1989, Seichi Nakajima definió a continuación los cinco pilares del TPM en la publicación *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance* (TPM Programa de Desarrollo: Implementación del Mantenimiento Productivo Total).

1. Propuesta de actividades para la mejora de la Eficacia Total del Equipo (*OEE: Overall Equipment Effectiveness*), entendida como un indicador de la medición de la Efectividad Global del Equipo.
2. Programa de mantenimiento autónomo llevado a cabo por los operadores.
3. Sistema de mantenimiento planificado.
4. Capacitación para mejorar las habilidades en operación y mantenimiento.
5. Sistema de mantenimiento preventivo e inspección oportuna y reparación del equipo. (Drahňovský, 2011)

La Figura 6 nos muestra los cinco pilares de TPM explicados anteriormente.

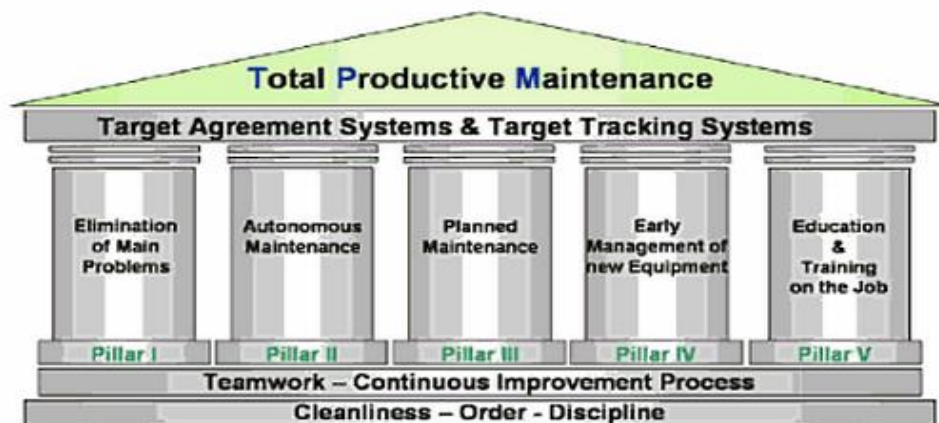


Figura. 6 Cinco Pilares del TPM

Fuente: (Drahňovský, 2011)

1. Eliminación de los problemas fundamentales. Identificación de los cuellos de botella de la producción y se eliminan progresivamente según su importancia.

Este proceso se repite continuamente, siendo fundamental como parte de la mejora continua.

2. Mantenimiento autónomo. Supone que los propios empleados de producción asuman algunas de las labores de mantenimiento. Supone que los empleados se sienten responsables de los equipos productivos y no sólo de la producción. Es un cambio total de la mentalidad de los empleados.
3. Programa de mantenimiento planificado. Son todas las tareas de mantenimiento necesarias para garantizar un proceso productivo estable. Normalmente los empleados están tan ocupados en solucionar problemas del día a día que surgen en los equipos productivos que no tienen prácticamente tiempo para efectuar tareas planificadas. Con la implantación del TPM se pretende liberar la carga de trabajo de los empleados de mantenimiento de forma que tengan más tiempo para este tipo de tareas.
4. Prevención en mantenimiento. En la planificación y compra para la producción hay que tener en cuenta el mantenimiento. Los empleados de mantenimiento y producción tienen que estar implicados en este proceso de decisión desde un primer momento para conocer y evitar futuros problemas.
5. Formación. Para que el TPM pueda ser efectivamente implantado es preciso que todos los empleados conozcan qué es y como función (Sangüesa, Mateo, e Izarbe, 2006).

## **2.9 Indicadores.**

Algunos de los indicadores utilizados en la implementación del TPM son los siguientes:

- Eficiencia Global del Equipo

$$1) \text{ EG} = \text{D} \times \text{E} \times \text{C}$$

Donde:

D: disponibilidad

E: efectividad

C: calidad

- Disponibilidad

$$2) D = \frac{\text{horas periodo} - \sum \text{horas mantenimiento}}{\text{horas periodo}}$$

- Efectividad

$$3) E = OC \times OP$$

Donde:

OC: coeficiente de ciclo

OP: coeficiente de operatividad

- Calidad

$$4) C = \frac{TOE}{TOR}$$

Donde:

TOE: tiempo operativo efectivo final

TOR: tiempo operativo real

- Tiempo Medio entre fallas

$$5) MTBF = \frac{TT}{Npb}$$

Donde:

TT: tiempo trabajo real

Npb: número de fallas

- Tiempo Medio de Reparación

$$6) \text{ MTTR} = \frac{TR}{NR}$$

Donde:

TR: tiempo total de reparaciones

NR: número de reparaciones

- Tasa de Realización de Mantenimiento Planificado

$$7) \text{ TRMP} = \frac{\text{Cantidad actividades mto realizadas}}{\text{Cantidad actividades planificadas}}$$

- Confiabilidad

$$8) \text{ Conf.} = \frac{\text{horas periodo} - \sum \text{horas mto correctivo}}{\text{horas periodo}}$$

Fuente: (Cuatrecasas, 2010)

## 2.10 Las 3 “Y”.

Un objetivo previo a la implantación del TPM son las 3 “Y”, son tres expresiones que en fonética japonesa comienzan con Y.

- **Yakuki. Motivación o cambio de actitud** de las personas que se vean involucradas en el programa. Lógicamente, se trata de lograr una predisposición positiva hacia los cambios que se pretenden introducir y un espíritu de colaboración hacia los mismos.
- **Yaruude. Competencia, habilidad o destreza** para poder llevar a cabo los cometidos encomendados. Sería, por ejemplo, el caso de tener que combinar tareas productivas con otras de mantenimiento.

- **Yaruba. Entorno de trabajo propicio** y en ningún caso hostil. Es importante que la introducción del TPM se lleve a cabo con el mínimo de problemas y posibles traumas. Aquí, el papel de dirección es crucial. Aquí sí que intervienen aspectos culturales el país, sector, etc., donde se lleve a cabo la implantación. El saber lidiar, adaptarse y superar las características particulares de cada entorno nos permitirá llevar a cabo una implantación del TPM más sólida y con mayores garantías de éxito (Cuatrecasas, 2010).

## CAPÍTULO III

### MÉTODO Y MATERIALES

#### 3.1 Sujeto Bajo Estudio.

El sujeto bajo estudio se centra en el área de mantenimiento planta que tiene a su cargo el mantenimiento de distintos sitios (electrodeposición, patios, pilas, tanques y suministro de agua), de una mina productora de cobre, (Cobre del Mayo S.A de C.V), ubicada en la localidad de Piedras Verdes s/n, Álamos, Sonora; en el periodo Enero Mayo del 2013

##### 3.1.1 Descripción del Proceso.

3.1.1.2 Lixiviación. Este método consiste en disolver el metal de interés mediante el uso de lixiviantes como el ácido sulfúrico o el cianuro de sodio. Destaca la

producción del cobre SX/EW (por sus siglas en Inglés *Solvent Extraction/Electrowining*), que se obtiene a partir de la disolución del elemento metálico de cobre, de minerales oxidados o minerales sulfurados secundarios de cobre de baja ley.

Actualmente uno de los métodos utilizados en diversas minas, ha sido el proceso de extracción por solventes o proceso SX.

Esto ha traído consigo la instalación de diversas plantas que operan actualmente en el mundo en la separación, purificación y concentración de más de una treintena de elementos químicos, como cobre, níquel, cobalto, zinc, uranio, molibdeno, tungsteno, vanadio, tierras raras, zirconio, hafnio, niobio, tantalio, boro, germanio, arsénico, renio, torio, el grupo de los metales del platino, berilio y otros.

3.1.1.3 Extracción por Solventes (SX). El proceso de extracción por solventes, conocido en la hidrometalurgia del cobre también como SX consiste en la extracción selectiva del cobre contenido en las soluciones de lixiviación mediante un solvente orgánico, para luego transferirlo a una solución de sulfato de cobre pura y concentrada, denominada electrolito rico.

El objetivo del proceso SX es extraer selectivamente el cobre contenido en esta solución rica impura, mediante intercambio iónico entre la fase acuosa (solución rica) y el reactivo orgánico. Este reactivo es capaz de descargar el cobre en una etapa posterior del proceso a una solución de alta pureza y concentración de cobre y ácido, formando un electrolito apto para ser electro depositado en el sector EW.

La Extracción por Solventes es una Operación Unitaria usada en Hidrometalurgia para la Separación, Purificación y Recuperación de metales de Soluciones.

La extracción por solventes aplicada a la hidrometalurgia es una operación unitaria para la purificación y concentración de una amplia variedad de metales. Esta



consiste en el contacto de una fase orgánica que contiene un extrayente con una fase acuosa que contiene el metal de interés. El extrayente reacciona químicamente con el metal para formar un complejo órgano-metal el cual es soluble en la fase orgánica.

Las impurezas por lo general no reaccionan con el extrayente y se quedan en la fase acuosa. La fase orgánica que contiene el complejo órgano-metal es separada de la fase acuosa. El metal es recuperado y concentrado en otra fase acuosa por la reacción química inversa.

La extracción por solventes fue primeramente aplicada a metales de alto valor, pero en la actualidad la tecnología es aplicada a metales de menor valor dada la disponibilidad de nuevos extrayentes con mejor selectividad, cinética más rápida y tiempos de liberación de las fases más cortos y también al reciente desarrollo de equipos más eficientes.

La Figura 7 muestra el esquema cíclico del proceso de lixiviación – extracción por solventes

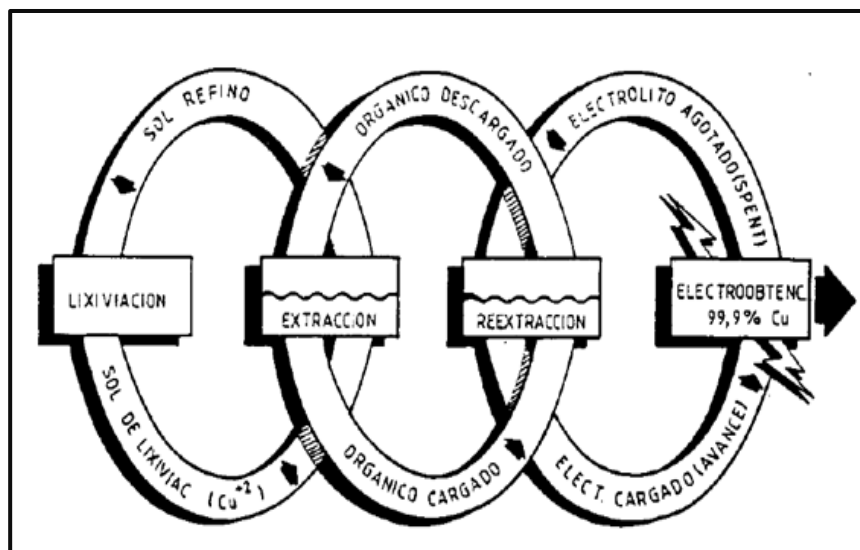


Figura. 7 Esquema Cíclico (Concepto de anillos) del Proceso Lixiviación - Extracción por Solventes - Electro Obtención de Cu.

Fuente: (Ayón y Palafox, 2009)

3.1.1.4 Equipo Utilizado. En Cobre del Mayo S.A de C.V existen gran diversidad de equipos pero el departamento de Mantenimiento Planta abarca solamente cinco áreas mencionadas anteriormente.

En el área de electrodeposición existen 43 equipos como se aprecia en la Tabla 2, cabe mencionar que no todos los equipos sufren fallas, los que más presentan paros correctivos son la grúa viajera de 10 toneladas, grúa auxiliar de 2 toneladas, desferradora y rectificadores.

Tabla 2. Equipos del Área de Electrodeposición (EW).

<b>EQUIPO</b>	
1. Tanque agua caliente caldera	2. Rectificador 2
3. Compresor EW (Electrowining)	4. A/C 1 25 tons rectificador 1
5. A/c ccm EW	6. A/C 2 25 tons rectificador 2
7. Desferradora	8. Bomba 1 agua de enfriamiento
9. Bomba vertical cárcamo área desferradora	10. Bomba 2 agua de enfriamiento
11. Bomba 1 de lavado de cátodos	12. Chiller 1
13. Bomba 2 de lavado de cátodos	14. Chiller 2
15. Unidad hidráulica desferradora	16. Tanque de agua chillers
17. Mini Split unidad hidráulica desferradora	18. Extractor de gases 1
19. Montacargas	20. Extractor de gases 2
21. Flejadora	22. Extractor de gases 3
23. Muestreadora de cátodos	24. Extractor de gases 4

25. Celdas EW	26. Extractor de gases 5
27. Bomba 57 (guar)	28. Extractor de gases 6
29. Bomba 73 (cobalto)	30. Extractor de gases 7
31. Grúa viajera 10 Tons	32. Extractor de gases 8
33. A/C grúa viajera	34. Extractor de gases 9
35. Rectificador 1	36. Extractor de gases 10

Fuente: (Ayón y Palafox, 2007)

En el área de extracción hay 21 equipos como se muestra en la Tabla 3, con base a los registros del año anterior de la base de datos del departamento de mantenimiento planta, estos equipos no han presentado mantenimientos de urgencia hasta la fecha. Los equipos son los siguientes:

Tabla 3. Equipos del Área de Extracción (SX).

EQUIPO	
1. Agitador primario E1	2. Tanque mezclador secundario E2
5. Agitador secundario E1	6. Tanque mezclador primario E2
7. Agitador terciario E1	8. Agitador terciario E2
9. Tanque mezclador primario E1	10. Agitador secundario E2
11. Tanque mezclador secundario E1	12. Fluómetro entrada a E1 extracción
13. Tanque mezclador terciario E1	14. A/C ccm SX- tanques
15. Tanque asentador E1	16. Tanque asentador S1

17. Agitador primario E2	18. Tanque mezclador secundario S1
19. Tanque asentador E2	20. Tanque mezclador primario S1
21. Tanque mezclador terciario E2	22. Agitador secundario S1
23. Agitador primario S1	

Fuente: (Ayón y Palafox, 2007)

Otra de las áreas es la de tanques, contando con los siguientes equipos que se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4. Equipos del Área de Tanques (Tk).

<b>EQUIPOS</b>	
1. Tanque de extractante	2. Tanque #1 para orgánico cargado
3. Tanque del diluyente	4. Agitador tanque decantación de grumos filtrados
5. Tanque de circulación de electrolito	6. Bomba 3 de electrolito pobre
7. Tanque de electrolito pobre	8. Bomba 2 de electrolito pobre, alimentación a retro lavado
9. Tanque #3 de recuperación de orgánico de pila de colas	10. Bomba 1 de electrolito pobre alimentación a cambio calor
11. Tanque #2 de recuperación de orgánico de pila de colas	12. Bomba 2 de llenado de celdas
13. Tanque #1 de recuperación de orgánico de pila de colas	14. Bomba 2 de llenado de celdas
15. Tanque de grumos filtrados (orgánico recuperado)	16. Bomba 44 dren de tanques orgánico cargado

17. Tanque almacén de grumos sin filtrar	18. Bomba 40 del cárcamo del área de tanques
19. Tanque de retro lavado de filtros	20. Bomba 39 del cárcamo del área de tanques
21. Tanque de orgánico de descarga del filtro clay.	22. Bomba de electrolito filtrado 2
23. Tanque de alimentación de agua de filtro clay	24. Bomba de electrolito filtrado 1
25. Tanque de electrolito filtrado	26. Bomba decantación de grumos
27. Tanque electrolito rico de alimentación filtros	28. Bomba de grumos sin filtrar
29. Bomba de grumos filtrados (orgánico recuperado)	30. Bomba de orgánico cargado 3
31. Filtro clay tipo prensa	32. Bomba de orgánico cargado 2
33. Filtro electrolito 1	34. Bomba de orgánico cargado 1
35. Filtro electrónico 2	36. Bomba decantación reto lavado
37. Soplador 1 para filtro de electrolito	38. Bomba de llegada de filtros 2
39. Compresor de instrumentos sullair	40. Bomba de llenado de filtros 1
41. Tanque #2 para orgánico cargado	

Fuente: (Ayón y Palafox, 2007)

El área de pilas se compone por gran diversidad de bombas como las de venero y de testigo (LCRS), como se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Equipos del Área de Pilas.

<b>EQUIPO</b>	
1. Bomba testigo pila de alimentación	2. Bomba venero 4
3. Pila de alimentación a sx	4. Bomba venero 3
5. Bomba venero 3	6. Bomba venero 2
7. Bomba venero 2	8. Bomba venero 1
9. Bomba venero 1	10. Bomba lcrs 2
11. Bomba lcrs 2	12. Bomba lcrs 1
13. Bomba lcrs 1	14. Fluómetro salida pila de cabeza 2
15. Bomba testigo 3	16. Generador diesel 2 de pila de cabeza 2
17. Bomba vertical 14 de pila de colas	18. Generador diesel 1 de pila de cabeza 2
19. Bomba vertical 15 de pila de colas	20. Tanque de almacenamiento de ácido
21. Bomba vertical 16 de pila de colas	22. Instrumentos de medición del área
23. Bomba vertical 17 de pila de colas	24. Bomba vertical 10 de pila de cabeza 2
25. Ccm de pila de colas	26. Bomba vertical 11 de pila de cabeza 2
27. A/c ccm de pila de colas	28. Bomba vertical 12 de pila de cabeza 3

29. Flujómetro salida raff pila de colas	30. Bomba vertical 13 de pila de cabeza 2
31. Flujómetro alimentación agua fresca a pila de colas	32. Ccm pila de cabezas 2
33. Bomba venero 2	34. A/c ccm pila de cabeza 2
35. Bomba venero 1	36. Bomba 65 de curado de ácido a patios
37. Flujómetro salida pila de cabeza 2 + Flujómetro salida pila de cabeza 3.	38. Bomba 64 de curado de ácido a patios
39. Flujómetro salida pila de cabeza 3	40. Bomba 102 de succión ácido a tanque de curado
41. Ccm de pila de cabezas 3	42. Bomba 101 de succión ácido a tanque de curado
43. A/c ccm de pila de cabeza 3	44. Flujómetro salida pila de cabeza 1
45. Bomba vertical 25 de pila de cabeza 7	46. Flujómetro raff a pila de cabeza 1
47. Bomba vertical 24 de pila de cabeza 6	48. Ccm pila de cabezas 1
49. Bomba vertical 21 de pila de cabeza 3	50. A/c ccm pila de cabeza 1
51. Bomba vertical 22 de pila de cabeza 4	52. Bomba testigo 1 pls01

53. Bomba vertical 23 de pila de cabeza 5	54. Bomba vertical 103 de pila de cabeza 1
55. Bomba venero 8	56. Bomba vertical 102 de pila de cabeza 1
57. Bomba venero 7	58. Bomba vertical 101 de pila de cabeza 1
59. Bomba venero 6	60. Bomba vertical 100 de pila de cabeza 1

Fuente: (Ayón y Palafox, 2007)

Y por último pero no menos importante está el suministro de agua que cuenta con los siguientes equipos mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6. Equipos del Área de Suministro de Agua.

<b>EQUIPO</b>	
1. Pozo 12	2. Moto – bomba pozo 21
3. Pozo 14	4. Moto - bomba pozo 19
5. Pozo 14	6. Moto - bomba pozo 16
7. Pozo 16	8. Moto - bomba pozo 18
9. Pozo 24	10. Moto - bomba pozo 22
11. Pozo 18	12. Moto – bomba pozo 23
13. Pozo 19	14. Moto – bomba pozo 24
15. Pozo 21	16. Moto bomba pozo 26
17. Pozo 22	18. Bomba 1 del rebombeo
19. Pozo 23	20. Bomba 2 del rebombeo
21. Flujómetro pozo 14	22. Bomba 3 del rebombeo



23. Flujómetro pozo 12	24. Tanque de rebombeo
25. Flujómetro 18	26. Tuberías, válvulas y accesorios de tanque de rebombeo
27. Flujómetro 16	28. Tanque elevado
29. Moto – bomba pozo 14	30. Bomba Godwin
31. Moto – bomba pozo 12	32. G1 generador cummins moto diesel
33. Flujómetro pozo 26	34. G2 generador cummins motor diesel
35. Flujómetro pozo 24	36. G3 generador cummins motor diesel
37. Flujómetro pozo 23	38. G4 generador cummins motor diesel
39. Flujómetro 22	40. Generador terez motor diesel
41. Flujómetro pozo 21	42. Flujómetro pozo 19

Fuente: (Ayón y Palafox, 2007)

### 3.2 Materiales.

Para la recolección de la información se requiere del apoyo del jefe del área de planeación así como de los supervisores del área, además para el análisis y captura de información se requiere de:

- Paquetes tradicionales de Microsoft Office (Office Excel, Office Word).
- EAM (por sus siglas en ingles *Enterprise Assessor Maintenance*) el cual es un asesor de empresas de mantenimiento, donde se puede encontrar los tag's de equipos, los tipos de mantenimiento, la mano de obra aplicada, empleados, etc.

- Memoria portátil.
- Imanual (programa instalado en el equipo de cómputo de Cobre del Mayo, donde te permite visualizar todos los equipos, así como el procedimiento, manuales, mapas y tag's).
- Y claro está de computadora con internet e impresora.

### **3.3 Procedimiento.**

Como fue mencionado en el capítulo anterior, llevar un buen Mantenimiento Productivo Total permitirá lograr los tres ceros: ceros defectos, cero averías, cero despilfarros. Al igual que contar con buenos mantenimientos así como sus dichas planeaciones, contemos con un equipo más confiable y disponible.

De acuerdo a la postura de varios autores se recomienda llevar a cabo las siguientes fases, donde cada una contiene sus diversas etapas:

- Fase 1: Preparación

Etapas uno. Decisión de aplicar el TPM en la empresa.

“La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.”

Primeramente se conversó con el jefe del Mantenimiento Planta sobre la situación actual que se vivía, al detectar la problemática se pasó hablar con el superintendente del departamento informándole sobre los problemas detectados y asimismo para que diera aprobación del trabajo que se planeó llevar a cabo.

Etapas dos. Información sobre TPM.

“Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM.”

El comunicado realizado fue con cada uno de los supervisores así como a sus ayudantes, debido a los paradigmas existentes no todos mostraron interés de colaborar.

### Etapa tres. Estructura promocional del TPM.

“Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.” La formación de comités no fue posible llevarlos a cabo debido a la cultura de trabajo de cada uno de los trabajadores; han llegado al punto de trabajar sólo por complacencia, por lo cual fue difícil cumplir con esta etapa; se decidió trabajar con las personas que sí mostraron el interés de un cambio hacia la mejora continua del trabajo realizado en el departamento.

### Etapa cuatro. Objetivos y políticas básicas TPM.

“Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados.”

La cuarta etapa como ya se mencionó consiste en establecer políticas y objetivos básicos.

La situación vivida actualmente es difícil porque todo se centra en el recurso humano, como se mencionó en la etapa anterior trabajan sólo por complacencia, se han establecido objetivos, implementado formatos pero con el paso del tiempo dejan de darle seguimiento.

Dado así que la implementación del TPM sólo se verá su impacto en el área de planeación de Mantenimiento Planta ¿Por qué?, debido al tiempo de implementación y el tamaño de la empresa es difícil que se vea proyectado el proyecto en su totalidad.

Los objetivos establecidos en el departamento fueron las siguientes:

1. Contar con mejores planeaciones de trabajo.
2. Motivar la cultura de trabajo a los empleados del departamento.
3. Reducción de Ordenes de Trabajo (OT) en horas hombre en el Backlock.

Etapa cinco. Plan maestro de desarrollo del TPM

“Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.”

Al tener analizar la situación actual dando respuesta a las preguntas de ¿Qué está sucediendo? Y ¿Qué debería de suceder?, se realizó un calendario de actividades. La Figura 8 muestra el plan maestro del desarrollo del TPM, indicándose así mismo las actividades a realizar durante los periodos establecidos.



ABRIL						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

	Implantación del TPM.
	Consolidación del TPM

MAYO						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

	Consolidación del TPM
	Resultados

Figura. 8 Plan Maestro del Desarrollo del TPM.

Fuente: Elaboración Propia.

- Fase dos: Introducción.

Etapa seis. Arranque formal del TPM.

“Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.”

El arranque formal fue invitando a participar a cada uno de los supervisores y ayudantes del departamento asimismo como el equipo de planeación, explicando en qué consistía el proyecto y también cómo se verían beneficiados ellos como trabajadores, dado que todo es un “ganar-ganar”.

- Fase tres: Implantación

Etapa siete. Mejorar la efectividad del equipo.

“Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.”

Cuando se analizó la situación que se estaba viviendo, se contemplaron las cinco áreas que se tiene bajo supervisión a cada uno de los equipo se les realizó una medición de indicadores (confiabilidad, disponibilidad, MTTR, MTBF, tasa de cumplimiento de mantenimiento) cada área cuenta con al menos 20 equipos, por lo tanto al momento de graficar solo se tomaron en cuenta los equipos más críticos.

Etapa ocho. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.

“Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.” Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo no fue posible ¿por qué?, al conversar con los supervisores de las otras áreas dijeron que los mantenimientos sí se llevaban a cabo, pero se detectó que no se realizaban como deberían de ser.

Etapa nueve. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado.

“Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.” Los programas de mantenimiento tanto programados y preventivos se encuentran en el sistema EAM, así como al momento de presentarse un correctivo sólo se levanta la orden de trabajo y se registran en el sistema.

Etapa diez. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.

“Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.” Entrenar a cada líder para mejorar sus capacidades de operación y mantenimiento resulta imposible por el momento, ellos tienen una manera de trabajar, además de que dicho entrenamiento debe pedirse desde gerencia, los cuales no están involucrados en el presente proyecto.

Etapa once. Gestión temprana de equipos.

“Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.” Diseñar equipos no es posible, ya que, la mina tiene sus equipos bien definidos y establecidos, además de tener a sus proveedores y mantenedores externos en caso de que estén fallando.

- Fase cuatro: Consolidación

Etapa doce. Consolidación del TPM y elevación de metas.

“Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que pueda basarse en la aplicación del ciclo PDCA.” Al finalizar un análisis del departamento detectando los problemas se busca la aplicar los distintos indicadores asimismo que con el paso de las semanas se analice el trabajo realizado en busca de mejoras continuas asimismo como mantenerlos.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Obtención de la información.**

Durante el periodo Febrero – Mayo del 2013 se designó a la sustentante a analizar la situación actual del departamento tomando como referencia información de la base de datos del año 2012 así como la información registrada del presente año, lo cual facilitó llevar a cabo el proyecto.

#### **4.2 Aplicación del TPM.**

Las primeras etapas de la metodología tuvieron dificultades para poner llevarse a cabo tal y como se plantearon, debido a las distintas maneras de trabajar de cada



uno del personal así mismo como la falta de comunicación que llega a presentarse en distintas ocasiones.

Las primeras tres etapas pudieron haberse realizado mejor, uno de los inconvenientes que se presentaron fue la falta de interés, participación de parte de algunos miembros del departamento. Se pudo detectar que las personas que laboran, han llegado a realizar el trabajo sólo por rutina y no por gusto, quererles inculcar una forma de trabajo nueva o más bien perfeccionar lo que ellos ya hacen es un gran reto. Como ya han mencionado gran cantidad de autores, los paradigmas son los más difíciles de atacar, pero es en uno de los puntos que se está atacando con el día a día. Se mostró toda la disposición de la introducción de la metodología aunque cabe mencionar que sí hubo personas que estuvieron reacias al cambio. El comunicado fue realizado personalmente con cada uno de ellos.

La etapa siete fue la más sencilla de llevar a cabo, ya que, fue detectar los equipos críticos por área a los cuales se les llevó a cabo un análisis de medición de indicadores.

Haciendo una breve pausa del paso ocho al once no se llevaron a cabo porque ya se cuentan con programas de mantenimiento al igual que cada uno de los trabajadores están capacitados para trabajar en el área que les corresponde.

Como resultado nos llevó a enfocarnos en el paso siete y doce, que como ya se mencionó el siete es la detección de equipos críticos y el paso once es mantener y mejorar los resultados obtenidos, conforme obteníamos los resultados se fue mejorando cada uno de los tiempos.

Desde un principio el objetivo inicial fue calcular la eficiencia global de los equipos, la eficiencia global se mide de la siguiente manera:

$$1) \text{ EG} = \text{D} \times \text{E} \times \text{C}$$

Para poder llevar a cabo la medición de la EG, primeramente fue necesario medir el tiempo de periodo, que es el tiempo en el que se encuentra disponible el equipo al día y se midió de la siguiente manera:

$$2) \text{ Tiempo periodo} = (\text{horas del equipo trabajadas al día})(\text{días a la semana})$$

$$3) \text{ Tiempo periodo} = (24\text{horas})(7\text{días}) = 168 \frac{\text{horas}}{\text{día}}$$

Se procedió a realizar un formato de registro de los Tiempos de Mantenimiento (TM) y de tiempos Correctivos (C) de los distintos equipos que se encuentran en las diferentes áreas, el cual se registraba diario. (ver Anexo 1), con ayuda de la base de datos (ver anexo 2), se filtró por equipo y correctivos, para facilitar el análisis de cada uno de los registros, y asimismo detectar que equipos son los que se vieron afectados al igual de que se consideró solamente los críticos del sistema.

Una vez que ya se contó con estos datos fue posible poder medir la disponibilidad del equipo, con la siguiente fórmula:

- Disponibilidad

$$4) D = \frac{\text{tiempo de periodo} - \sum \text{horas mantenimiento}}{\text{tiempo de periodo}}$$

De esta manera se midió la disponibilidad de cada equipo y de cada área, asimismo se elaboró un formato (ver Anexo 3), el cual se encuentra ligado con el formato de registro de Tiempos de Mantenimiento y Correctivos (ver Anexo 1) automáticamente nos arrojó la sumatoria de las horas de mantenimiento por equipo. Se realizó un análisis después de haber realizado los cálculos donde sólo se consideraron los equipos más críticos para el proceso y así se procedió a graficar la disponibilidad de las distintas áreas, no fue necesario graficar cada uno de los equipos.

Al realizar los gráficos se consideró el eje vertical como porcentaje de Disponibilidad y el eje horizontal trabajo por semana, que es la forma en la que se trabaja, como puede apreciarse en las siguientes figuras.

La Figura 9, muestra la disponibilidad del área de electrodeposición, la disponibilidad del área varía, debido a que son equipos que se les da un mantenimiento preventivo diario, esto se debe a que son equipos que trabajan continuamente, además se podría decir que algunos equipos son de maquinaria pesada (un ejemplo lo son la grúa y la máquina desferradora).

Se puede observar que la semana 12 fue la semana con más bajo índice porcentual debido a que se presentaron gran cantidad de actividades correctivas, al igual que dentro de esa semana se realizó un paro de planta para un mantenimiento general.

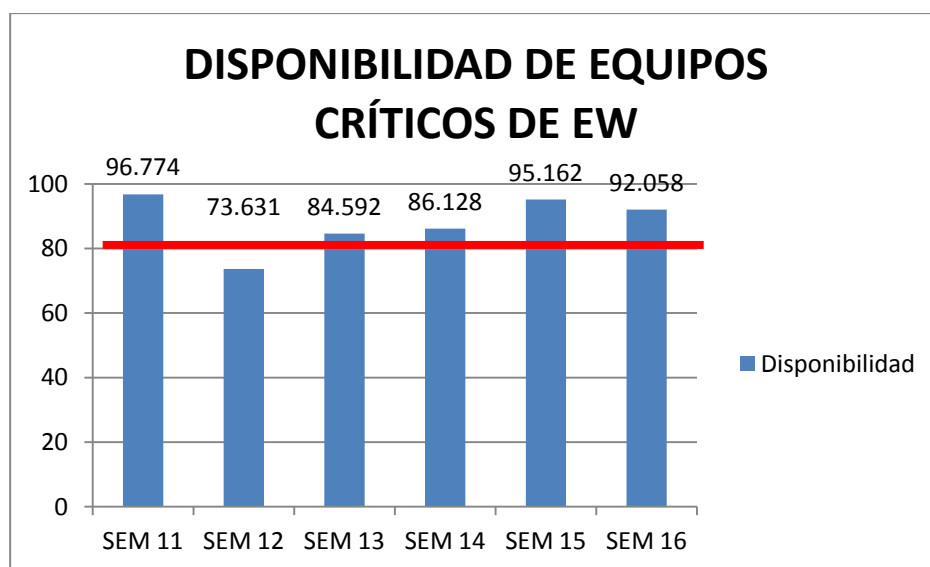


Figura. 9 Disponibilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Electrodeposición.

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 10 muestra gran número porcentual, esto se debe a que los equipos encontrados en el área de extracción son equipos que no pueden pararse

repetitivamente, ya que son de suma importancia dentro del proceso, ¿por qué?, porque estos equipos cumplen la función de contener solución PLS y de mantenerla en las condiciones óptimas para el proceso para luego transportarla al área de tanques.

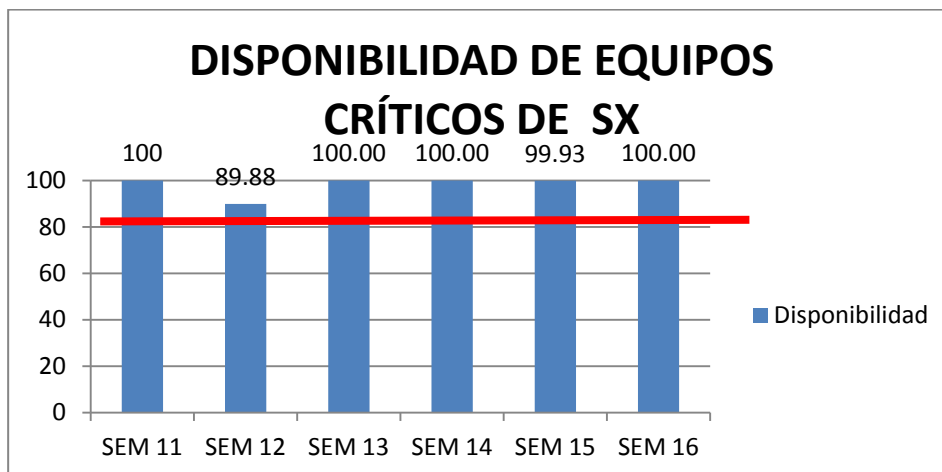


Figura 10. Disponibilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Extracción.

Fuente: Elaboración Propia.

Las Figura 11, 12 y 13 muestra la disponibilidad de los equipos críticos del área de tanques, del área de pilas y suministro de agua que de igual forma son equipos que no se detienen continuamente al igual que los del área de extracción.

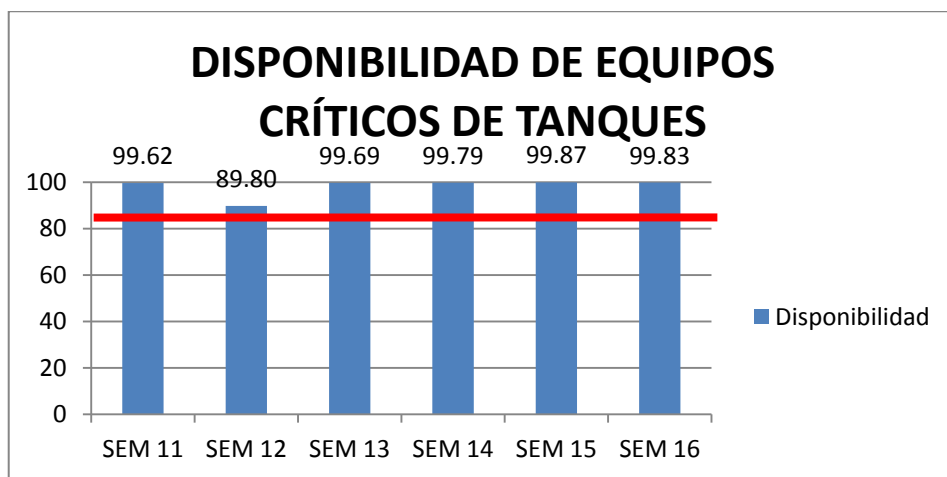


Figura 11. Disponibilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Tanques.

Fuente: Elaboración Propia.

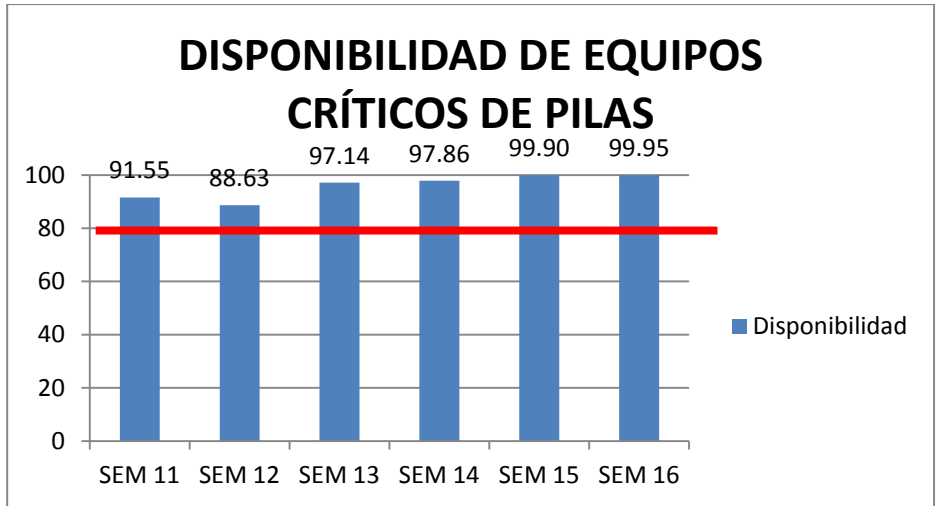


Figura 12. Disponibilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Pilas.

Fuente: Elaboración Propia.

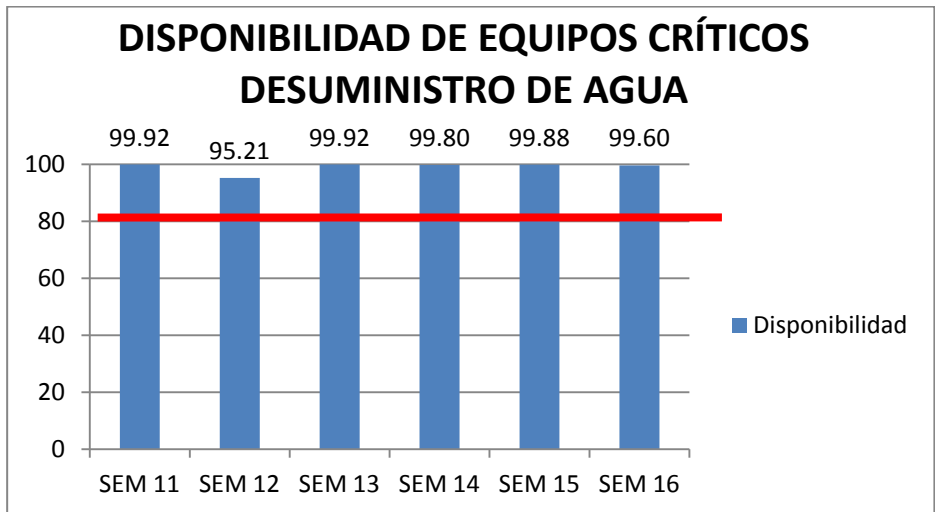


Figura 13. Disponibilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Suministro de Agua

Fuente: Elaboración Propia.

La medición de este indicador fue importante porque permitió conocer la confianza de nuestros equipos debido a los distintos mantenimientos que se le realizaron y que ejerzan su función satisfactoriamente, ósea el equipo se encuentre listo para operar continuamente. Otro coeficiente importante es la Operatividad por Paros (OP), medida de la siguiente manera:

$$5) \text{ OP} = \frac{\text{TOR}}{\text{TO}}$$

Para poder calcular el OP, es necesario tener en cuenta el Tiempo Operacional (TO), para poder medir este coeficiente primero es necesario conocer el Tiempo Disponible (TD) del equipo, por consecuente se procede a calcular el Tiempo de Carga (TC) que es el tiempo en que se espera para que un equipo opere y se mide de la siguiente manera:

$$6) \text{ TC} = \text{TD} - \text{tiempo de paradas programadas por mantenimiento planificado} - \text{tiempo programado} - \text{actividades programadas del personal}$$

Una vez de haber previsto el TC, se calcula el Tiempo Operativo (TO), de la siguiente manera:

$$7) \text{ TO} = \text{TC} - \text{Tiempos de parada}$$

El Tiempo Operativo Real (TOR) se calcula de la siguiente forma:

$$8) \text{ TOR} = \text{TCO} - \text{Tiempos de pérdidas}$$

Ahora el siguiente coeficiente que se requiere es el Coeficiente de Operatividad del ciclo (OC), que se mide de la siguiente manera:

$$9) \text{ OC} = \frac{\text{CI}}{\text{CR}}$$

El Ciclo Ideal (CI) se calcula:

$$10) \text{ CI} = \frac{\text{TO}}{\text{Producción ideal}}$$

La producción ideal es como empresa te gustaría producir al día.

El Ciclo Real corresponde a la siguiente fórmula:

$$11) CR = \frac{TOR}{Q_{real}}$$

Donde Q real, es el tiempo realmente disponible para operar eficientemente, lo que quiere decir que es la producción real que se está llevando día a día.

Una vez calculados los coeficientes anteriores es posible medir la Efectividad:

$$12) E = OC \times OP$$

La cual no fue posible medir debido a que cierta información la tiene que recabar el área de Producción, se propuso la realización de un formato que consista sólo en recabar la información necesaria.

Es necesario que el departamento de Producción y Mantenimiento Planta trabajen de la mano para la toma de este indicador, el cual es muy importante ya que nos indica que tan efectivo están siendo nuestros equipos, y analizar a la par la situación actual que se esté viviendo.

Por último se procede a medir la Calidad (C) de la siguiente manera:

$$13) C = \frac{TOE}{TOR}$$

Ya contamos con el TOR, que se calculó anteriormente para la Efectividad, ahora sólo basta con medir el Tiempo de Operación Efectivo (TOE) y se mide de la siguiente manera:

$$14) TOE = TOR - \text{tiempo perdidas inesperadas}$$

No fue posible medir la EG por falta de flujo de información entre departamentos, por los motivos ya dichos anteriormente con el coeficiente de Efectividad, la propuesta de

la introducción del nuevo formato (ver Anexo 3) que contenga sólo los distintos coeficientes para poder medir la EG.

Se procedió a medir el indicador de Confiabilidad del equipo, se decidió que el formato de Disponibilidad y Confiabilidad estuvieran en el mismo archivo, debido a que comparten muchos datos similares, y que su fórmula es casi la misma, al igual para agilizar el trabajo y asimismo se realizó un trabajo más completo.

La fórmula utilizada para medir la confiabilidad fue la siguiente:

$$15) \text{ Confiabilidad} = \frac{\text{tiempo de periodo} - \sum \text{total mantenimiento correctivo}}{\text{tiempo de periodo}}$$

Contando con el tiempo de periodo, y la sumatoria de los mantenimientos correctivos realizados en el formato (ver Anexo 3), se graficó igualmente los equipos críticos del sistema, por cada área, tomando como eje vertical el porcentaje de confiabilidad y como eje horizontal la semanas laboradas, al igual de establecer como objetivo estar por arriba del 80%, arrojándonos así los siguientes resultados, apreciados en los siguientes gráficos.

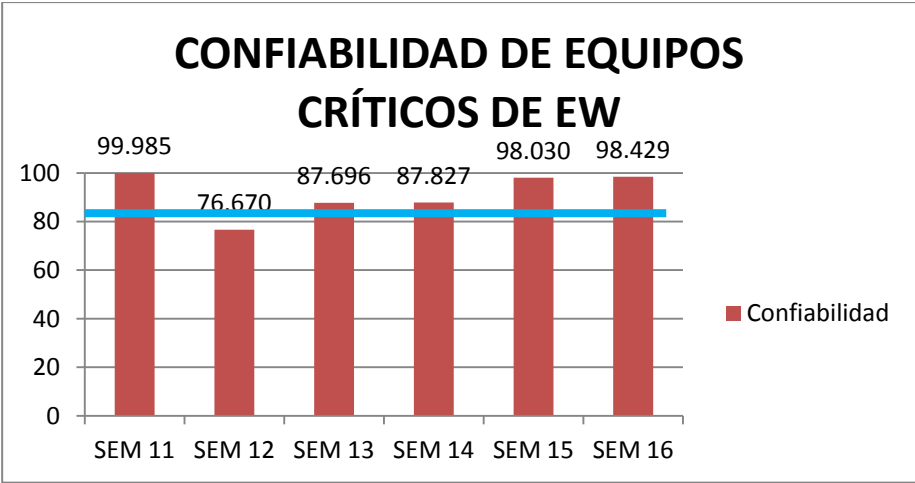


Figura 14. Confiabilidad Semanal de Equipos Críticos del área de Electrodeposición.

Fuente: Elaboración Propia.



La Figura 14 muestra la confiabilidad del área de electrodeposición, la cual varía mucho, debido a los mantenimientos correctivos que se presentan en los distintos equipos del área, a diferencia de la Figura 15, la confiabilidad de los equipos del área de extracción es muy alta, ya que son equipos que rara vez llegan a presentar una acción correctiva.

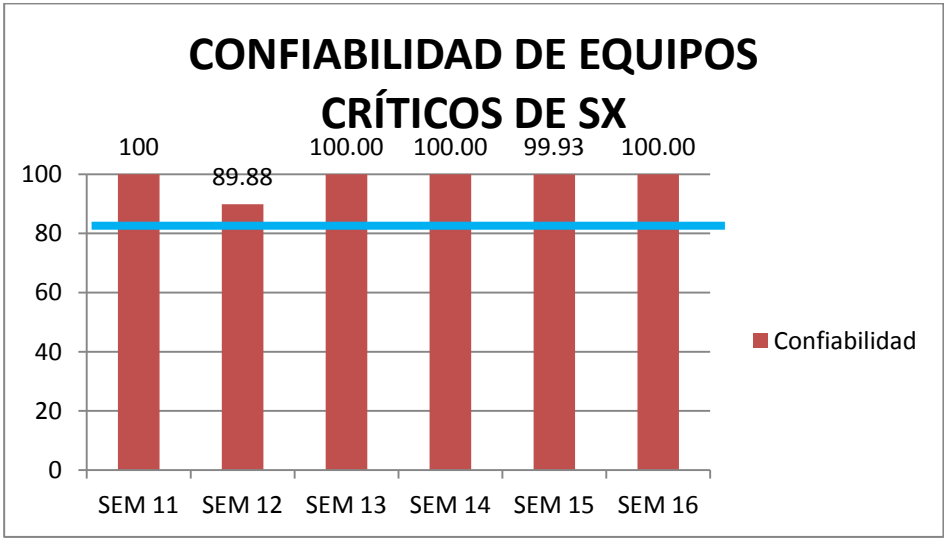


Figura 15. Confiabilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Extracción.

Fuente: Elaboración Propia.

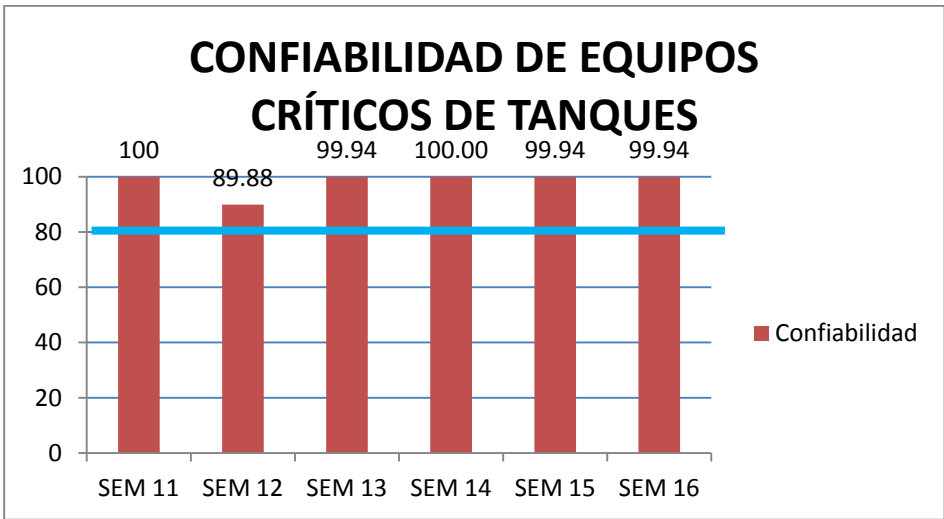


Figura 16. Confiabilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Tanques.

Fuente: Elaboración Propia.

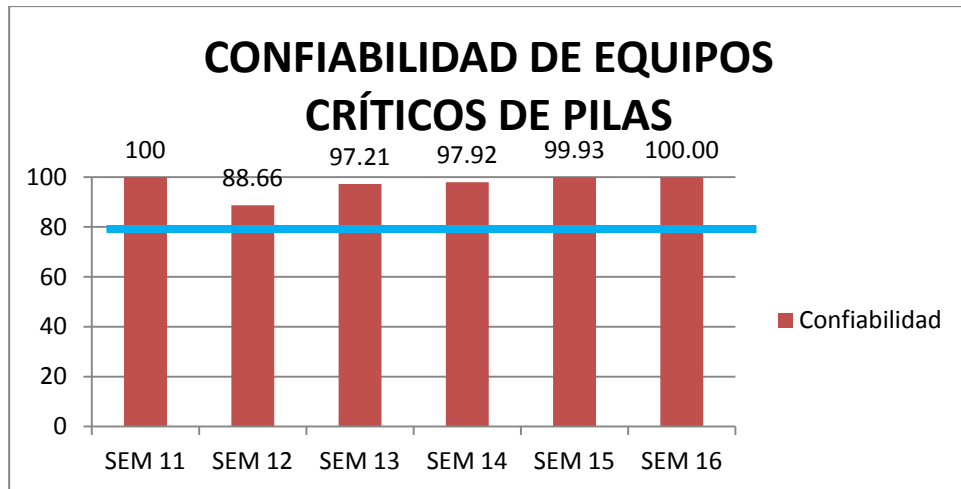


Figura 17. Confiabilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Pilas.

Fuente: Elaboración Propia.

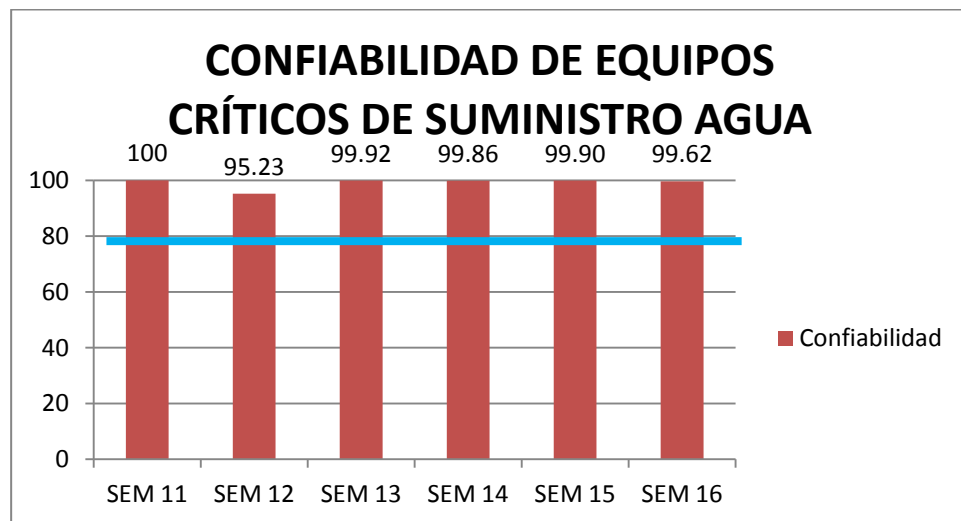


Figura 18. Confiabilidad Semanal de Equipos Críticos del Área de Suministro de Agua.

Fuente: Elaboración Propia.

Lo mismo ocurre en el área de tanques, pilas y suministro de agua como se aprecia en las Figuras 16, 17 y 18, la confiabilidad de los equipos es muy alta, pero como se aprecia en cada uno de los gráficos en la semana número doce la confiabilidad bajo en cada una de las áreas debido al paro de planta que se lleva a cabo una vez por año, viéndose así el área de electrodeposición más afectada, ya que en esa área es donde mayor número de mantenimientos se realizan durante el paro.

Contar con el indicador de Confiabilidad es tan importante porque permitió conocer la confianza que se tiene de los equipos en las distintas áreas y visualizando si están realizando la función que están desempeñando bajo las distintas condiciones estándares a las cuales están establecidas.

Otros indicadores que fueron considerados importantes para la medición fueron el MTBF y MTTR. Para la medición del indicador de MTTR se procedió a realizar un formato por áreas y equipos (ver Anexo 5) el cual se registró mensualmente considerándose el año 2012 para tenerlo como historial y para su medición de utilizó la siguiente fórmula:

$$16) MTTR = \frac{TR}{NR}$$

Para poder obtenerlo fue necesario utilizar la base de datos y así sacar el Tiempo total de Reparaciones (TR); el objetivo inicial era considerar los paros reales de la maquinaria, pero esta información estaba incompleta porque fue difícil lograr que los trabajadores registren esta información, así que se procedió a trabajar con la horas hombre. Asimismo el cálculo del coeficiente de Número de Reparaciones (NR), el cual se obtiene realizando una sumatoria de mantenimientos correctivos realizados por mes.

Se tomó como eje horizontal los meses desde enero del 2012 hasta abril del 2013, y como eje vertical los tiempo de reparaciones.

Obteniendo los siguientes resultados de los equipos más críticos.

En la Figura 19 se puede observar que la Caldera Parker cuenta con varios puntos cresta en los meses de enero de 2012, agosto, octubre y enero de 2013, lo cual

significa que la cantidad de horas de reparación y consecuentemente de inactividad del equipo.

Es significativa con respecto al resto de los periodos. Con lo anterior, se concluye que son muchos factores los que pudieron influir en este resultado como son por ejemplo no haber contado con las piezas necesarias en almacén, la falta de personal al igual que las fechas en las que se labora es muy calurosa y eso puede influir en la eficiencia del trabajador.

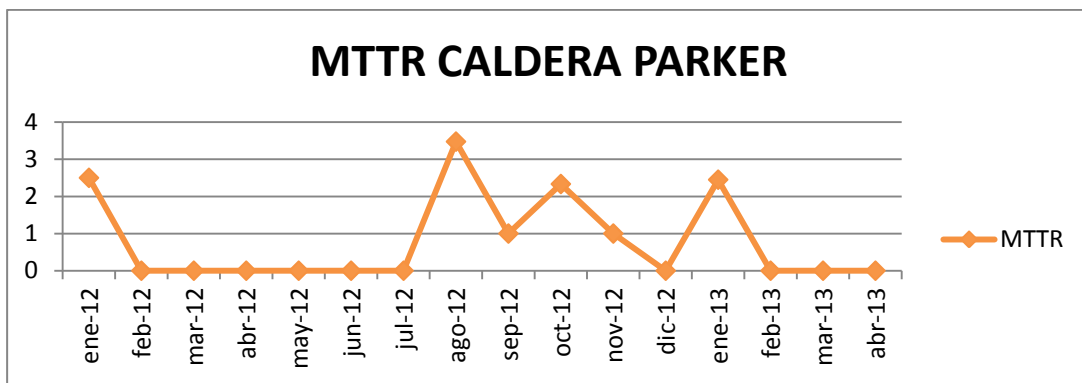


Figura 19. MTTR Caldera Parker.

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 20 muestra el MTTR de la máquina desferradora, tiene una gran variación, debido a que es un equipo muy completo, que necesita de mantenimientos diarios.

Durante el mes de agosto se puede apreciar el punto más alto de tiempos entre reparaciones siguiéndole el mes de enero del 2012 y enero del 2013, esto se debe a que el tipo de fallas ocurridas pudieron influir en la falta de algún material o así mismo que hayan sido emergencias muy continuas.

Además debido al trabajo rudo que realiza (el cual es el lavado y cincelado del cátodo de cobre), las cadena transversal, silletas, así como sensores suelen presentar fallas continuas, y son componentes esenciales para el buen funcionamiento de este equipo.

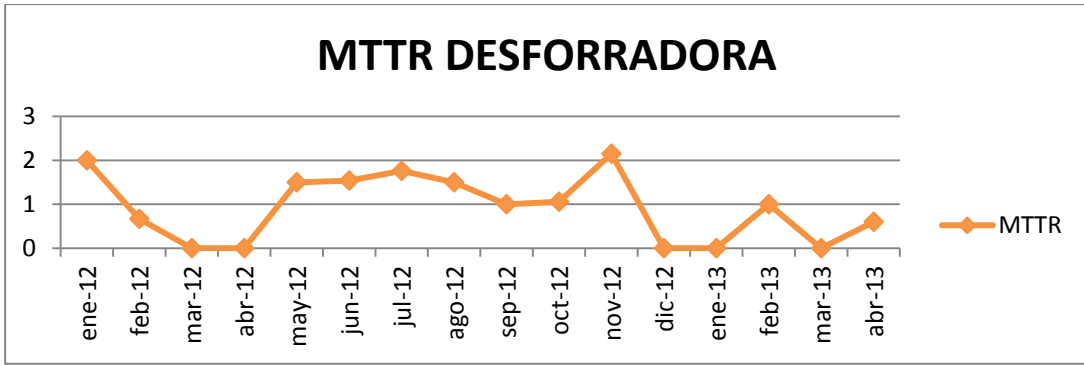


Figura 20. MTTR Desferradora.

Fuente: Elaboración Propia.

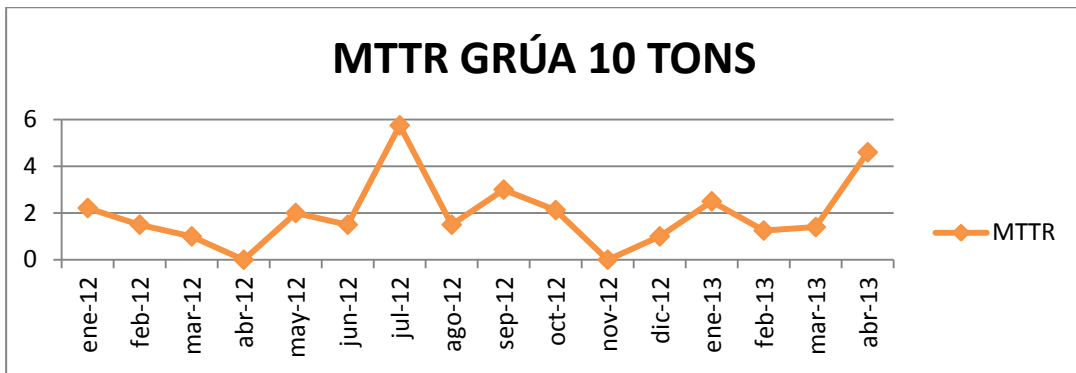


Figura 21. Grúa 10 Tons.

Fuente: Elaboración Propia.

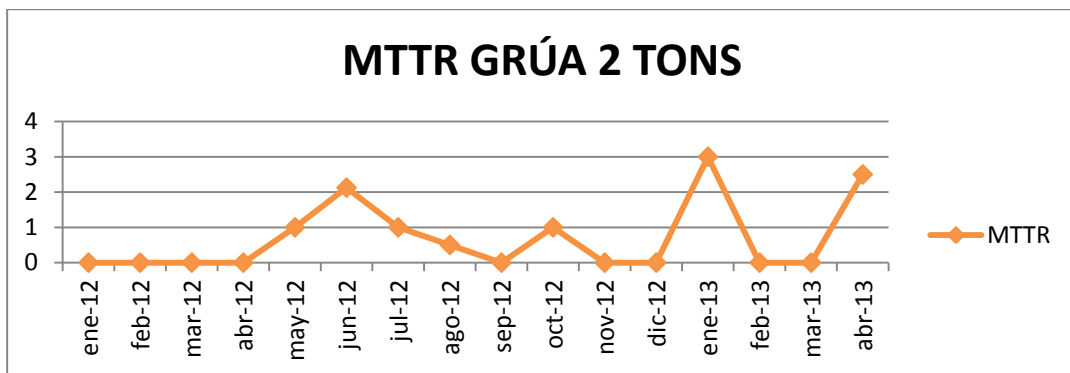


Figura 22. MTTR Grúa 2 Tons.

Fuente: Elaboración Propia.

La grúa de 10 tons y 2 tons difieren mucho, como se observa en las Figuras 21 y 22.

En la Figura 21, la grúa de 10 tons cuenta con una cresta muy alta en el mes de julio y agosto debido a que el tiempo de reparaciones fue muy alto, por diversas fallas presentadas en la grúa, ya que se tomó el tiempo para analizar la situación y buscar la causa raíz del problema.

En cambio en la Figura 22 las crestas más altas son el mes de enero y abril del 2013, no se presentan fallas tan continuas como lo es en la grúa de 10 tons y las pocas fallas que se llegan a presentar son en los ganchos auxiliares o los cables de polipasto.

En las siguientes Figuras 23 y 24 se aprecian la gran variación que se presentan en los rectificadores.

En el rectificador 1 (Figura 23) las crestas más altas son en marzo, septiembre y diciembre del 2012, y del 2013 el mes de marzo a diferencia del rectificador 2 (Figura 24), se pueden apreciar altas tendencias en el mes de junio y diciembre del 2012, y en abril del 2013.

Esto se debe a que señales de control y variaciones eléctricas entran primero por el rectificador 1, y no todo el tiempo se ve afectado el rectificador dos.

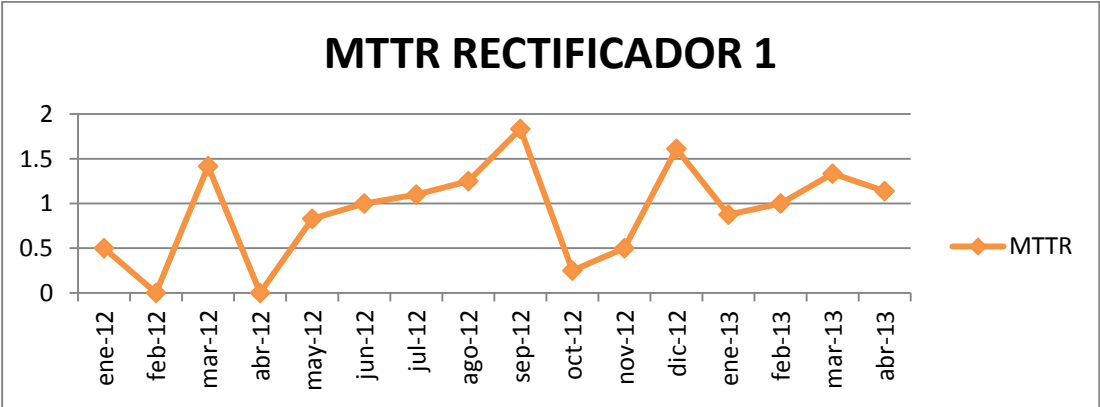


Figura 23. MTTR Rectificador 1.

Fuente: Elaboración Propia.

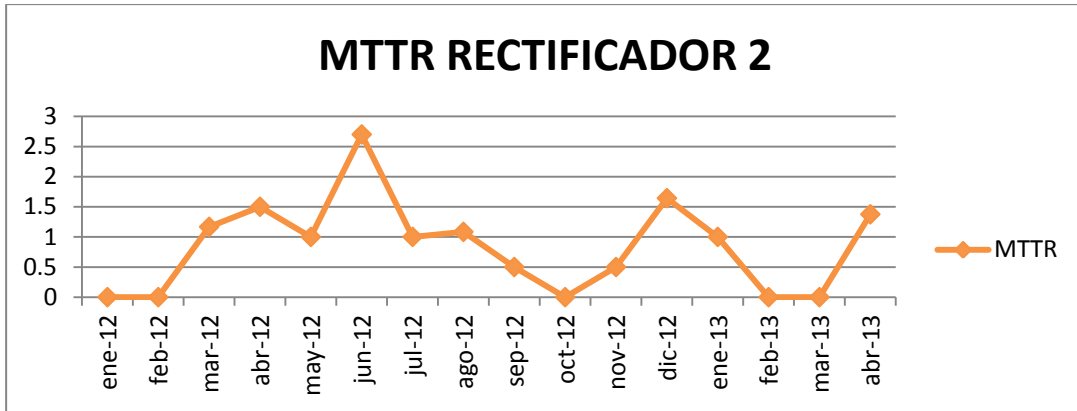


Figura 24. MTTR Rectificador 2.  
Fuente: Elaboración Propia.

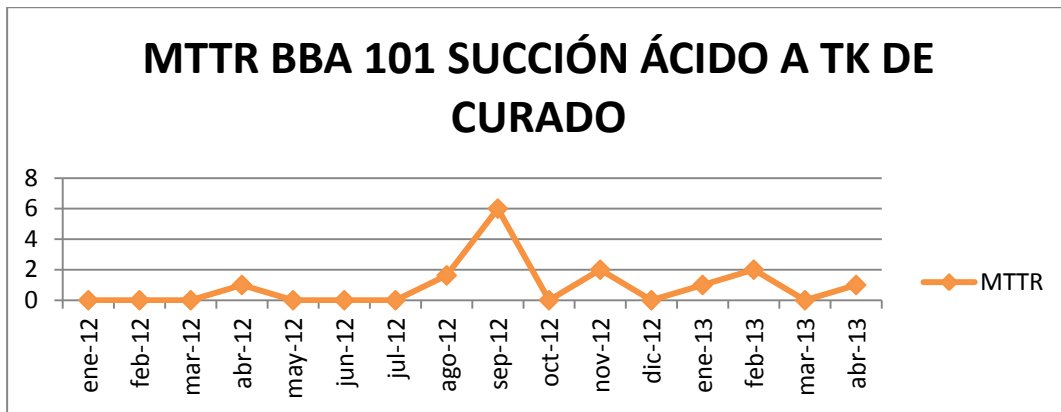


Figura 25. MTTR Bomba 101 Succión Ácido a Tanque de Curado.  
Fuente: Elaboración Propia.

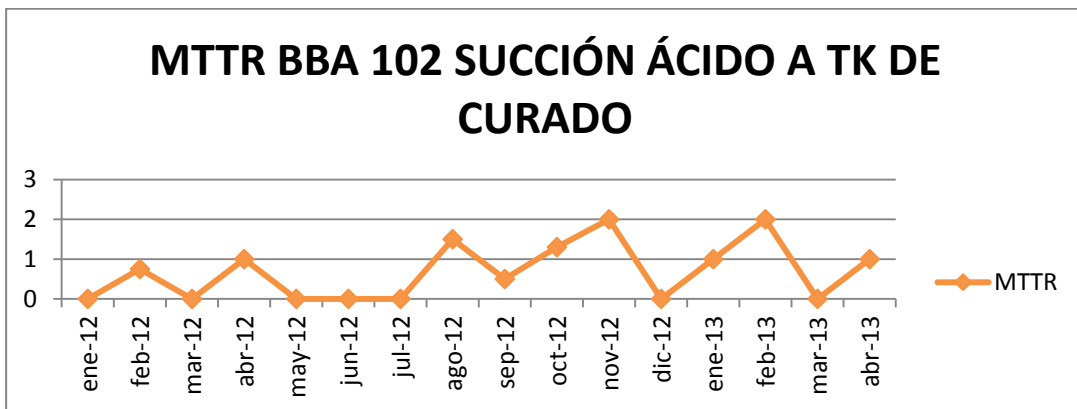


Figura 26. MTTR Bomba 102 Succión Ácido a Tanque de Curado.  
Fuente: Elaboración Propia.

Las Figuras anteriores la 25 y 26 muestran los tiempos entre reparaciones de las bombas 101 y 102 de succión de ácido a tanque de curado.

Se aprecia que la bomba 102 tiene más fallas que la 101, se presentan más variación en las crestas de la bomba 102 en los meses de agosto, octubre, noviembre del 2012 descendiendo en el mes de diciembre del mismo año, volviendo a subir en febrero del 2013, las fallas que presenta esta bomba siempre es la misma falla, la conexión de alimentación se ve afectada debido a los derrames que existen en el área de curado y todo queda humedecido afectando así a la conexión.

Por último las bombas verticales 14, 15, 16 y 17 del área de pilas (Figura 27, 28, 29 y 30) se puede observar en los cuatro gráficos la gran diversidad de crestas que existen entre las distintas bombas localizadas en el área de pilas durante el año del 2012 y de enero a abril del 2013, pero la que más fallas presenta es la bomba 17.

Las fallas ocurridas en las bombas verticales la mayor parte del tiempo se deben por las distintas variaciones de temperatura que se presentan en las bombas, las cuales se botan para proteger el equipo quedando así fuera del sistema.

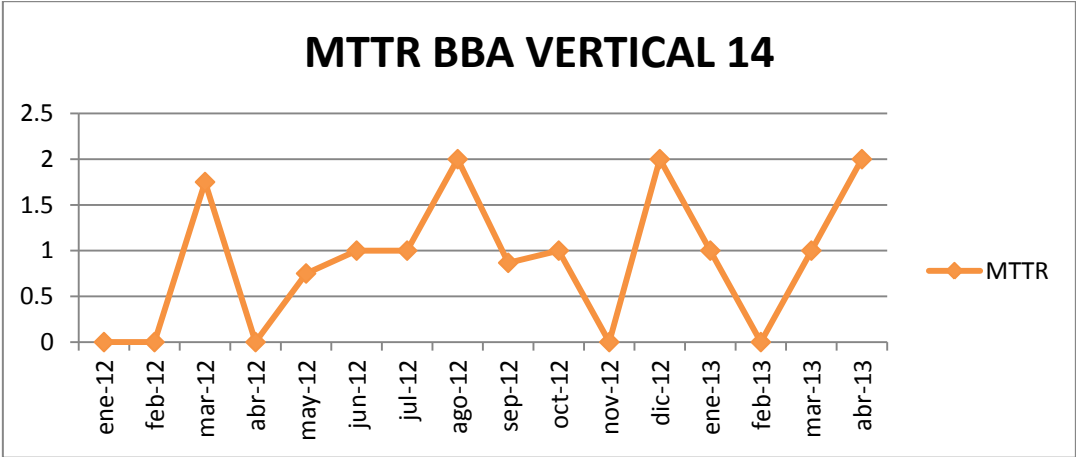


Figura 27. MTTR Bomba Vertical 14.

Fuente: Elaboración Propia.



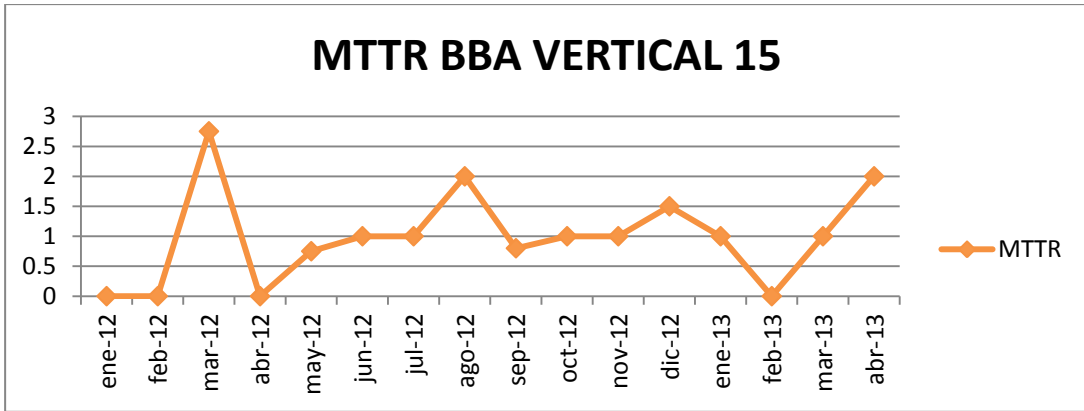


Figura 28. MTTR Bomba Vertical 15.

Fuente: Elaboración Propia.

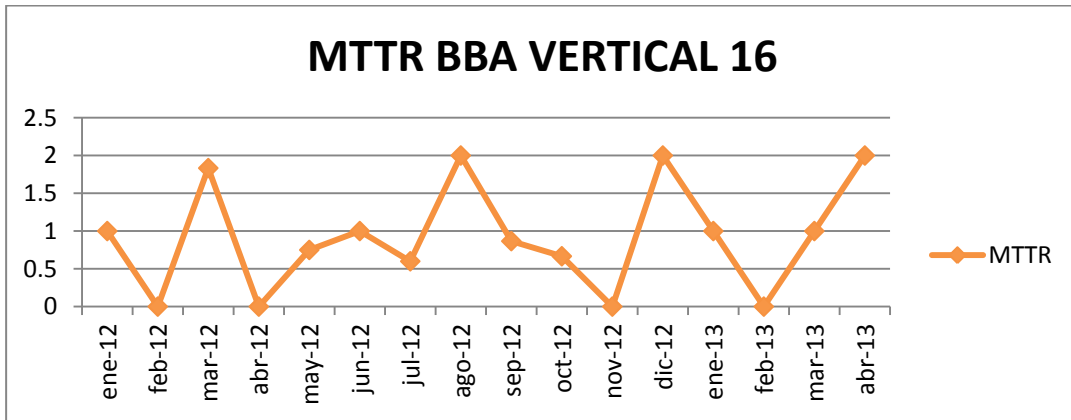


Figura 29. MTTR Bomba Vertical 16.

Fuente: Elaboración Propia.

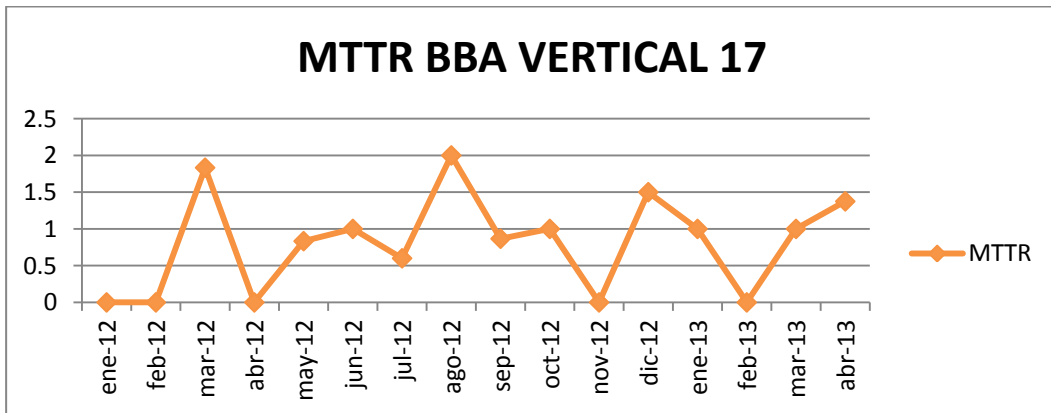


Figura 30. Bomba Vertical 17.

Fuente: Elaboración Propia.

La medición de este indicador a pesar de haber sido medido con las horas hombre, permitió conocer los tiempos empleados que se están implementando en los equipos, además este indicador permitió ver la eficiencia los equipos de trabajo.

Para poder llevar a cabo el MTBF se implementó el formato (ver Anexo 6), de igual manera se tomó como historial el año 2012 y la fórmula fue la siguiente:

$$17) MTBF = \frac{TT}{Npb}$$

El Tiempo Trabajo real (TT), se midió mensualmente, y los números de falla (Npb) presentado cada mes; el eje horizontal de igual manera que las figuras de MTTR se colocaron los meses de enero del 2012 a abril del 2013 y como eje vertical se consideraron los días del mes, obteniendo así de la siguiente manera los resultados.

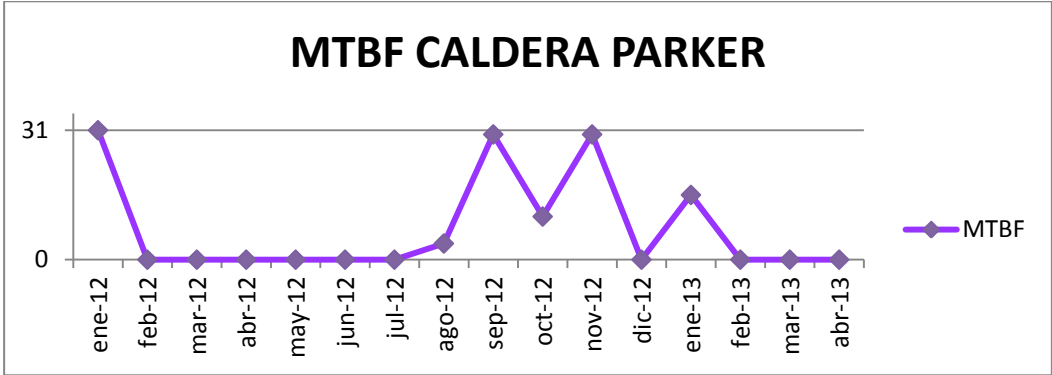


Figura 31. MTBF Caldera Parker.

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 31 muestra los tiempos entre falla presentados por mes, aquí es lo inverso a los tiempos entre reparaciones, los puntos más bajos o también llamados valles, son los de mayor impacto, ya que nos permitieron darnos cuenta que equipos están presentando fallas con más continuidad afectando así la confiabilidad de los distintos equipos impactando asimismo a parte del proceso.

En los meses de agosto, octubre del 2012 y enero del 2013 es donde más fallas se presentaron, esto se debe a que la caldera comenzó a presentar fallas hasta quedar fuera de servicio en el mes de febrero por lo cual fue necesario rentar una mientras esta caldera se encontraba en mantenimiento.

La Figura 32 de la desferradora en los meses de enero, febrero, mayo, junio, julio, agosto, octubre, noviembre del 2012 y abril del 2013 existen más fallas que son repetitivas una de ellas son los sensores ubicados en distintas partes del equipo.

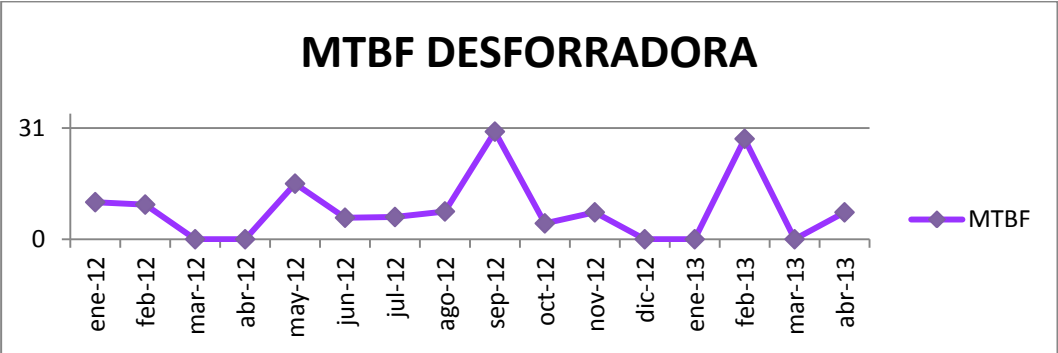


Figura 32. MTBF Desferradora.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 33 se puede apreciar la diversa cantidad de fallas ocurridas en los distintos meses de enero, febrero, octubre del 2012 asimismo en enero, marzo y abril del 2013, entre las fallas más repetitivas que se presentaron fueron en el cable de fuerza, gancho auxiliar, así como en los fusibles.

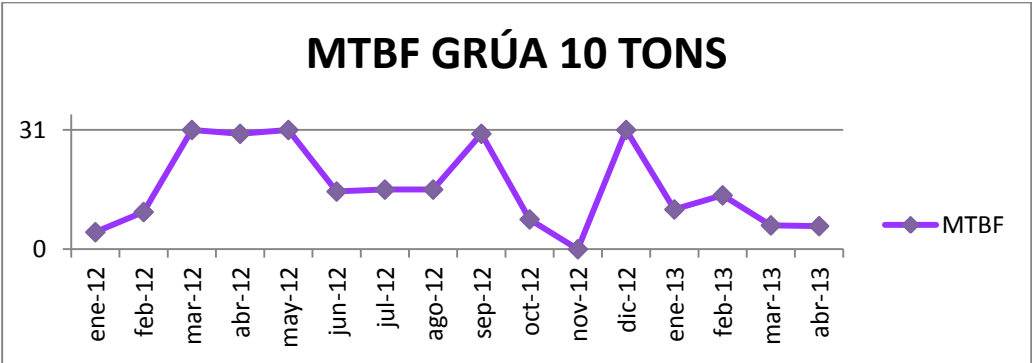


Figura 33. MTBF Grúa 10 Tons.

Fuente: Elaboración Propia.

En las Figuras 34 y 35 se aprecia la variación de fallas en los rectificadores 1 y 2; se puede observar que el rectificador uno es el que cuenta con más valles, esto se debe a como se explicó en el indicador de MTTR el rectificador 1 es el primero que recibe las señales de control y variaciones eléctricas y no todo el tiempo se ve afectado el rectificador 2.

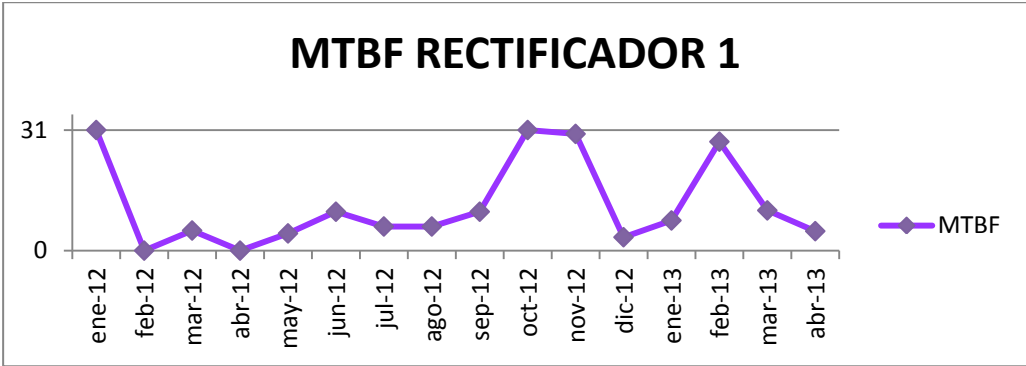


Figura 34. MTBF Rectificador 1.

Fuente: Elaboración Propia.

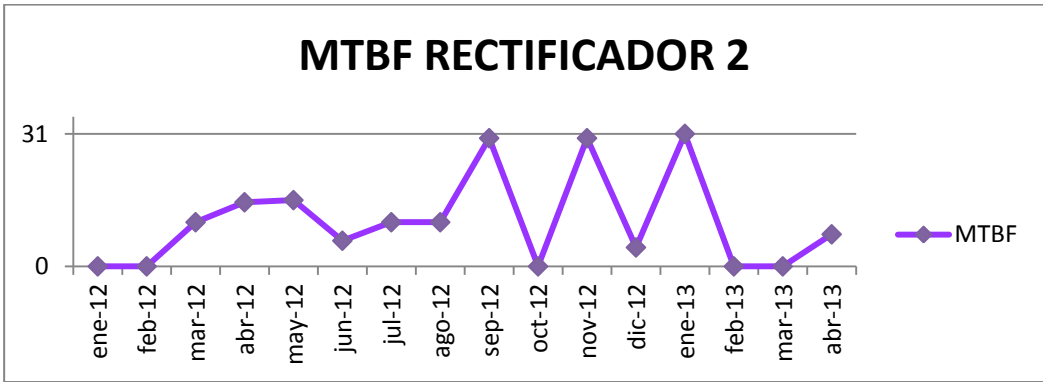


Figura 35. MTBF Rectificador 2.

Fuente: Elaboración Propia.

Las Figuras 36 y 37 muestran los tiempos entre fallas de las bombas de succión de ácido al tanque de curado, como se explicó anteriormente la bomba 102 es la que presenta más fallas, la cual cuenta con tiempos más largos, se logra apreciar que en el mes de abril del 2012 se presentaron varias fallas obteniendo así un punto bajo en el gráfico.

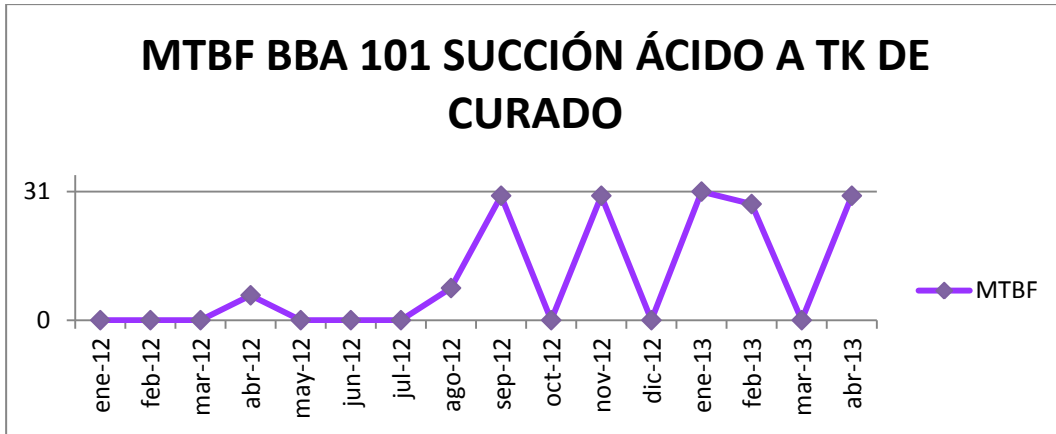


Figura 36. MTBF Bomba 101 Succión Ácido a Tanque de Curado.

Fuente: Elaboración Propia.

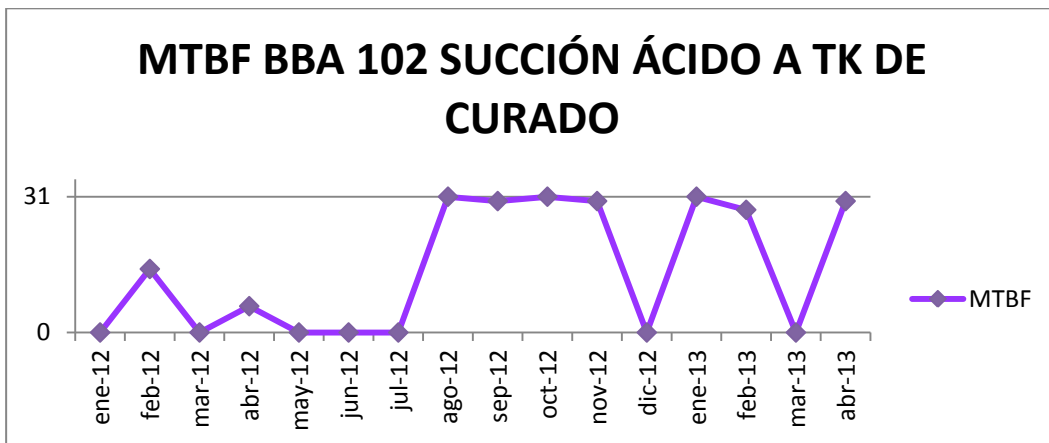


Figura 37. MTBF Bomba 102 Succión Ácido a Tanque de Curado.

Fuente: Elaboración Propia.

Y por último tenemos en las Figuras 38, 39, 40 y 41 las bombas verticales del área de pilas, observando así las distintas variaciones en los valles de cada una de las bombas durante el año 2012 y parte del 2013.

La mayoría de las bombas presentan al menos una falla o dos ocurridas durante el mes y por lo general la mayor parte del tiempo es la misma falla, a pesar de esto la bomba vertical que presenta consecutivamente más fallas es la bomba 17 y como ya se explicó los problemas que se presentan en las bombas son las variaciones de temperatura.

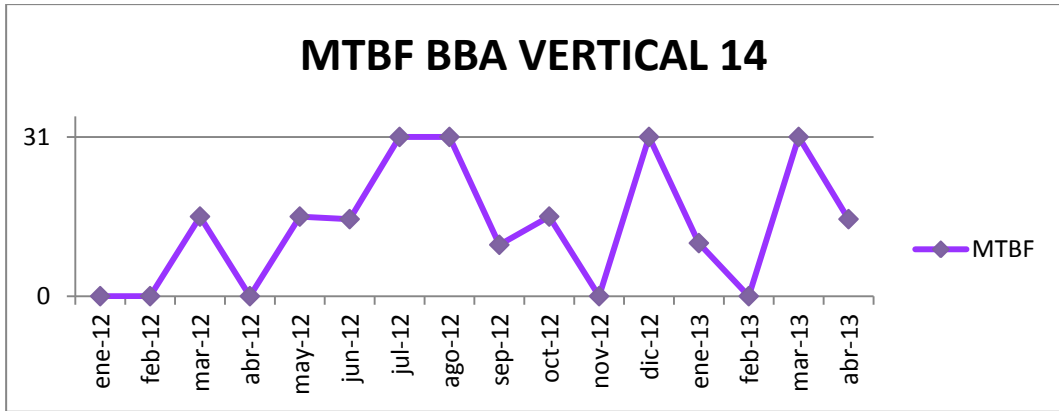


Figura 38. MTBF Bomba Vertical 14.

Fuente: Elaboración Propia.

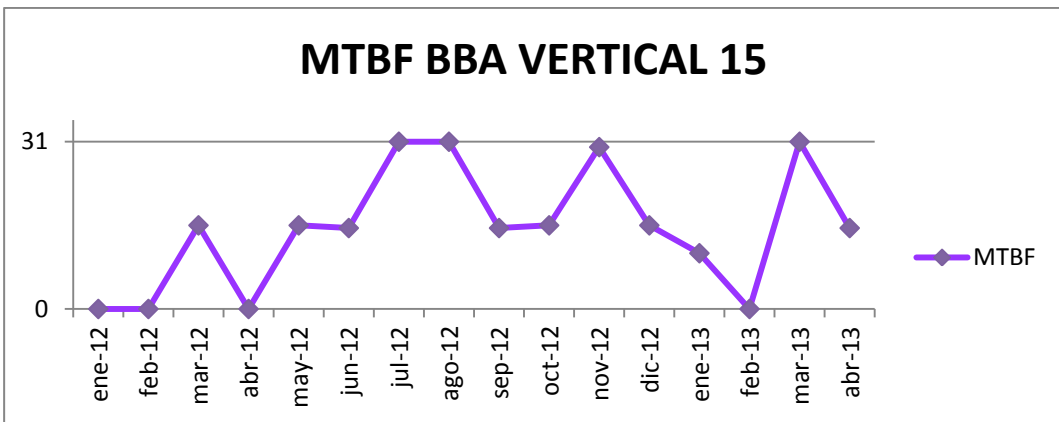


Figura 39. Bomba Vertical 15.

Fuente: Elaboración Propia.

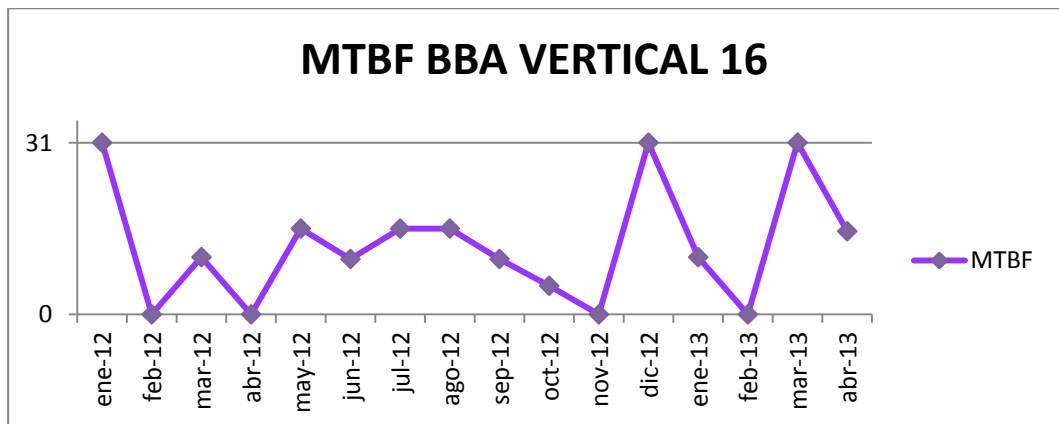


Figura 40. Bomba Vertical 16.

Fuente: Elaboración Propia.

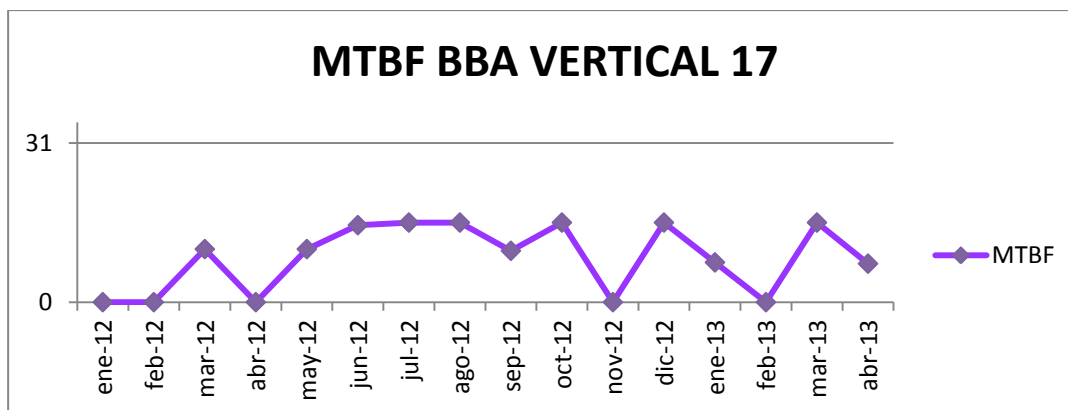


Figura 41. Bomba Vertical 17.

Fuente: Elaboración Propia.

Tener en cuenta la medición de este indicador fue importante porque nos permitió visualizar el tiempo promedio en que un equipo cumple con su función sin ser interrumpido debido a las diversas fallas que se presentan.

Por último se procedió a medir las Tasas de Realización de Mantenimiento Planificado (TRMP).

Con ayuda del EAM (programa utilizado en Cobre del Mayo, siendo el Administrativo Activo de Mantenimientos) se exportaron todas las actividades semanales por oficio (ver anexo 7) y con ayuda de los programas semanales (ver anexo 8) se exportaron a un formato en Excel (ver anexo 9), y asimismo se procedió a la realización de un último formato para la Tasa de Realización de Mantenimiento Planificado (ver anexo 10) por supervisor, al principio se comenzó a utilizar un formato más general ( ver anexo 11) por esas razones se decidió mejorarlo.

Contando una vez con toda la información anterior se utilizó la siguiente fórmula:

- Tasa de Realización de Mantenimiento Planificado

$$18) TRMP = \frac{\text{Cantidad actividades mto realizadas}}{\text{Cantidad actividades planificadas}}$$

Haber llevado a cabo la medición de este indicador fue de mucha ayuda porque así permitió conocer el desempeño por supervisor, de la misma manera permitió analizar por qué en ocasiones no se pudieron cumplir con los mantenimiento programados por días, como puede visualizarse en la figura 40, además de que se decidió llevar a cabo la evaluación de las Horas Hombres (HH), se calculó de la misma manera en la que se midió la Tasa de Realización de Mantenimiento.

Al igual que con la ayuda de este coeficiente se elaboró un formato en Excel para registrar las Órdenes de Trabajo (OT), para pendientes semanales lo cual permitió una mejor planeación semanal (ver anexo 12).

Como puede observarse en la Figura 40 un ejemplo de la evaluación realizada, se observan en el eje vertical izquierdo el número de las actividades y de lado derecho el número porcentual.

Se puede observar el número de actividades programadas semanalmente, consecutivamente el número de actividades ejecutadas, las no ejecutadas, así como los ejecutados no programados en otras palabras los mantenimientos correctivos.

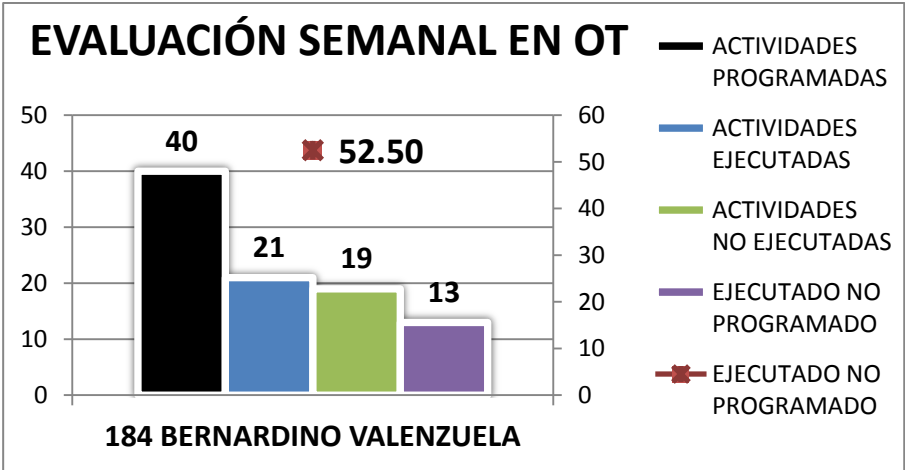


Figura 42. Tasa de Realización de Mantenimiento Planificado Semanal.

Fuente: Elaboración Propia.



La Figura 41 muestra la evaluación de Horas Hombre, se puede apreciar las horas programadas a la semana, las horas ejecutadas, las no ejecutadas así como una calificación de las horas desempeñadas semanalmente.

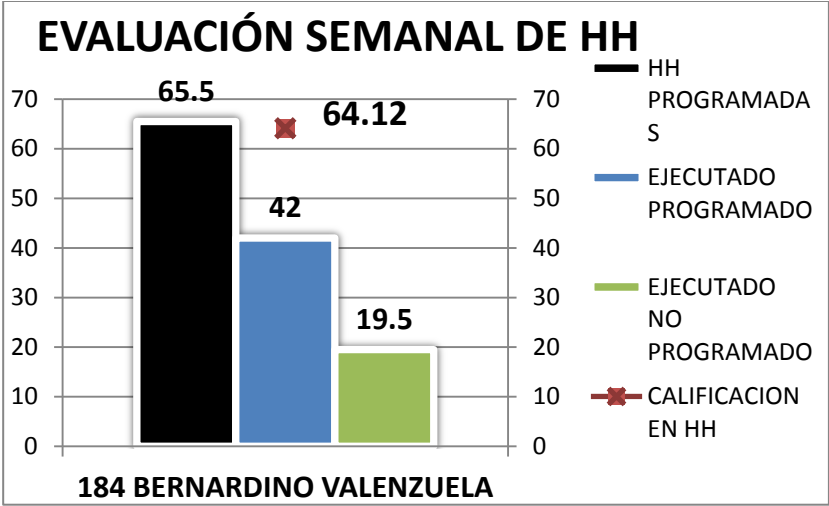


Figura 43. Evaluación Semanal de Horas Hombre.

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusión.**

El supuesto planteado en este estudio se cumplió en gran parte ya que una vez aplicada la herramienta de manufactura esbelta TPM, que tenía como objetivo mejorar la planeación y control del área de Mantenimiento Planta en una mina de extracción de cobre, la implementación de este instrumento demuestra que es una herramienta muy útil y efectiva para la medición y control de indicadores de los diversos equipos.

El objetivo de esta investigación era disminuir los mantenimientos correctivos y así contar con mejores reportes y el cálculo de diversos indicadores. Lográndose así

cumplir con la mayor parte del objetivo establecido inicialmente, además de esto se establecieron una serie de objetivos específicos que fueron importantes para la investigación del proyecto.

Hubo ciertos indicadores como la Efectividad, Calidad que no pudieron ser calculados por lo cual la Eficiencia Global de los equipos no fue posible llevarla a cabo, debido a la falta de información que existe en el departamento.

El primer objetivo fue elaborar un formato de órdenes de trabajo pendientes, fue posible llevarla a cabo, y hacer comprender a todo el personal que labora en el departamento, involucrándolo y que comprendieran la importancia de llevar a cabo este formato lo cual agilizó gran parte del trabajo elaborado.

El segundo objetivo fue la unificar la base de datos, esto se pudo lograr gracias a todo el apoyo del equipo de trabajo de Planeación, porque contar con buenos registros de la base de datos, facilita mucho la elaboración de la misma, así como para utilizarla para el cálculo de los indicadores de MTTR, MTBF y la medición de la Disponibilidad y Confiabilidad de los equipos.

Un último objetivo fue la cultura de trabajo, este no se pudo cumplir al cien por ciento, de todos los objetivos establecidos este es el más difícil de todos, debido a que cada persona tiene una manera de pensar y de trabajar diferente, la reeducación en los distintos ámbitos laborales es la más difícil, pero es una cultura que debe fomentarse día a día, recordando cual es la situación actual que estamos viviendo y cuál es la situación que realmente nos gustaría lograr vivir.

Las herramientas de manufactura esbelta se utilizan en cualquier tipo de industria, cabe mencionar que las organizaciones hoy en día son muy competitivas y todas están en busca de ser mejores cada día.

Concluyendo que la metodología de Mantenimiento Productivo Total, no es muy sencilla y compleja a su vez, porque requiere de un trabajo en equipo y que todos

comprendan la importancia de llevarla a cabo, al igual de darse cuenta de los beneficios que se obtendrán a largo plazo, de contar con equipos más eficientes, confiables, alta mantenibilidad, al igual que ofrecer productos de calidad, se debe recordar que el área de mantenimiento de una industria es tan importante como las demás, ya que gracias al equipo realizado del personal capacitado, el proceso no contará con interrupciones y será armonioso.

## **5.2 Recomendaciones.**

La investigación realizada sobre TPM en la mina Cobre del Mayo en el departamento de Mantenimiento Planta, es tan importante y relevante, porque gracias a este departamento el proceso se encuentra en óptimas condiciones.

Hay que recordar dar un seguimiento a cada uno de los diversos indicadores y formatos establecidos, los cuales servirán de apoyo y consulta en un futuro dado, además de recordar que los trabajos planeados serán mucho más sencillos así como los reportes semanales que se llevan a cabo.

Se recomienda llevar a cabo el trabajo en equipo con el departamento de Producción, debido a que trabajan de la mano, si no existiera uno el otro tampoco, dependen tanto el uno del otro, porque si trabajaran en conjunto podrían medir así la Eficiencia Global de cada uno de los equipos y asimismo de las áreas que el departamento tiene bajo su cargo.

Es una metodología que no se completará en corto plazo, quizás su estabilización pueda tomar un año pero hay que recordar tener comunicación entre los distintos departamentos y trabajadores, planteándose objetivos grandes pero alcanzables sin olvidar hacia donde quieren llegar, fomentando en sus trabajadores una cultura de trabajo, que no piensen que se les está cargando más actividades a sus programas

semanales, sino que es parte de su trabajo llevarlo a cabo, planteándose cuál es el producto final que se quiere lograr. Es recomendable definir el ganar-ganar, sin olvidar las metas establecidas que se propusieron al inicio de la investigación porque es un trabajo de todos, y así lograr una mejora continua con resultados positivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amendola, L. J. (2006). *Gestión de Proyectos de Activos Industriales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ayón Servin, M., & Palafox Valencia, F. J. (2009). *Guía del proceso hidrometalurgico de cobre*. Sonora, México.
- Creus Solé, A. (2005). *Fiabilidad y seguridad: su aplicación en procesos industriales*. España: Marcombo.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2010). *LEAN MANAGEMENT: Lean management es la gestión por competitiva por excelencia. Implantación progresiva en 7 etapas*. Barcelona: Profit Editorial.
- Drahňovský, I. J. (2011). TPM in Slovakia?
- García Alcaraz, J. L. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista facultad de Ingeniería de Antioquia* , 129-140.
- García Garrido, S. (2011). *La contratación del Mantenimiento Industrial: Procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- González Fernandez, F. J. (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. España: FC Editorial.
- Gutiérrez de MacGregor, M. T., & González Sánchez, J. (2005). *La cuenca de México y sus cambios demográficos-espaciales I.8.1*. México, DF: UNAM.
- Plaza Trovar, A. (2009). *Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión de mantenimiento industrial-Integración con calidad y riesgo Laborales-*. Lulu.com.
- ProMexico. (s.f.). Recuperado el 26 de Febrero de 2013, de [www.promexico.gob.mx](http://www.promexico.gob.mx)
- Sangüesa Sánchez, M., Mateo Dueñas, R., & Izarbe Izquierdo, L. (2006). *Teoría y Práctica de la Calidad*. España: Editor Paraninfo.
- Secretaría de Economía. (s.f.). Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de [www.1economiasonora.gob.mx](http://www.1economiasonora.gob.mx)
- Servicio Geológico Mexicano. (Agosto de 2011). Recuperado el 26 de Febrero de 2013, de [www.sgm.gob.mx](http://www.sgm.gob.mx)

Villegas López, G. (Agosto de 2009). Estudio longitudinal de los procesos de implantación de TPM en una empresa del sector automotriz (SOFASA), y la dinámica de cambio seguida. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.

**ANEXOS**



ELECTRODEPOSITACIÓN		SEMANA 11													
		7		8		9		10		11		12		13	
		TM	C	TM	C	TM	C	TM	C	TM	C	TM	C	TM	C
600HE014	CALDERA PARKER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CALDERA LUKAULT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600TK055	BBA TK DIESEL CALDERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600PP047	BOMBA 1 DE LLENADO DE CALDERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600PP049	BOMBA 2 DE LLENADO DE CALDERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600PP030	BOMBA 1 RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600PP031	BOMBA 2 RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600TK024	TK AGUA CALIENTE CALDERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600CM003	COMPRESOR EW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600AC006	A/C CCM EW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600EQ014	DESFORRADORA	2.5	0	3	0	1.5	0	1.5	0	3.3	0	4.8	0	7.5	
600PP058	BOMBA VERTICAL CARCAMO ÁREA DESFORRADORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600PP059	BOMBA 1 DE LAVADO DE CATODOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600PP060	BOMBA 2 DE LAVADO DE CATODOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	UNIDAD HIDRAULICA DESFORRADORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600AC017	MINI SPLIT UNIDAD HIDRAULICA DESFORRADORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600EQ016	MONTACARGAS	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	
600EQ013	FLEJADORA	0.25	0	0.25	0	0	0	0	0	0.25	0	0.25	0	1	
600SM001	MUESTREADORA DE CATODOS	0.25	0	0.25	0	0	0	0	0	0.25	0	1.25	0	0.25	
600EW001	CELDAS EW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
800PP057	BBA 57 (GUAR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
800PP073	BBA 73 (COBALTO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600HO010	GRUA VIAJERA	1.5	0	1.5	0	2	0	0.5	0	1.5	0	1.16	0	3.5	
600AC016	A/C GRUA VIAJERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600XR01	RECTIFICADOR 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0.18	0	0	0	
600XR02	RECTIFICADOR 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600AC007	A/C 1 25 TONS RECTIFICADOR 1	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	2	2	0	0	1	
600AC008	A/C 2 25 TONS RECTIFICADOR 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BBA 1 AGUA DE ENFRIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BBA 2 AGUA DE ENFRIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600AC011	CHILLER 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600AC012	CHILLER 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TK AGUA CHILLERS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600FN001	EXTRACTOR DE GASES 1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600FN002	EXTRACTOR DE GASES 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
600FN003	EXTRACTOR DE GASES 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexo 1. Formato de Registro de Tiempos de Mantenimiento y Correctivos.

FECHA	AÑO	No SEMANA	DIA LABORADO	TURNO	EMPLEADO	OFICIO	TIPO MITTO	EQUIPO	AREA	TAG	H.H.	OT EAM	HORAS MAQUINA	COMENTARIOS
24-abr-13	2013	17	N	2	257	EL	PV	GRUA 10 TONS	EW	600H0010	2	65574		SE REALIZO RECORRIDO DE INSPECCION PROGRAMADO DEL SEGUNDO TURNO POR PILAS
31-mar-13	2013	14	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		0.5	57621		SE DEJA OPERANDO CALDERA LUKAUT RENTADA
06-ene-13	2013	2	N	1	1207	EL	E	CALDERA	EW		4	53972		SE REALIZARON REPARACIONES A CALDERA MARCA PARKER DEBIDO A QUE SUFRIÓ UNA EXPLOSION POR ACUMULACION DE DIESEL, LO CUAL DAÑO LAS 2 TAPAS DE LADO IZQUIERDO TAMBIEN TROZANDO EL TRABESAÑO, DE IGUAL FORMA TAMBIEN SE DESPRENDIO LA VENTILA QUE SE ENCUENTRA EN LA CHIMENEA, DE LADO SE PRESENTA EXPLOSION EN CALDERA SE CAEN TAPAS SE DAÑA CUBIERTA Y VALVULA DE
06-ene-13	2013	2	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		4.4	53972		SE REESTABLECE CALDERA POR FALLA DE
05-ene-13	2013	2	N	1	317	IN	E	CALDERA	EW		0.5			SE REESTABLECIO LA CALDERA POR 3
20-nov-12	2012	47	N	2	257	EL	E	CALDERA	EW		1	49341		OCACIONES YA QUE SE PROTEGIA PORQUE NO
30-oct-12	2012	44	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		1.5	46449		SE CHECA CALDERA SE ENCUENTRA VENTILA DE REGULACION BAROMETRICA CAIDA POR EXPLOSION, SIGUE CON EXPLOSIONES CALDERA,
17-oct-12	2012	42	N	1	317	IN	E	CALDERA	EW		1.5	45059		SE ENCONTRO CALDERA CON BAJA PRESION Y SEGUN HISTORIA, FALLA DE FLAMA; SE REESTABLECIO, SE HICIERON PRUEBAS DE NIVEL DE AGUA EN EL DOMO, OK, SE TRABAJÓ CON
17-oct-12	2012	42	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		1.5	45509		SE REVISAL CALDERA SE REPORTA FALLA DE FLAMA, SE CHECA SISTEMA DE NIVEL DE AGUA,
16-oct-12	2012	42	N	1	1075	MM	E	CALDERA	EW		4	45126		EN CALDERA SE REvisa SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE AGUA TARJETA NO DETECTA CORRECTAMENTE, SE HACEN PRUEBAS, SE MIDE
01-sep-12	2012	36	N	2	1198	EL	E	CALDERA	EW		1	40869		SE REESTABLECE CALDERA, SE PROTEGIO POR
26-ago-12	2012	35	N	1	317	IN	E	CALDERA	EW		2.7	40254		SE REESTABLECIO CALDERA EN 3 OCACIONES, DEBIDO A QUE SE PROTEGIA POR MUY ALTA PRESION, LO QUE INDICA QUE EL SWITCH OPERATIVO Y MODULANTE NO FUNCIONAN ADECUADAMENTE, POR TAL MOTIVO, SE
22-ago-12	2012	34	N	2	1207	EL	E	CALDERA	EW		1	39510		SE PROTEGIO CALDERA LA FALLA FUE POR EL
14-ago-12	2012	33	N	1	317	IN	E	CALDERA	EW		1.4			SE ACUDE A CALDERA DEBIDO A EMERGENCIA, SE HABIA PARADO POR ALTA PRESION, ESTO DEBIDO A QUE EL SWITCH DE PRESION DE
14-ago-12	2012	33	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		1	OK		SE CHECA FALLA EN CALDERA SE MONITOREA
10-ago-12	2012	33	N	1	184	EL	E	CALDERA	EW		5	37955		CON AYUDA DE PERSONAL EXTERNO SE LOGRO SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE EXPLOSIONES EN EL ARRANQUE SE TUBO PROBLEMAS CON EL ESPREADO DE COMBUSTIBLE SE REVISO
10-ago-12	2012	33	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		5.6	37995		SE BRINDA APOYO A PERSONAL DE CASEI EN REVISION DE CALDERA, SE CAMBIA NOZZLE DE ATOMIZADO DE 17 GAL EL CUAL NO FUNCIONA YA QUE NO SE PUDO AJUSTAR COMBUSTION, SE OPTA
09-ago-12	2012	33	N	1	1209	EL	E	CALDERA	EW		5	37955		OK SE HIZO UNA REVISION GENERAL OK NO SE
09-ago-12	2012	33	N	1	184	EL	E	CALDERA	EW		7	37955		OK SE HIZO UNA REVISION GENERAL OK NO SE
09-ago-12	2012	33	N	1	1237	IN	E	CALDERA	EW		7.1	37995		Se encuentra tapa de chimenea en caldera caída debido a explosión violenta, se alcanza a observar una de esas explosiones por lo que se decide limpiar quemador, se retira quemador se limpia, al instalarlo se tubo problemas por flama (no encendia correctamente, se estuvieron haciendo diversas pruebas sin éxito, el día de mañana esta programado visita de persona CASEI para revision de equipo caldera. Sensores de nivel fuga vapor que se filtra por conexiones licuante se necesita agregar teflón. Se quita permisisvo de temperatura.
09-ago-12	2012	33	N	1	1075	MM	E	CALDERA	EW		6.1	OK		CALDERA, SE APOYA A SAUL CORRAL Y BERNARDINO EN TRABAJOS VARIOS DE LA
04-ago-12	2012	32	N	1	1198	EL	E	CALDERA	EW		3	OK		SE ATIENDE FALLA EN CALDERA, REPORTARON QUE NO PRENDIA, SE REVISO Y SE ENCONTRO INTERRUPTOR DE PROTECCION POR ALTA
04-ago-12	2012	32	N	1	1551	EL	E	CALDERA	EW		3	OK		SE ATIENDE FALLA EN CALDERA, REPORTARON QUE NO PRENDIA, SE REVISO Y SE ENCONTRO INTERRUPTOR DE PROTECCION POR ALTA
02-ago-12	2012	32	N	1	1551	EL	E	CALDERA	EW		2	OK		SE CAMBIO PRESSURETROL CONTROLADOR DE
02-ago-12	2012	32	N	1	1198	EL	E	CALDERA	EW		2	OK		SE CAMBIO PRESSURETROL CONTROLADOR DE
02-ago-12	2012	32	N	1	257	EL	E	CALDERA	EW		2	OK		SE CAMBIO PRESSURETROL CONTROLADOR DE
01-ago-12	2012	31	N	1	1551	EL	E	CALDERA	EW		5			SE ATIENDE FALLA EN CALDERA QUE HABIA QUEDADO FUERA DESDE EL TURNO ANTERIOR, SE BUSCA CAUSA DE FALLA REVISANDO CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE CONTROL COMO CONEXIONES, CABLEADO, RELEVADORES, TARGETAS, SWCHS, TERMINALES, ELECTRODOS DE SWCHS DE NIVELES (PERMISIVOS) LA FALLA
01-ago-12	2012	31	N	1	1209	EL	E	CALDERA	EW		5			SE ATIENDE FALLA EN CALDERA QUE HABIA QUEDADO FUERA DESDE EL TURNO ANTERIOR, SE BUSCA CAUSA DE FALLA REVISANDO CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE CONTROL COMO CONEXIONES, CABLEADO, RELEVADORES, TARGETAS, SWCHS, TERMINALES, ELECTRODOS DE SWCHS DE NIVELES (PERMISIVOS) LA FALLA

Anexo 2. Base de Datos.

AREA Y EQUIPOS		DISPONIBILIDAD SEMANA 11				
ELECTRODEPOSITACIÓN		TOTAL TIEMPO MTTO	MTTO CORRECTIVO	TIEMPO DEL PERIODO	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
600HE014	CALDERA PARKER	0	0	168	100	100
	CALDERA LUKAULT	0	0	168	100	100
600TK055	BBA TK DIESEL CALDERA	0	0	168	100	100
600PP047	BOMBA 1 DE LLENADO DE CALDERA	0	0	168	100	100
600PP049	BOMBA 2 DE LLENADO DE CALDERA	0	0	168	100	100
600PP030	BOMBA 1 RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE	0	0	168	100	100
600PP031	BOMBA 2 RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE	0	0	168	100	100
600TK024	TK AGUA CALIENTE CALDERA	0	0	168	100	100
600CM003	COMPRESOR EW	0	0	168	100	100
600AC006	A/C CCM EW	0	0	168	100	100
600EQ014	DESFORRADORA	24.1	0	168	85.6547619	100
600PP058	BOMBA VERTICAL CARCAMO ÁREA DESFORRADORA	0	0	168	100	100
600PP059	BOMBA 1 DE LAVADO DE CATODOS	0	0	168	100	100
600PP060	BOMBA 2 DE LAVADO DE CATODOS	0	0	168	100	100

Anexo 3. Formato de Registro de Disponibilidad y Confiabilidad.



MTRR - Mean Time To Repair									
ELECTRODEPOSITACIÓN									
TAG	EQUIPO	2012			2013				
		TR	NR	TOTAL HRS/FALLA		TR	NR	TOTAL HRS/FALLA	
600HE014	CALDERA PARKER	ene-12	2,5	1	2,5	ene-13	4,9	2	2,45
		feb-12	0	0	#DIV/0!	feb-13	0	0	#DIV/0!
		mar-12	0	0	#DIV/0!	mar-13	0	0	#DIV/0!
		abr-12	0	0	#DIV/0!	abr-13	0	0	#DIV/0!
		may-12	0	0	#DIV/0!	may-13	0	0	#DIV/0!
		jun-12	0	0	#DIV/0!	jun-13	0	0	#DIV/0!
		jul-12	0	0	#DIV/0!	jul-13	0	0	#DIV/0!
		ago-12	27,8	8	3,475	ago-13	0	0	#DIV/0!
		sep-12	1	1	1	sep-13	0	0	#DIV/0!
		oct-12	7	3	2,333333333	oct-13	0	0	#DIV/0!
		nov-12	1	1	1	nov-13	0	0	#DIV/0!
		dic-12	0	0	#DIV/0!	dic-13	0	0	#DIV/0!
600EQ014	DESFORRADORA	ene-12	6	3	2	ene-13	0	0	#DIV/0!
		feb-12	2	3	0,666666667	feb-13	1	1	1
		mar-12	0	0	#DIV/0!	mar-13	0	0	#DIV/0!
		abr-12	0	0	#DIV/0!	abr-13	0	0	#DIV/0!
		may-12	3	2	1,5	may-13	0	0	#DIV/0!
		jun-12	7,7	5	1,54	jun-13	0	0	#DIV/0!
		jul-12	8,8	5	1,76	jul-13	0	0	#DIV/0!
		ago-12	6	4	1,5	ago-13	0	0	#DIV/0!
		sep-12	1	1	1	sep-13	0	0	#DIV/0!
		oct-12	7,4	7	1,057142857	oct-13	0	0	#DIV/0!
		nov-12	8,6	4	2,15	nov-13	0	0	#DIV/0!
		dic-12	0	0	#DIV/0!	dic-13	0	0	#DIV/0!
600HO010	GRUA VIAJERA 10 TONS	ene-12	15,5	7	2,214285714	ene-13	7,5	3	2,5
		feb-12	4,5	3	1,5	feb-13	2,5	2	1,25
		mar-12	1	1	1	mar-13	7	5	1,4
		abr-12	2	1	0	abr-13	0	0	#DIV/0!
		may-12	2	1	2	may-13	0	0	#DIV/0!
		jun-12	3	2	1,5	jun-13	0	0	#DIV/0!
		jul-12	11,5	2	5,75	jul-13	0	0	#DIV/0!
		ago-12	3	2	1,5	ago-13	0	0	#DIV/0!
		sep-12	3	1	3	sep-13	0	0	#DIV/0!
		oct-12	8,5	4	2,125	oct-13	0	0	#DIV/0!
		nov-12	0	0	#DIV/0!	nov-13	0	0	#DIV/0!
		dic-12	1	1	1	dic-13	0	0	#DIV/0!
600HO014	GRUA VIAJERA 2 TONS	ene-12	0	0	#DIV/0!	ene-13	6	2	3
		feb-12	0	0	#DIV/0!	feb-13	0	0	#DIV/0!
		mar-12	0	0	#DIV/0!	mar-13	0	0	#DIV/0!
		abr-12	0	0	0	abr-13	0	0	#DIV/0!
		may-12	1	1	1	may-13	0	0	#DIV/0!
		jun-12	8,5	4	2,125	jun-13	0	0	#DIV/0!
		jul-12	3	3	1	jul-13	0	0	#DIV/0!
		ago-12	1	2	0,5	ago-13	0	0	#DIV/0!
		sep-12	0	0	#DIV/0!	sep-13	0	0	#DIV/0!
		oct-12	1	1	1	oct-13	0	0	#DIV/0!
		nov-12	0	0	#DIV/0!	nov-13	0	0	#DIV/0!
		dic-12	0	0	#DIV/0!	dic-13	0	0	#DIV/0!
600XR01	RECTIFICADOR 1	ene-12	0,5	1	0,5	ene-13	3,5	4	0,875
		feb-12	0	0	0	feb-13	1	1	1
		mar-12	8,5	6	1,416666667	mar-13	4	3	1,333333333
		abr-12	0	0	#DIV/0!	abr-13	0	0	#DIV/0!
		may-12	5,8	7	0,828571429	may-13	0	0	#DIV/0!
		jun-12	3	3	1	jun-13	0	0	#DIV/0!
		jul-12	5,5	5	1,1	jul-13	0	0	#DIV/0!
		ago-12	6,25	5	1,25	ago-13	0	0	#DIV/0!
		sep-12	5,5	3	1,833333333	sep-13	0	0	#DIV/0!
		oct-12	0,25	1	0,25	oct-13	0	0	#DIV/0!
		nov-12	0,5	1	0,5	nov-13	0	0	#DIV/0!
		dic-12	14,5	9	1,611111111	dic-13	0	0	#DIV/0!
600XR02	RECTIFICADOR 2	ene-12	0	0	0	ene-13	1	1	1
		feb-12	0	0	0	feb-13	0	0	#DIV/0!
		mar-12	3,5	3	1,166666667	mar-13	0	0	#DIV/0!
		abr-12	3	2	1,5	abr-13	0	0	#DIV/0!
		may-12	2	2	1	may-13	0	0	#DIV/0!
		jun-12	13,5	5	2,7	jun-13	0	0	#DIV/0!
		jul-12	3	3	1	jul-13	0	0	#DIV/0!
		ago-12	3,25	3	1,083333333	ago-13	0	0	#DIV/0!
		sep-12	0,5	1	0,5	sep-13	0	0	#DIV/0!
		oct-12	0	0	#DIV/0!	oct-13	0	0	#DIV/0!
		nov-12	0,5	1	0,5	nov-13	0	0	#DIV/0!
		dic-12	11,5	7	1,642857143	dic-13	0	0	#DIV/0!

Anexo 5. Formato de MTRR.

## MTBF - Mean Time Between Failures

ELECTRODEPOSITACIÓN																																																																																	
TAG	EQUIPO	2012	2013																																																																														
<b>600HE014</b>	<b>CALDERA PARKER</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td>feb-12</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">8</td></tr><tr><td>sep-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td>oct-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">3</td></tr><tr><td>nov-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td>dic-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-12	31	1	feb-12	29	0	mar-12	31	0	abr-12	30	0	may-12	31	0	jun-12	30	0	jul-12	31	0	ago-12	31	8	sep-12	30	1	oct-12	31	3	nov-12	30	1	dic-12	31	0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">2</td></tr><tr><td>feb-13</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-13	31	2	feb-13	28	0	mar-13	31	0	abr-13	30	0	may-13	31	0	jun-13	30	0	jul-13	31	0	ago-13	31	0	sep-13	30	0	oct-13	31	0	nov-13	30	0	dic-13	31	0
		TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																													
		ene-12	31	1																																																																													
		feb-12	29	0																																																																													
		mar-12	31	0																																																																													
		abr-12	30	0																																																																													
		may-12	31	0																																																																													
		jun-12	30	0																																																																													
		jul-12	31	0																																																																													
		ago-12	31	8																																																																													
		sep-12	30	1																																																																													
		oct-12	31	3																																																																													
		nov-12	30	1																																																																													
dic-12	31	0																																																																															
TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																															
ene-13	31	2																																																																															
feb-13	28	0																																																																															
mar-13	31	0																																																																															
abr-13	30	0																																																																															
may-13	31	0																																																																															
jun-13	30	0																																																																															
jul-13	31	0																																																																															
ago-13	31	0																																																																															
sep-13	30	0																																																																															
oct-13	31	0																																																																															
nov-13	30	0																																																																															
dic-13	31	0																																																																															
<b>600TK055</b>	<b>BBA TK DIESEL CALDERA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td>feb-12</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-12	31	1	feb-12	29	0	mar-12	31	0	abr-12	30	0	may-12	31	0	jun-12	30	0	jul-12	31	0	ago-12	31	0	sep-12	30	0	oct-12	31	0	nov-12	30	0	dic-12	31	0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-13</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">1</td></tr><tr><td>mar-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-13	31	0	feb-13	28	1	mar-13	31	0	abr-13	30	0	may-13	31	0	jun-13	30	0	jul-13	31	0	ago-13	31	0	sep-13	30	0	oct-13	31	0	nov-13	30	0	dic-13	31	0
		TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																													
		ene-12	31	1																																																																													
		feb-12	29	0																																																																													
		mar-12	31	0																																																																													
		abr-12	30	0																																																																													
		may-12	31	0																																																																													
		jun-12	30	0																																																																													
		jul-12	31	0																																																																													
		ago-12	31	0																																																																													
		sep-12	30	0																																																																													
		oct-12	31	0																																																																													
		nov-12	30	0																																																																													
dic-12	31	0																																																																															
TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																															
ene-13	31	0																																																																															
feb-13	28	1																																																																															
mar-13	31	0																																																																															
abr-13	30	0																																																																															
may-13	31	0																																																																															
jun-13	30	0																																																																															
jul-13	31	0																																																																															
ago-13	31	0																																																																															
sep-13	30	0																																																																															
oct-13	31	0																																																																															
nov-13	30	0																																																																															
dic-13	31	0																																																																															
<b>600PP047</b>	<b>BBA 1 DE LLENADO DE CALDERA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-12</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-12	31	0	feb-12	29	0	mar-12	31	0	abr-12	30	0	may-12	31	0	jun-12	30	0	jul-12	31	0	ago-12	31	0	sep-12	30	0	oct-12	31	0	nov-12	30	0	dic-12	31	0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-13</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-13	31	0	feb-13	28	0	mar-13	31	0	abr-13	30	0	may-13	31	0	jun-13	30	0	jul-13	31	0	ago-13	31	0	sep-13	30	0	oct-13	31	0	nov-13	30	0	dic-13	31	0
		TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																													
		ene-12	31	0																																																																													
		feb-12	29	0																																																																													
		mar-12	31	0																																																																													
		abr-12	30	0																																																																													
		may-12	31	0																																																																													
		jun-12	30	0																																																																													
		jul-12	31	0																																																																													
		ago-12	31	0																																																																													
		sep-12	30	0																																																																													
		oct-12	31	0																																																																													
		nov-12	30	0																																																																													
dic-12	31	0																																																																															
TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																															
ene-13	31	0																																																																															
feb-13	28	0																																																																															
mar-13	31	0																																																																															
abr-13	30	0																																																																															
may-13	31	0																																																																															
jun-13	30	0																																																																															
jul-13	31	0																																																																															
ago-13	31	0																																																																															
sep-13	30	0																																																																															
oct-13	31	0																																																																															
nov-13	30	0																																																																															
dic-13	31	0																																																																															
<b>600PP049</b>	<b>BBA 2 DE LLENADO DE CALDERA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-12</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-12	31	0	feb-12	29	0	mar-12	31	0	abr-12	30	0	may-12	31	0	jun-12	30	0	jul-12	31	0	ago-12	31	0	sep-12	30	0	oct-12	31	0	nov-12	30	0	dic-12	31	0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-13</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-13	31	0	feb-13	28	0	mar-13	31	0	abr-13	30	0	may-13	31	0	jun-13	30	0	jul-13	31	0	ago-13	31	0	sep-13	30	0	oct-13	31	0	nov-13	30	0	dic-13	31	0
		TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																													
		ene-12	31	0																																																																													
		feb-12	29	0																																																																													
		mar-12	31	0																																																																													
		abr-12	30	0																																																																													
		may-12	31	0																																																																													
		jun-12	30	0																																																																													
		jul-12	31	0																																																																													
		ago-12	31	0																																																																													
		sep-12	30	0																																																																													
		oct-12	31	0																																																																													
		nov-12	30	0																																																																													
dic-12	31	0																																																																															
TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																															
ene-13	31	0																																																																															
feb-13	28	0																																																																															
mar-13	31	0																																																																															
abr-13	30	0																																																																															
may-13	31	0																																																																															
jun-13	30	0																																																																															
jul-13	31	0																																																																															
ago-13	31	0																																																																															
sep-13	30	0																																																																															
oct-13	31	0																																																																															
nov-13	30	0																																																																															
dic-13	31	0																																																																															
<b>600PP030</b>	<b>BBA 1 DE RECIRCULACIÓN AGUA CALIENTE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-12</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-12</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-12</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-12	31	0	feb-12	29	0	mar-12	31	0	abr-12	30	0	may-12	31	0	jun-12	30	0	jul-12	31	0	ago-12	31	0	sep-12	30	0	oct-12	31	0	nov-12	30	0	dic-12	31	0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th>TT</th><th>NPB</th><th>TOTAL DIAS/FALLA</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>feb-13</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>mar-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>abr-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>may-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jun-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>jul-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>ago-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>sep-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>oct-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>nov-13</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0</td></tr><tr><td>dic-13</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">0</td></tr></tbody></table>	TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA	ene-13	31	0	feb-13	28	0	mar-13	31	0	abr-13	30	0	may-13	31	0	jun-13	30	0	jul-13	31	0	ago-13	31	0	sep-13	30	0	oct-13	31	0	nov-13	30	0	dic-13	31	0
		TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																													
		ene-12	31	0																																																																													
		feb-12	29	0																																																																													
		mar-12	31	0																																																																													
		abr-12	30	0																																																																													
		may-12	31	0																																																																													
		jun-12	30	0																																																																													
		jul-12	31	0																																																																													
		ago-12	31	0																																																																													
		sep-12	30	0																																																																													
		oct-12	31	0																																																																													
		nov-12	30	0																																																																													
dic-12	31	0																																																																															
TT	NPB	TOTAL DIAS/FALLA																																																																															
ene-13	31	0																																																																															
feb-13	28	0																																																																															
mar-13	31	0																																																																															
abr-13	30	0																																																																															
may-13	31	0																																																																															
jun-13	30	0																																																																															
jul-13	31	0																																																																															
ago-13	31	0																																																																															
sep-13	30	0																																																																															
oct-13	31	0																																																																															
nov-13	30	0																																																																															
dic-13	31	0																																																																															

Anexo 6. Formato de MTBF.

Tipo de Horas : <b>TODOS</b>		Fecha Inicial: 04/04/2013		<b>SEMANAN 15 (DEL 4 AL 10 DE ABRIL 2013)</b>				Departamento: <b>MANTENIMIENTO PLANTA</b>	
Empleado : <b>TODOS</b>		Fecha Final: 10/04/2013							
Ocupación : <b>EL</b>									
NOMBRE	OCUPACION	FECHA	HORAS TRAB.	TIPO HORAS	OT	PROGRAMADO	DESCRIPCION OT	ESTADO OT	EQUIPO
1198RAFA EL		07/04/2013	2.00	N	62968	OK	PL-SE RECORRIDO PREV. DOMINGO 1ER TURNO ELECTRICO	Terminado	300CM013
1198RAFA EL		07/04/2013	2.00	N	63056	OK	HACER LIMPIEZA EN TRANSFORMADOR DEL CUARTO ELÉCTRICO EN ESTACION DIESEL	Terminado	CDM-PTA-APO
1198RAFA EL		07/04/2013	2.00	N	63490	OK	HABILITAR DOSIFICADOR DE GUAR. Y COBALTO DE CELDAS DE EW	Emitido-Listo para ejecutarse	600EW001
1198RAFA EL		07/04/2013	2.00	N	64214	NO	REVISION DE CONTROL DE GRUA VIAJERA 10 TON	Terminado	600HO010
1198RAFA EL		07/04/2013	2.00	N	64216	NO	REVISION DE VALVULAS DE TANQUE DE AGUA FRESCA	Terminado	650TK070
1198RAFA EL		07/04/2013	1.00	N	64217	NO	LIMPIEZA Y ACOMODO EN CONTENEDOR ELECTRICO	Terminado	CDM-PTA-EDI
1198RAFA EL		08/04/2013	1.00	N	58560	OK	PI-PL SERVICIO AIRES ACONDICIONADOS	Terminado	500AC005
1198RAFA EL		08/04/2013	1.00	N	62232	NO	INSPECCION A BBA INSTALADA EN FASE 2	Terminado	CDM-PTA-APO
1198RAFA EL		08/04/2013	2.00	N	63229	OK	PL-FL INSPEC. PREV. AL SISTEMA VS INCENDIOS SEMANAL	Terminado	650PP070
1198RAFA EL		08/04/2013	1.00	N	63231	OK	PL-SE RECORRIDO PREV SEMANAL. LUNES 1ER TURNO ELECTRICO	Terminado	300CM016
1198RAFA EL		08/04/2013	3.00	N	64220	NO	REESTABLECER RECTIFICADORES Y BOMBAS DE PILA DE COLAS	Terminado	600XR01
1198RAFA EL		08/04/2013	1.00	N	64232	NO	REVISION EN LABORATORIO DE CORTO CIRCUITO	Terminado	CDM-PTA-LAB
1198RAFA EL		08/04/2013	1.00	N	64235	NO	REPARACION DE LAMPARA EN SOPLADOR DE PATIOS	Terminado	CDM-PTA-PATIOS
1198RAFA EL		09/04/2013	1.00	N	56277	OK	PI-PL CAMBIO DE A/C DE GABINETE DE GRUA 10 TON. POR A/C DE REPUESTO	Emitido-Listo para ejecutarse	600AC016
1198RAFA EL		09/04/2013	2.00	N	62847	OK	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA ARRANQUE DE EXTRACTOR #1	Terminado	600FN001
1198RAFA EL		09/04/2013	2.00	N	63232	OK	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV SEMANAL ELEC. MARTES 1ER TURNO ELECTRICO	Terminado	300CM013
1198RAFA EL		09/04/2013	1.00	N	63379	NO	LIMPIEZA DE BOMBAS AREA TANQUES.	Terminado	CDM-PTA-TQS
1198RAFA EL		09/04/2013	1.00	N	63787	OK	RASPAR Y PINTAR CCM DE SX LA PARTE QUE SE VEA MAS DAÑADA	Emitido-Listo para ejecutarse	500CM014
1198RAFA EL		09/04/2013	1.00	N	63799	OK	REPARACION DE LAMPARA EN OFICINA DE CONSTRUCCION ARECHIGA	Terminado	CDM-PTA-APO
1198RAFA EL		09/04/2013	1.00	N	64129	NO	INSTALAR FLUJOMETRO EN AREA DE SOPLADOR EN PATIO	Emitido-Listo para ejecutarse	CDM-PTA-PATIOS
1198RAFA EL		09/04/2013	2.00	N	64236	NO	REVISION DE RADIO DE PLS1 Y CURADO	Emitido-Listo para ejecutarse	CDM-PTA-PLS-CB1
1198RAFA EL		09/04/2013	0.00	N	64272	NO	REPONER AGUA DESTILADA EN RECTIFICADOR #1	Terminado	600XR01
1198RAFA EL		10/04/2013	2.00	N	56277	OK	PI-PL CAMBIO DE A/C DE GABINETE DE GRUA 10 TON. POR A/C DE REPUESTO	Emitido-Listo para ejecutarse	600AC016
1198RAFA EL		10/04/2013	3.00	N	61492	NO	SERVICIO MENSUAL COMPRESOR SULLAIR 50 HP	Terminado	A384
1198RAFA EL		10/04/2013	1.00	N	62842	OK	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA ARRANQUE DE EXTRACTOR #2	Terminado	600FN002
1198RAFA EL		10/04/2013	2.00	N	63643	OK	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV SEMANAL ELEC. MIERCOLES 1ER TURNO ELECTRICO	Terminado	300CM012
1198RAFA EL		10/04/2013	3.00	N	63814	NO	REUBICACION DE BOMBA SUMERGIBLE DE FASE 2	Emitido-Listo para ejecutarse	CDM-PTA-SDA
1207ARTU EL		04/04/2013	2.00	N	61497	OK	PL-RE INSPEC. PREV. ELEC. A RECTIFICADOR	Terminado	600XR02
1207ARTU EL		04/04/2013	0.00	N	61553	OK	PL-RE INSPEC. PREV. ELEC. A RECTIFICADOR	Terminado	600XR01
1207ARTU EL		04/04/2013	1.00	N	61879	OK	PL-DE INSPEC. PREV. ELEC. A MAQUINA DESFORRADORA	Terminado	600EQ014
1207ARTU EL		04/04/2013	0.50	N	62232	NO	INSPECCION A BBA INSTALADA EN FASE 2	Terminado	CDM-PTA-APO
1207ARTU EL		04/04/2013	3.00	N	63336	OK	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	Terminado	600HO010
1207ARTU EL		04/04/2013	2.00	N	63337	OK	PL-SB TOMA DE LECTURAS CONSUMO ELECTRICO EN SUBESTACION PPAL.	Terminado	700EL002
1207ARTU EL		04/04/2013	2.00	N	63338	OK	PL-SDA LECTURAS A FLUJOMETROS DE AGUA.	Terminado	CDM-PTA-SDA
1207ARTU EL		05/04/2013	1.00	N	62232	OK	INSPECCION A BBA INSTALADA EN FASE 2	Terminado	CDM-PTA-APO
1207ARTU EL		05/04/2013	4.00	N	63624	OK	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	Terminado	600HO010

## Anexo 7. Ordenes de Trabajo Realizadas, Exportadas a Excel del EAM por Oficio y Número de Empleado.

PROGRAMA PREVENTIVO ELECTRICO EAM				JUEVES 07 MARZO 2013								
	DT	MTTO	DESCRIPCION	7:00 A 9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
<b>1ER TURNO 257 HORACIO ZAZUETA 1610 ALEXIS ZAZUETA</b>	59891	PM	PL-SE RECORRIDO PREVENTIVO ELECTRICO MIERCOLES 1er TURNO									
	47898	PRO	IDENTIFICAR INTERRUPTORES EN TABLERO PARTE TRASERA RH									
	57123	PM	INSTALAR DETECTOR DE HUMO EN CUARTO DE BATERIAS E INSTALAR FILTRO AIRE EN PUERTA ( CHECAR MATERIALES QUE SE NECESITAN, EN ALMACEN HAY CONDULETS REDONDOS LB A PRUEBA DE EXPLOSION Y TUBERIA PARED GRUESA)									
	59968	PRO	HABILITAR ARREGLO Y CONEXIONE RAPIDAS PARA CONEXIÓN A TOTEM AGUA DESTILADA ( CHECAR LO QUE HAGA FALTA PARA LA CONEXIÓN DE LA BOMBA A TOTEM, MANGUERAS, LLAVES DE PASO ETC)									
		PRO										

	DT	MTTO	DESCRIPCION	19:00 A 22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
<b>2DO TURNO 1198 RAFAEL ESPINOZA</b>	60496	MP	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO									
	60501	MP	PL-SDA LECTURAS A FLUOMETROS DE AGUA.									
	60499	MP	PL-SB TOMA DE LECTURAS CONSUMO ELECTRICO EN SUBESTACION PPAL.									
	60035	MP	PL-GR INSPECCION ELECTRICA DE GRUA VIAJERA DE 10 TONELADAS									
	59893	MP	PL-SX INSPECCION PREVENTIVA ELECTRICA EN SX									
		MP										

Anexo 8. Programas Semanales de Mantenimiento.



MANTENIMIENTO PLANTA									
SUPERVISOR/RESPONSABLE	AYUDANTES	TURNO	OCUPACION	FECHA	HORAS TRAB.	TIPO HORAS	OT	DESCRIPCION OT	EQUIPO
184	1610	1	EL	04/04/2013	3	N	62841	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV SEMANAL ELEC. JUEVES 1ER TURNO ELECTRICO	600XR01
184	1610	1	EL	04/04/2013	2	N	62847	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #1 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN001
184	1610	1	EL	04/04/2013	2	N	62842	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #2 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN002
184	1610	1	EL	04/04/2013	2	N	64057	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #3 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN003
184	1610	1	EL	04/04/2013	2	N	62844	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #4 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN004
184	1610	1	EL	04/04/2013	5	N	61787	CAMBIO DE CABLEADO DE ALIMENTACION AL A/C 5 TONELADAS DE PARED "B" DEL RECTIFICADOR 1	600AC009
184	1610	1	EL	04/04/2013	1	N	61095	FIJAR TUBERIA DE CABLEADO DE SENSOR DE NIVEL DEL TK AGUA CALIENTE CALDERA... CORROBORAR CON SAUL CORRAL SI YA SE REALIZO	600HE014
184	1610	1	EL	04/04/2013	5	N	58563	SERVICIO A AIRES ACONDICIONADOS A/C 25 TON RECT. # 1	600AC007
1207	2	EL	04/04/2013	4	N	63336	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	600HO010	
1207	2	EL	04/04/2013	1	N	63337	PL-SDA LECTURAS A FLUJOMETROS DE AGUA.	700EL002	
1207	2	EL	04/04/2013	1	N	63338	PL-SB TOMA DE LECTURAS CONSUMO ELECTRICO EN SUBESTACION PPAL.	CDM-PTA-SDA	
1207	2	EL	04/04/2013	3	N	62233	HABILITAR MODULOS QUE SE QUITARON DE RECTIFICADORES Y DEJARLOS DISPONIBLES	600XR01	
1207	2	EL	04/04/2013	1	N	61879	INSPEC. PREV. ELEC. A MAQUINA DESFORRADORA	600EQ014	
1207	2	EL	04/04/2013	0.5	N	63626	INSPEC. PREV. ELEC. A RECTIFICADORES 1	600XR01	
1207	2	EL	04/04/2013	0.5	N	61497	INSPEC. PREV. ELEC. A RECTIFICADORES 2	600XR02	
184	1610	1	EL	05/04/2013	3	N	62840	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV SEMANAL ELEC. VIERNES 1ER TURNO ELECTRICO	500CM014
184	1610	1	EL	05/04/2013	2	N	62847	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #1 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN001
184	1610	1	EL	05/04/2013	2	N	62842	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #2 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN002
184	1610	1	EL	05/04/2013	2	N	64057	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #3 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN003
184	1610	1	EL	05/04/2013	2	N	62844	CAMBIO DE CAJA, PARO DE EMERGENCIA, BOTONERA DE ARRANQUE DE EXTRACTOR #4 (MATERIAL EN ESCRITORIO PLANEACION)	600FN004
184	1610	1	EL	05/04/2013	5	N	61787	CAMBIO DE CABLEADO DE ALIMENTACION AL A/C 5 TONELADAS DE PARED "B" DEL RECTIFICADOR 1	600AC009
184	1610	1	EL	05/04/2013	1	N	61095	FIJAR TUBERIA DE CABLEADO DE SENSOR DE NIVEL DEL TK AGUA CALIENTE CALDERA... CORROBORAR CON SAUL CORRAL SI YA SE REALIZO	600HE014
184	1610	1	EL	05/04/2013	5	N	58563	SERVICIO A AIRES ACONDICIONADOS A/C 25 TON RECT. # 1	600AC007

Anexo 9. Formato de Actividades Semanales de Mantenimiento por Oficio y Número de Empleado.

FECHA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	ACTIVIDADES NO EJECUTADAS	EJECUTADO NO PROGRAMADO	CALIFICACION EN OT	HH PROGRAMADAS	EJECUTADO PROGRAMADO	EJECUTADO NO PROGRAMADO	CALIFICACION EN HH
04/04/2013	8	1	7	3	12.5	11	2	8.5	18.18
05/04/2013	8	1	7	2	12.5	11	5.5	5.5	50.00
06/04/2013	5	4	1	3	80	11	7.5	1	68.18
07/04/2013	6	4	2	2	66.67	10.5	9	2	85.71
08/04/2013	6	5	1	1	83.33	11	8.5	1	77.27
09/04/2013	7	6	1	2	85.71	11	9.5	1.5	86.36
<b>TOTAL SEM</b>	<b>40</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>52.50</b>	<b>65.5</b>	<b>42</b>	<b>19.5</b>	<b>64.12</b>

ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS

SUPERVISOR	OT	DESCRIPCION	HH EJECUTADAS	FECHA
184	63379	LIMPIEZA DE BOMBAS AREA TANQUES.	1	04/04/2013
184	64147	REVISION DE BOMBA GRINDEX INSTALADA EN PATIOS	2.5	04/04/2013
184	64159	CAMBIO DE MODULO 25 CUBICULO 242 RECTIFICADOR	2	04/04/2013
184	63354	REVISION DE MUFLA DE LABORATORIO	2.5	05/04/2013
184	64175	REVISION DE CONTROL DE GRUA VIAJERA 10 TON	3	05/04/2013
184	64212	LIMPIEZA Y LAVADO DE CAMIONETA R 08	1	06/04/2013
184	62232	INSPECCION A BBA INSTALADA EN FASE 2	1	07/04/2013
184	62356	PL-PI INSPEC- PREV. ELEC. DE PILAS	1	07/04/2013
184	63861	REVISAR CCM CON ALTA TEMPERATURA OK SE	1	08/04/2013
184	63861	REVISAR CCM CON ALTA TEMPERATURA OK SE	0.5	09/04/2013
184	64279	CAMBIAR SIERRA BANDA DE MUESTREADORA DE	1	09/04/2013
184	62223	HABILITAR MODULOS QUE SE QUITARON DE	3	04/04/2013

FECHA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	ACTIVIDADES NO EJECUTADAS	EJECUTADO NO PROGRAMADO	CALIFICACION EN OT	HH PROGRAMADAS	EJECUTADO PROGRAMADO	EJECUTADO NO PROGRAMADO	CALIFICACION EN HH
11/04/2013	11	10	1	1	90.91	8.5	7.36	0.3	86.59
14/04/2013	12	11	1	0	91.67	8.5	7.66	0	90.12
15/04/2013	14	0	14	1	0.00	8.5	0	8.5	0.00
16/04/2013	7	3	4	1	42.86	8.5	2.5	6.1	29.41
17/04/2013	11	7	4		63.64	8.5	5.31	3.2	62.47
<b>TOTAL SEM</b>	<b>55</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>56.36</b>	<b>42.5</b>	<b>22.83</b>	<b>18.1</b>	<b>53.72</b>

**ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS**

INSTRUMENTISTA	OT	DESCRIPCION	HH EJECUTADAS	FECHA
1237	64281	RESTABLECER RECTIFICADORES 1 Y 2	0.3	11/04/2013
1237	64610	CORREGUIR FALLA DE GRUA VIAJERA	8.1	15/04/2013
1237	64610	CORREGUIR FALLA DE GRUA VIAJERA	6.1	16/04/2013
1237	64610	CORREGUIR FALLA DE GRUA VIAJERA	3.20	17/04/2013

FECHA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	ACTIVIDADES NO EJECUTADAS	EJECUTADO NO PROGRAMADO	CALIFICACION EN OT	HH PROGRAMADAS	EJECUTADO PROGRAMADO	EJECUTADO NO PROGRAMADO	CALIFICACION EN HH
18/04/2013	6	4	2	4	66.67	22	13	9	59.09
19/04/2013	6	4	2	3	66.67	22	13.5	8.5	61.36
20/04/2013	5	5	0	3	100	22	17	5	77.27
24/04/2013	5	4	1	3	80	11	8.5	2.5	77.27
<b>TOTAL SEM</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>77.27</b>	<b>77</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>67.53</b>

**ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS**

SUPERVISOR	OT	DESCRIPCION	HH EJECUTADAS	FECHA
257	65936	INSTALACION DE 2 CONTACTOS DUPLEX EN TRAILA DE CURADO	3	18/04/2013
257	65937	REVISION Y LIMPIEZA DE SENSOR DE NIVEL EN TANQUE MEZCLADOR DE ACIDO	1	18/04/2013
257	65939-65954	RESTABLECER EQUIPOS DE PLANTA POR VARIACION EN VOLTAJE	2	18/04/2013
257	N/A	SE ACOMPAÑO A TECNICO DE GRINDEX PARA CHECAR LA BBA AL CURADO, SE DESARMO Y SE ENCONTRO QUEMADO	3	18/04/2013
257	63629	PL-RE INSPEC. PREV. ELEC. A RECTIFICADOR	2.5	19/04/2013
257	64247	REPONER NIVEL DE ANTRACITA A FILTROS ELECTROLITICOS	2	19/04/2013
257	65958	REVISION DE A/C DE PILA 3	2	19/04/2013
257	N/A	SE ASISTIO A LA BRIGADA DE SEGURIDAD DE PRIMEROS AUXILIOS.	2	19/04/2013
257	65961	REALIZAR LIBRANZAS EN EXTRACTORES DE EW	3	20/04/2013
257	65962	REALIZAR PRUEBA CON BOMBA 103 DE PLS 1	1	20/04/2013
257	65963	REVISION DE A/C DE PILA 3	1	20/04/2013
257	64923	LIMPIEZA DE BOMBAS AREA TANQUES.	0.5	24/04/2013
257	65972	CAMBIO DE SIERRA BANDA MUESTREADORA DE CATODOS	1	24/04/2013
257	65973	REVISION DE BOMBA GODWIN EN PATIO 2	1	24/04/2013

OTS ASIGNADAS	OTS REALIZADAS PROGRAMADAS	OTS REALIZADAS NO PROGRAMADAS
<b>19</b>	<b>17</b>	<b>13</b>

Anexo 10. Nuevo Formato de Tasa de Realización de Mantenimiento Planificado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>OFICIO</b>	<b>OT</b>	<b>MTTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>STATUS</b>					
2	<b>M T T O  E L E C T R I C O</b>	59891	PM	PL-SE RECORRIDO PREVENTIVO ELECTRICO MIERCOLES 1eR TURNO	REALIZADA OK	<b>MTTO ELECTRICO</b>	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	58	<b>94.83</b>	
3		57123	PM	INSTALAR DETECTOR DE HUMO EN CUARTO DE BATERIAS E INSTALAR FILTRO AIRE EN PUERTA ( CHECAR MATERIALES QUE SE NECESITAN, EN ALMACEN HAY CONDULETS REDONDOS LB A PRUEBA DE EXPLOSION Y TUBERUA PARED GRUESA)	<b>NO</b>		ACTIVIDADES REALIZADAS	55		
4		60496	MP	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	REALIZADA OK		ACTIVIDADES NO REALIZADAS	3		
5		60501	MP	PL-SDA LECTURAS A FLUJOMETROS DE AGUA.	REALIZADA OK					
6		60499	MP	PL-SB TOMA DE LECTURAS CONSUMO ELECTRICO EN SUBESTACION PPAL.	REALIZADA OK					
7		60035	MP	PL-GR INSPECCION ELECTRICA DE GRUA VIAJERA DE 10 TONELADAS	REALIZADA OK					
8		59893	MP	PL-SX INSPECCION PREVENTIVA ELECTRICA EN SX	REALIZADA OK					
9		59998	PM	PL-SE RECORRIDO PREVENTIVO ELECTRICO VIERNES 1eR TURNO	REALIZADA OK					
10		60613	MP	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	REALIZADA OK					
11		60614	MP	PL-SDA LECTURAS A FLUJOMETROS DE AGUA.	REALIZADA OK					
12		60615	MP	PL-SB TOMA DE LECTURAS CONSUMO ELECTRICO EN SUBESTACION PPAL.	REALIZADA OK					
13		54341	MP	INSPEC. PREDICTIVA TERMOGRAFICA EN BUS ALIMENTACION A CELDASEW	REALIZADA OK					
14		57247	MP	PL-TK INSPEC. PREV. ELEC. AL FILTRO ELECTROLITICO	REALIZADA OK					
15		60702	MP	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	REALIZADA OK					
16		60699	MP	PL-SDA LECTURAS A FLUJOMETROS DE AGUA.	REALIZADA OK					
17		60700	MP	PL-SB TOMA DE LECTURAS CONSUMO ELECTRICO EN SUBESTACION PPAL.	REALIZADA OK					
18		54341	MP	INSPEC. PREDICTIVA TERMOGRAFICA EN BUS ALIMENTACION A CELDASEW	REALIZADA OK					
19		57247	MP	PL-TK INSPEC. PREV. ELEC. AL FILTRO ELECTROLITICO	REALIZADA OK					
20		60087	PM	PL-SE RECORRIDO PREVENTIVO ELECTRICO DOMINGO 1eR TURNO	REALIZADA OK					
21		59213	PM	PL-PI INSPEC- PREV- DE PILAS	REALIZADA OK					
22		56230	PM	PL-TK CAMBIO DE FILTROS ACEITE COMPRESOR 1000 HRS (TANQUES)	REALIZADA OK					
23		53461	PM	PL-PP ELECTRICO TRIMESTRAL (AMPERAJE-VOLTAJE)	REALIZADA OK					
24		60723	MP	PL-SE PL-SE RECORRIDO PREV. DIARIO 2DO TURNO ELECTRICO	<b>NO</b>					

Anexo 11. Formato Antiguo para la Evaluación de la Tasa de Realización de Mantenimiento.



**INSPECCION DEL EQUIPO**  
MANTENIMIENTO PLANTA

FECHA DE INSPECCIÓN: \_\_\_\_\_  
FECHA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_  
SOLICITA: \_\_\_\_\_

EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	PERSONAL A UTILIZAR				*NIVEL DE VALORACION			TIEMPO ESTIMADO	OBSERVACIONES/COMENTARIOS
		MM	EL	IN	CONT	1	2	3		
		MM	EL	IN	CONT	1	2	3		
		MM	EL	IN	CONT	2	3	4		
		MM	EL	IN	CONT	3	4	5		
		MM	EL	IN	CONT	4	5	6		
		MM	EL	IN	CONT	5	6	7		
		MM	EL	IN	CONT	5	6	7		
		MM	EL	IN	CONT	6	7	8		
		MM	EL	IN	CONT	7	8	9		
		MM	EL	IN	CONT	8	9	10		

**\* NIVEL DE VALORACIÓN**

- 1 NORMAL
- 2 IMPORTANTE
- 3 URGENTE

Anexo 12. Formato de Pendientes Semanales.