

**Título del Proyecto
de Investigación a que corresponde el Reporte Técnico:**

Reducción de tiempo muerto operacional en base a
mantenimiento autónomo en el área de Mogul-6

Tipo de financiamiento

Sin financiamiento

TÍTULO DEL REPORTE TÉCNICO

Reducción de tiempo muerto operacional en base a mantenimiento autónomo en el área
de Mogul-6

Autores del reporte técnico:

Cesar Eduardo Nieto Ramos
Mtro. David Atayde Campos
Dr. Roberto Romero López

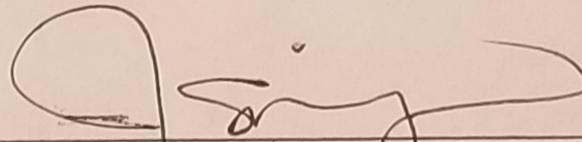
Ciudad Juárez, Chihuahua a 11 de Noviembre de 2019

DR. ROBERTO ROMERO LÓPEZ
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Presente.-

Por medio de la presente se hace CONSTAR que el (la) C. Cesar Eduardo Nieto Ramos, matrícula 175437, alumno(a) del Programa de la Maestría en Ingeniería Industrial de la UACJ, realizó en esta empresa el siguiente proyecto: Reducción de Tiempo Muerto Operacional en Base a Mantenimiento Autónomo en el Área de Mogul 6 con la asesoría del: Dr. David Atayde Campos en un periodo comprendido del 23 de Octubre del 2017 al 3 de Diciembre del 2018.

Se extiende la presente para los fines que al interesado convenga.

Atentamente:



Jacqueline Calzada Villalobos
Directora de Mejora Continua

TÍTULO DEL REPORTE TÉCNICO

Resumen del reporte técnico en español (mínimo 600 palabras):

La implementación de la metodología del Mantenimiento autónomo en una área de producción de una compañía represento un reto para todo el equipo de trabajo de la organización, desde la creación de nueva documentación, hasta el entrenamiento teórico y práctico que dicha metodología conllevaría.

Resumen del reporte técnico en inglés (mínimo 600 palabras):

The implementation of the methodology of autonomous maintenance in a production area of a company represented a challenge for the entire work team of the organization, from the creation of new documentation, to the theoretical and practical training that such methodology would entail.

Palabras clave:

5S

OEE

Mantenimiento autónomo

Mantenimiento preventivo

Mantenimiento productivo total

Usuarios potenciales (del proyecto de investigación):

El departamento de Producción del área de Mogul 6 en la empresa Confecciones de Juarez.

Reconocimientos (agradecimientos a la institución, estudiantes que colaboraron, instituciones que apoyaron a la realización del proyecto, etc.):

Quisiera reconocer a todos mis compañeros de trabajo de la planta que formaron parte del equipo de implementación, también agradecer a mis compañeros de clase y a mi director de proyecto por sus recomendaciones, consejos y experiencia.

1. INTRODUCCIÓN

Todos los que hemos trabajado dentro del sector de empresas maquiladoras en Ciudad Juárez hemos escuchado que el departamento de Producción-Operaciones entre todos los posibles departamentos que pudiera existir dentro de una misma empresa, aunque sabemos que muchos otros departamentos son importantes, al final de la discusión todos acordamos que Producción-Operaciones es el departamento más importante ya que los demás departamentos tienen la función esencial de hacer que el departamento de Producción-Operaciones funcione de la manera más eficiente y eficaz.

En la empresa Confecciones de Juárez S.A. de C.V. no es diferente, y el departamento de Producción es el más importante. Como en muchas empresas maquiladoras hermanas de la región, existe un departamento interno de Mejora Continua que se encarga, entre otras actividades solicitadas por el corporativo, de planificar, desarrollar, implementar y verificar la implementación de proyectos de ahorro.

2. PLANTEAMIENTO

- Antecedentes

Confecciones de Juárez S.A. de C.V. es una empresa que se dedica a la fabricación de productos de consumo humano los cuales se denominan dentro del mercado como dulces. La empresa es, junto con AZAR y Hospitality Mints, una subsidiaria de la compañía Mount Franklin Foods que se unió en el año 2001 para iniciar con la producción de dulces de la más alta calidad.

La empresa fabrica dulces tanto de marca de la misma empresa y productos de marca privada, siendo esta segunda la de mayor importancia para la empresa por el alto nivel de demanda que se requiere producir.

Existen actualmente 3, próximamente 4, plantas productoras en Ciudad Juárez con el nombre de Confecciones de Juárez las cuales son: Planta Sur, Planta Norte (anteriormente Blueberry, competencia directa de Confecciones de Juárez) y Planta Oeste la planta más actual en iniciar operaciones. Cada una de estas plantas cuenta con al menos una maquina “Mogul”, estas máquinas son en realidad un sistema interconectado de diferentes maquinas dedicadas a la fabricación de dulces suaves con base principalmente en ingredientes como agua, azúcar, color y sabor, entre otros. Aunque cada Mogul tiene como propósito final de fabricar dulces suaves, existen pequeñas

diferencias que las caracterizan una de las otras, estas diferencias son principalmente la marca, el modelo, el año de fabricación de la máquina, la capacidad de producción (rate/hora), la flexibilidad de producción por número de parte, etc.

Tabla 1.1 Identificación de máquinas Mogul por Planta

| Planta Sur | Planta Norte | Planta Oeste |
|------------|--------------|--------------|
| Mogul 6 | Mogul 1 | Mogul Alpha |
| Mogul 7 | Mogul 3 | |
| | Mogul 5 | |

Figura 1 Fotografía panorámica del área de Mogul 6 en Planta Sur



- Objetivo General

Reducir el tiempo muerto operacional del área de Mogul 6 en un 5% sobre el total del tiempo muerto operacional mediante la implementación de la metodología de Mantenimiento autónomo.

- Objetivos Particulares

Para obtener el objetivo general del proyecto, primero debemos trabajar en definir una serie de objetivos particulares que nos den como resultado final el objetivo general que se está buscando.

El objetivo de reducir el tiempo muerto operacional un 5% en el área de Mogul 6 se obtendrá mediante la implementación de la metodología de mantenimiento autónomo y para alcanzar la implementación total de esta metodología se deberán realizar una serie de actividades primordiales las cuales se enlistarán a continuación:

- Implementación de la metodología 5 S's en el área de Mogul 6.
- Revisión y modificación del reporte de OEE y de producción del área.
- Desarrollo e impartición de cursos teóricos sobre la metodología “Mantenimiento autónomo” en el cual se muestren y demuestren los beneficios de tal implementación, así como los retos a superar para una implementación adecuada. Estos cursos se impartirán a todos los miembros del equipo del área de Mogul 6, estos equipos incluyen al personal de producción, mantenimiento, calidad y personal administrativo que trabaja de manera directa o indirecta con el área.
- Desarrollo e impartición de cursos prácticos sobre la metodología “Mantenimiento autónomo” en el cual se muestren las actividades, responsabilidades y tareas a realizar cada miembro del equipo del área de Mogul 6, estos equipos incluyen al personal de producción, mantenimiento, calidad y personal administrativo que trabaja de manera directa o indirecta con el área.
- Revisión y análisis de las órdenes de trabajo determinadas para el Mantenimiento Preventivo de la compañía para los equipos asignados al área de Mogul 6.
- Creación de la papelería necesaria para la implementación de la metodología de Mantenimiento Autónomo en el área de Mogul 6, algunos ejemplos de esta papelería son: Ayudas Visuales, Hojas de Checklist, Etiquetas de Identificación de Equipo, Hojas de Proceso, Señalamientos, entre otros.

El orden en que estos objetivos particulares están siendo mencionados no determina el orden real de implementación, esto es debido a que algunos de estos objetivos se estarán realizando y dando avance de manera simultánea. Para este comentario, favor de no seguir el orden mostrado anteriormente como un orden de implementación, solo se están enlistando los objetivos particulares a seguir para continuar con el proyecto.

- **Justificación**

La industria de confección y fabricación de alimentos va en aumento en la región de Estados Unidos de América, una de las industrias más importantes es la de dulces la cual también va en aumento de demanda, en una combinación de nuevos productos lanzados a la venta y el aumento de la demanda la compañía se ha enfrentado a retos de cumplir con la flexibilidad que los clientes solicitan para cumplir con la demanda y los estándares de calidad requeridos.

El impacto de la implementación de dicho proyecto sería de beneficio para la compañía para entregar como evidencia de compromiso al cliente el aumentar la demanda disponible de producción para sus productos. El cliente está interesado en la fabricación de sus productos en nuestra compañía debido principalmente a la región en donde estamos trabajando (País de México) por el costo barato, a comparación de Estados Unidos de América, de mano de obra de fabricación.

El año 2018 se tuvo en total, aproximadamente, 2,511 horas de tiempo muerto programado y no programado en el área de Mogul 6 lo que representa un 29% del total del tiempo disponible de todo el año.

De las 2,511 horas totales de tiempo muerto, 1,673 representan tiempo muerto operacional. La siguiente imagen muestra el total de códigos de tiempo muerto con el que el área de Mogul 6 cuenta, notar que los códigos mostrados en amarillo son los códigos que no se tomaran en cuenta al momento de realizar los cálculos de ahorro:

Figura 2 Códigos de Tiempo Muerto en el Área de Mogul 6

Mogul

| TABLA CODIGOS DE TIEMPO MUERTO | | | | | | |
|--------------------------------|------|--------------------------------|--|------------|----------------------|--|
| CODIGO | | DESCRIPCION | CODIGO | | DESCRIPCION | |
| MANTENIMIENTO | 2000 | OP | Ajustes de Maquina * | CALIDAD | 2009 | Problemas con Detector de Metal (Validación) |
| | 2003 | OP | Fallas en la Planta (Evacuaciones, apagones) | | 2013 | Tiempo Perdido por Pruebas |
| | 2004 | OP | Problemas Mecánicos * | | 2017 | Problemas de Calidad de Dulce (Selección)* |
| | 2011 | OP | Fallas Eléctricas * | | 2043 | Puntos Negros |
| | 2027 | OP | Calibración de Basculas | | 2133 | Incidencia de Metal |
| | 2028 | OP | Problemas con Basculas | | 2135 | Incidencia de Sangre |
| | 2035 | OP | Mantenimiento de Detector de Metal | | 2136 | Presencia de Plagas |
| | 2037 | OP | Mantenimiento a Conveyor | | 2134 | Condiciones Ambientales |
| | 2038 | OP | Mantenimiento en Bandas | | 2001 | Cambios de Producto |
| | 2041 | OP | Falta de Soporte de Mantenimiento | | 2008 | Problemas con el Producto * |
| | 2111 | OP | TS - Pinzas Dañadas | 2032 | Falta de Empleados * | |
| | 2112 | OP | TS - Falla Sensor de Base | 2103 | TE - Limpieza | |
| | 2113 | OP | TS - Falla Motor de Cadena | PRODUCCION | 2105 | CC - Manipulación de Temperatura |
| | 2114 | OP | TS - Cambio De Balero Sprocket | | 2110 | DESM Falla de Banda por Limpieza |
| | 2115 | OP | Volteador - Falla Pistón | | 2126 | Tubería Tapada Falta de Limpieza |
| | 2116 | OP | Volteador - Falla Clutch | | 2128 | Atorón de Charolas en Razador |
| | 2117 | OP | CO - Falla en Tablero Principal | | 2131 | Brix no Adecuados |
| | 2118 | OP | CO - Falla Backpressure | | 2132 | Limpieza de Maquina * |
| | 2119 | OP | CO - Fallas con Carga de Azúcar | | 2137 | Arranque de Área |
| | 2120 | OP | CO - Vortex Saturado | | 2108 | CC - Filtros Manejadoras Sucia |
| | 2123 | OP | CO - Falla Agitadores | | 2107 | CC - Espera por Rampa |
| | 2124 | OP | Cadena Principal Fuera Tiempo | | MATERIALES | 2031 |
| | 2127 | OP | Tubería Tapada Reparación Mtto | 2129 | | Problemas con Colores y/o Sabores |
| | 2130 | OP | Mantenimiento Preventivo | 2005 | | Esperando Material (Compras) * |
| | 2138 | OP | TE - Falla Aleta | 2012 | | Esperando Material por Almacén * |
| | 2104 | OP | TE - Falla Torre de Entrada | | | |
| 2109 | OP | CC - Fallas con la Temperatura | | | | |
| 2125 | OP | Ajuste de Molde | | | | |
| 2106 | OP | CC - Charolas Mojadas | | | | |

A continuación, se muestra una tabla de relación de costo por hora de tiempo muerto y del área de producción.

Por razones de confidencialidad de la compañía, la tabla solo mostrara el costo por hora de tiempo muerto del área de Mogul 6, ya que esta es la área de estudio y es necesario mostrar este valor para futuras referencias en el proyecto y para cálculos de ahorros, los costos de las demás áreas no se mostrarán para evitar conflictos con el contrato con el que cuento dentro de la compañía.

Tabla 1.2 Costo de Tiempo Muerto por Área de Producción

| DOWN TIME COST PER HOUR | | | | |
|-------------------------|-------------------------|---------------|----|---------------|
| Plant | Description | Rates per Hr. | | Cost Per Hour |
| | | Labor | OH | |
| North | 310 BLUEBERRY-MOGUL 3 | | | |
| | 311 BLUEBERRY-MOGUL 5 | | | |
| | 340 BLUEBERRY-PACKAGING | | | |

| | | | | |
|--------------|---------------------------|--|--|-----------|
| | 312 BLUEBERRY-PANNING | | | |
| | 312 BLUEBERRY-HARD CANDY | | | |
| South | 210 SUNRISE-MOGUL 7 | | | |
| | 211 SUNRISE-JUMBO MOGUL 6 | | | \$ 833.00 |
| | 240 SUNRISE-PACKAGING | | | |
| | 252 SUNRISE-SPANGLER | | | |
| | 254 SUNRISE-FERRARA | | | |
| | 256 SUNRISE-WRIGLEY | | | |
| West | 508 WEST MOGUL ALPHA | | | |
| | 540 WEST PACKAGING | | | |

Tomando en cuenta el costo por hora mostrado en la tabla anterior y el total de tiempo muerto operacional mencionado anteriormente, tenemos que en el año 2018 hubo una pérdida de \$1,393,484 Dlls.

El objetivo principal del proyecto es reducir un 5% del tiempo muerto operacional del área lo que representaría un ahorro anual aproximado de \$69,674 Dlls.

- Limitaciones

La limitación más importante a la se enfrentó durante la implementación de la metodología fue la de manejar el cambio de cultura en las personas integrantes del equipo del proyecto, esto va desde el nivel operativo hasta el nivel gerencial en algunos casos. Esto es un impedimento mayor para continuar con el proyecto debido a que gran parte de la metodología de Mantenimiento autónomo está basada en dicha autonomía de los trabajadores para tomar decisiones y para llevar a cabo actividades que no pudieran establecerse dentro de una descripción de puesto.

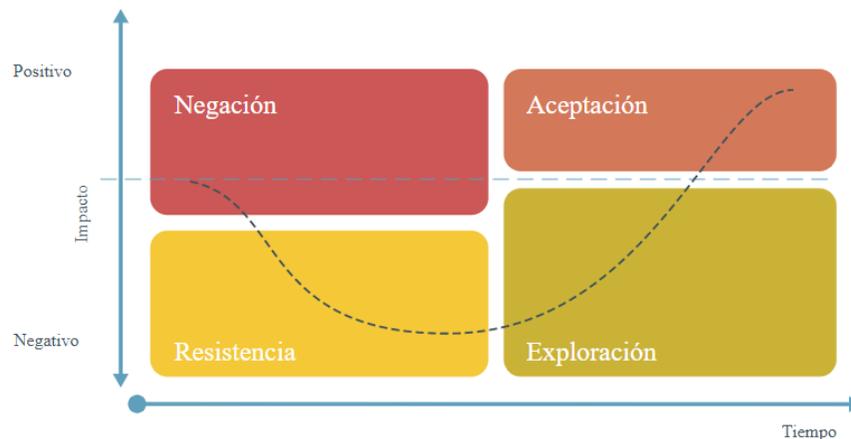
Otro de los retos importantes a enfrentar durante la implementación del proyecto es la falta de compromiso hacia el proyecto por parte del nivel gerencial del área y de la planta. La metodología de Mantenimiento autónomo es un proceso que llevara un tiempo prolongado implementar y que además no mostrara resultados positivos en corto tiempo.

Esta limitante va de la mano con la “curva de cambio” que explora el proceso que toma la gente para los cambios a los que se enfrenta, en este caso este proyecto requeriría de un gran cambio en la forma de trabajar del equipo de trabajo involucrado.

Durante los inicios de la implementación, y para contrarrestar esta limitante, se tendrá que dejar muy en claro que habrá momentos en los que no veamos alguna mejoría en el área y en algunos casos hasta se notaría que el proyecto nos está haciendo caer en más problemas que soluciones.

A continuación se muestra una gráfica que muestra lo mencionado anteriormente, gráfica basada en los estudios de Elisabeth Kübler-Ross:

Figura 3 Curva de Cambio



- Marco teórico

Como parte de la implementación de Mantenimiento autónomo debemos entender primero cuales son las bases de esta metodología, sus características y sus aplicaciones. En la siguiente sección de los documentos se describirán y se presentarán dichas bases.

- Mantenimiento Productivo Total TPM

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM). El Mantenimiento Productivo Total es una metodología de mejora que busca optimizar la eficiencia global de los equipos minimizando la no disponibilidad de la maquinaria y mejorando su rendimiento y calidad.

Ing. José A. Rodríguez Ramírez en su libro Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora afirma lo siguiente:

Si bien el TPM fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippon Denso del grupo Toyota y Japón lo generaliza a partir de 1971, esta etapa en Europa no comienza hasta el final de la década de los 80. Partiendo del concepto americano del PM que habían adoptado en la segunda etapa, que separaba al personal de mantenimiento del de la producción, evolucionaron hacia el mantenimiento y mejora de los equipos con la implicación de toda la organización (Rodríguez, 2003, p. 7) .

Seiichi Nakajima, en su libro Introducción to TPM Total Productive Maintenance menciona que el Mantenimiento Productivo Total es el Mantenimiento Preventivo que se desarrolló en los Estados Unidos en los años 50`s, realizado por todos los empleados. “La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantiene sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de ocasionar averías.” (Seiichi, 1988)

- **OEE (Overall Equipment Effectiveness)**

La Eficiencia General de los Equipos, por sus siglas en Ingles OEE, es un indicador que mide la eficiencia productiva de la maquinaria. Este indicador está basado en 3 factores: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Peter Belohlavek, en su obra OEE Overall Equipment Effectiveness, nos define cada uno de los factores de la siguiente manera.

Disponibilidad

La disponibilidad del equipamiento es el factor más observable. Lo que no resulta observable son las matices de disponibilidad durante las puestas en marcha o paradas que generen faltas en la disponibilidad más allá de lo evidente.

Rendimiento

Representa la propiedad del mantenimiento de acercarse lo más posible a la conservación de la capacidad productiva para alcanzar su capacidad potencial.

La determinación de la producción meta implica en algunas industrias una restricción que necesita ser resuelto para asegurar la objetividad de la medición.

Calidad

Es el factor que está más cerca de influir en el mantenimiento, ya que las pérdidas de calidad suelen tener un resultado económico negativo por la pérdida de materiales y horas de producción.

En este punto donde los métodos de investigación de causas de los problemas son más necesarios y requieren un alto nivel de conocimiento y objetividad técnica. (Belohlavek, 2006, p. 28)

- **Pilares del Mantenimiento Productivo Total**

Joel Levitt, en su obra TPM Reloaded, nos menciona lo siguiente sobre los pilares del mantenimiento productivo total.

Los pilares tradicionales de TPM son estrategias específicas para transformar la planta en un estado delgado y medio. Son específicos porque en diferentes plantas, diferentes pilares serán más o menos importantes. Los pilares se pueden cambiar, redefinir para diferentes resultados.

Subyacentes a los pilares hay actitudes, sistemas y procedimientos que son necesarios para cualquier estrategia de fabricación. Mientras que un fabricante puede funcionar sin mantenimiento autónomo, no puede funcionar sin seguridad, salud y seguridad del medio ambiente. (Levitt, 2010, p. 51)

Figura 4 Pilares de TPM



A continuación, se mencionarán más detalle como cada uno de estos pilares es parte fundamental para la implementación de TPM.

- **Metodología 5S**

El mantenimiento autónomo está basado en el principio de las 5's, que son 5 aspectos básicos para el desarrollo de las actividades de los procesos de producción y del mantenimiento en particular, con la máxima eficiencia y rapidez. Se trata de cinco términos de origen japonés que comienzan con la letra S: (Cuatrecasas, 2000, p. 115)

- Seiri – Ordenar, clasificar
- Seiton – Ordenar eficientemente
- Seiso – Limpieza e inspección
- Seiketsu – Estandarización
- Shitsuke – Cumplimiento o disciplina

En la obra 5 Pilares de la Fabrica Visual de Hiroyuki Hirano se menciona lo siguiente relacionado con las 5S:

Organización

La organización, el primer pilar de las fábricas de las fabricas visuales, es el componente de las 5S que se corresponde con el principio “just in time” (JIT) “solo lo que es necesario, en las cantidades necesarias, y solo lo que se necesita”.

Orden

Una vez que se ha implementado la Organización en un área de trabajo retirando los elementos innecesarios, es el momento de implantar el Orden para los elementos restantes.

Limpieza

La limpieza es el tercer pilar de las 5S, un componente que implica retirar de los lugares de trabajo el polvo, las limaduras, grasa, el aceite y cualquier tipo de suciedad. Podemos definir la Limpieza como “mantener todo barrido o limpio.

Estandarización

La estandarización, el cuarto pilar de las 5S, difiere en concepto a la Organización, Orden, y Limpieza. La Estandarización no es una actividad sino una condición o estado estandarizado en cierto momento del tiempo.

Disciplina

El quinto pilar es la Disciplina. Dentro del contexto de las 5S, la Disciplina se define como “hacer un hábito de los procedimientos correctos de mantenimiento”. (Hirano, 1995)

- Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

En el libro TPM en industrias de proceso, de Tokutaro Suzuki podemos destacar lo siguiente:

La mejora orientada incluye todas las actividades que maximizan la eficiencia global de los equipos, procesos y plantas a través de una intransigente eliminación de pérdidas y la mejora de rendimientos. (Suzuki, TPM en Industrias de Procesos, 1995, p. 45)

Estas pérdidas a las que el autor se está refiriendo deben ser identificadas y cuantificadas para llevar un control.

Tabla 1.3 Perdidas principales y temas de mejoras asociados

| Perdida | Ejemplos de temas de mejora enfocada |
|----------------|---|
|----------------|---|

| | |
|---|---|
| Perdidas de fallo de equipo | Eliminar los fallos mejorando la construcción de los cojinetes del eje principal de los separadores de producto |
| Perdidas de fallo de proceso | Reducir el trabajo manual evitando la obstrucción de electrodos de medidor de pH en aparatos de descolorización |
| Perdidas de tiempos en vacío y pequeñas paradas | Aumentar la capacidad de producción reduciendo disfunciones de descargadores de separadores |
| Perdidas de velocidad | Incrementar la tasa de rendimiento mejorando el montaje de los agitadores en los cristalizadores |
| Perdidas de defectos de proceso | Evitar la contaminación con materias extrañas mejorando la lubricación de cojinetes intermedios en transportadores de productos tipo tornillo |
| Perdidas de arranque y rendimiento | Reducir las pérdidas de producción normal mejorando el trabajo de remezcla durante el arranque |
| Perdidas de energía | Reducir el consumo de vapor concentrando la alimentación de líquido en el proceso de cristalización |
| Perdidas de defectos de calidad | Eliminar las quejas de clientes evitando la adhesión del producto que resulta de la absorción de humedad por los sacos de producto de papel |

| | |
|------------------------------|---|
| Perdidas de fugas y derrames | Incrementar el rendimiento del producto mejorando el débil soporte de los cojinetes en los elevadores de cangilones |
| Perdidas de trabajo manual | Reducir el número de trabajadores automatizando la recepción y aceptación de materiales auxiliares |

- **Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)**

El mantenimiento autónomo es un elemento clave de TPM. Puede ser la razón del gran éxito, como en Japón, o puede ser un obstáculo potencial, como en muchas empresas no japonesas. A veces, los gerentes creen que TPM es la herramienta para instalar el mantenimiento autónomo. Es al revés: el mantenimiento autónomo es uno de los elementos de TPM. Sin embargo, las diferencias entre la cultura laboral japonesa y la cultura no japonesa (especialmente en los EE. UU.)

El mantenimiento autónomo japonés se ha interpretado como grupos de operadores bien entrenados que ejecutan todo el mantenimiento de rutina en sus equipos, realizan todas las inspecciones y ejecutan reparaciones menores. (Hartmann, 1992, p. 79)

Nachi-Fujikoshi, en su versión editada del libro Training for TPM a Manufacturing Success Story, nos detalla que existen 4 prerequisites para que el operar desarrolle una conciencia orientada al equipo:

Capacidad para Descubrir Anormalidades

El primer prerequisite es la capacidad para identificar anomalías en los equipos como causas potenciales de pérdidas relacionadas con el equipo. Casi cualquier persona puede reconocer una anomalía una vez que resulta en una falla o en productos defectuosos.

Capacidad para Tratar Anormalidades

EL segundo prerequisite es la capacidad de responder rápida y eficazmente a las anomalías. Ser capaz de identificar anomalía no es suficiente para eliminar las pérdidas por equipos.

Capacidad de Establecer Condiciones Óptimas del Equipo

Descubrir anomalía a menudo requiere sensibilidad y experiencia, lo cual lo hace de alguna manera en una actividad intuitiva. Aunque, no todos los operadores de maquinaria son capaces de descubrir las mismas anomalías en la misma situación. Además, algunos operadores pueden tomar más tiempo descubrir anomalías. Lo cual puede enlentecer el proceso de corrección.

Capacidad de Mantener las Condiciones Óptimas del Equipo

El cuarto prerrequisito es la capacidad para mantener el equipo en el estado correcto a través de la estricta aplicación de condiciones. La capacidad del operador del equipo para monitorear el funcionamiento del equipo y mantener la correcta operación es esencial para la confianza del operador y moral en el trabajo. (Fujikoshi, 1990, p. 39)

- Mantenimiento Planificado

El Pilar de Mantenimiento Planificado tiene como objetivo maximizar la disponibilidad de los equipos, usando como fundamento el Mantenimiento Centrada en Confiabilidad (RCM).

Él es desarrollado en seis etapas:

En la Etapa 1 es hecha la evaluación del Equipo y reconocimiento de la situación actual, a partir de la clasificación de los equipos en A, B y C, evaluación de las condiciones físicas actuales, empezando por los Equipos A y B, y definiendo la respectiva política de atención.

Después, en la etapa 2 es desarrollado un plan y una estructura de mejoras para rescatar las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos.

En la etapa 3 es desarrollado o perfeccionado un sistema de control de información para asegurar posteriormente el Mantenimiento Planificado, o sea, que todas las intervenciones del Mantenimiento sean hechas, siempre, de manera programada.

Ya en la etapa 4 es planificado o revisado sistema de Mantenimiento preventivo basada en el tiempo, llevando en cuenta la relación Costo X Beneficio, de ser hacer las intervenciones preventivas basadas en el tiempo de funcionamiento del equipo.

La etapa 5 sirve para planificar o revisar un sistema de Mantenimiento preventivo basada en las condiciones, que son las inspecciones predictivas

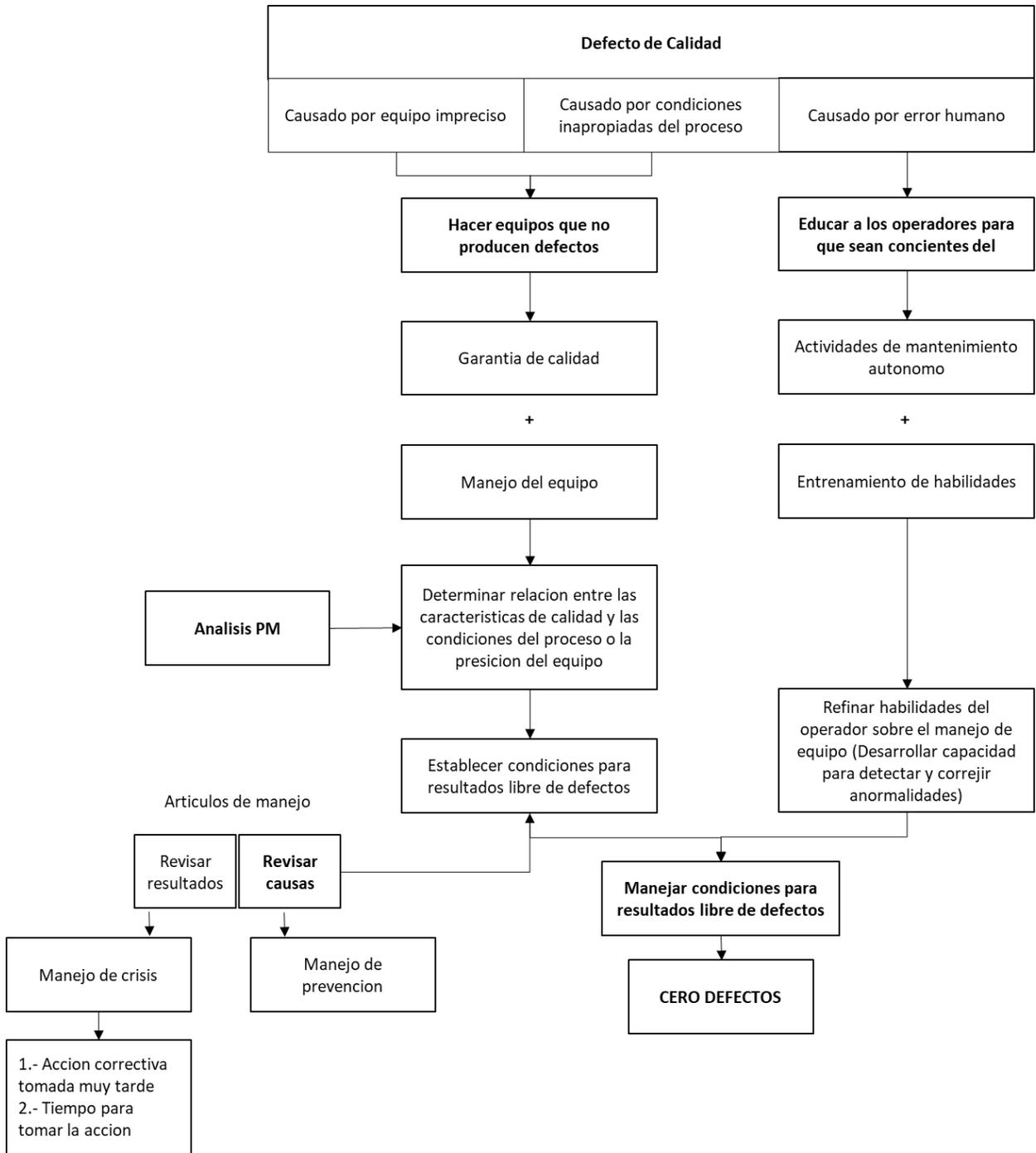
Y en la etapa 6 son mensurados y evaluados de los resultados del Mantenimiento Planificado basados en la agregación de valor provocada por la mayor disponibilidad operacional del equipo. (Ribeiro, PDCA, Excelencia en Consultoría de Gestión, 2012)

- **Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)**

Mantenimiento de calidad significa mantener equipos 100% libre de defectos para mantener productos 100% libres de defectos. (Fujikoshi, 1990, p. 141)

Nachi Fujikoshi en su obra Training for TPM nos menciona que, para alcanzar la meta de cero defectos, calidad debe ser construida desde el equipo. Esto requiere la adopción de un acercamiento radical que aborde el equipo en sí. De esta manera en lugar de simplemente manejar los resultados, controlaremos las condiciones del equipo que producen los resultados.

Figura 5 Enfoque básico para el mantenimiento de calidad



- Prevención del Mantenimiento

Lluís Cuatrecas, en su obra TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción, nos menciona lo siguiente acerca de la prevención del mantenimiento:

La Prevención del mantenimiento (MP) trata de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de estos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas de este hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. (Cuatrecasas, 2000)

- **Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo**

La cuestión que causa mayor perplejidad en las personas que asumen la responsabilidad del TPM en departamentos administrativos es como, en que base y conceptos, tienen que proveer el TPM en una división que no posee equipos de producción. (Suzuki, Nuevas Directrices para el TPM, 1992)

Seiichi Nakajima, en su obra TPM Development program, nos menciona lo siguiente:

Mientras que los mismos trabajadores deben jugar un papel importante, al mismo tiempo la gerencia debe ser parte grande trabajando para mantener a los empleados motivados. 4 importantes factores para motivar grupos pequeños son:

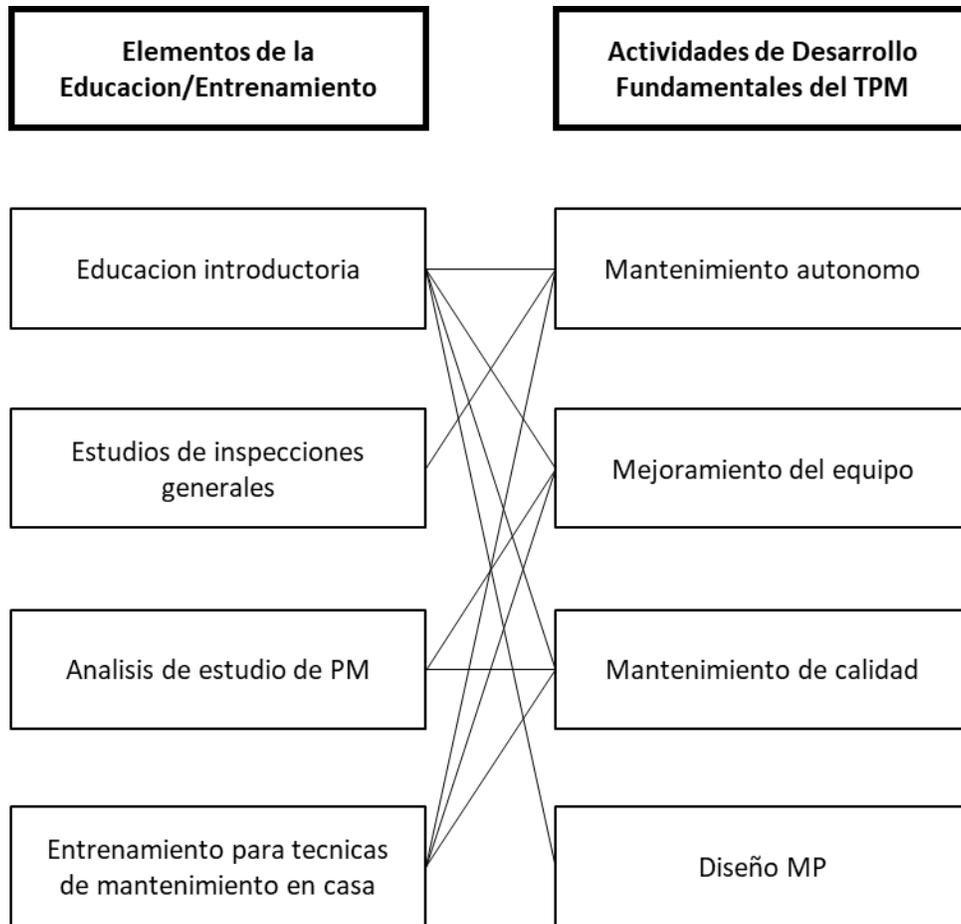
- Reconocer la importancia del trabajo
- Establecer y lograr metas
- Actuar en las sugerencias de los trabajadores
- Apremiar y reconocer los esfuerzos de los trabajadores. (Seiichi, 1988)

- **Formación y Adiestramiento**

Nachi Fujikoshi en su libro Training for TPM, nos menciona que la formación y el entrenamiento no solo es una de las 5 actividades fundamentales del TPM, es un pilar central que soporta las otras 4. (Fujikoshi, 1990, p. 217)

A continuación, se muestra lo mencionado anteriormente en la obra de Nachi Fujikoshi:

Figura 6 Formación y Adiestramiento



En el libro *Implementing TPM The North American Experience*, Charles Robinson y Andrew Ginder nos hablan sobre la disciplina del proceso de la siguiente manera:

La disciplina del proceso se define como el establecimiento o mejora de métodos y procedimientos que permitan la eficiencia y a la repetitividad. (Robinson & Ginder, 1995, p. 112)

- **Gestión de Seguridad y Entorno**

El objetivo principal de este pilar es asegurar que los aspectos de seguridad y salud son contemplados en la ejecución de los pilares técnicos del TPM.

Asegurar confiabilidad del equipo, prevenir errores humanos y eliminar accidente son preceptos básicos del TPM. La implementación completa del TPM mejora la seguridad de muchas maneras:

Los pilares técnicos del TPM ya tratan directa e indirectamente de los aspectos de Seguridad y Salud. (Ribeiro, 2012)

3. METODOLOGÍA

- Etapa 1 – Análisis del Problema

Ajustándonos a las necesidades del cliente para aumentar la capacidad de producción en el área de Mogul 6 y como se mencionó en la sección de introducción, los directivos de la compañía decidieron aplicar la metodología de Mantenimiento autónomo para, a grandes rasgos, reducir el tiempo muerto operacional del área y de esta manera aumentar la producción.

El mantenimiento autónomo es parte fundamental del TPM, como se revisó en la sección de literatura técnica, por lo que algunos elementos de la metodología del TPM formaran parte de la implementación del proyecto final.

- Etapa 2 – 5S

Las 5S son la base para la implementación de la mayoría de cualquier proyecto, en este caso al tratarse un proyecto como mantenimiento autónomo era indispensable el tener una cultura de orden y organización en el área y principalmente en el personal del área.

A continuación se muestra un diagrama de actividades que se siguieron para la implementación de las 5S en el área.

Figura 7 Metodología de implementación de 5S en el área de Mogul 6



Este plan de acción final será la evidencia de todos los hallazgos encontrados durante las auditorias semanales en el área de producción, estos hallazgos deben ser corregidos durante el tiempo antes de la próxima auditoria.

- **Etapa 3 – Implementación del nuevo Reporte OEE (Reporte de Producción)**
 Para poder realizar una mejora primero se tiene que llevar un control de la información, esta es la frase que se siguió para revisar y modificar el reporte de OEE que anteriormente se estaba utilizando en el área. Esta modificación formaría parte de una implementación de un proyecto diferente pero que beneficiaría el proyecto de Mantenimiento autónomo dado que se llevaría un mejor control de la información relevante del área (incluido la información del tiempo muerto).

Figura 8 Nuevo reporte de Producción del área de Mogul 6

Mogul 6

Log de Producción

INSTRUCCIONES: Llene únicamente las celdas sombreadas con excepción de las celdas sombreadas en color verde limón.

Reportar Tiempo Muerto | Reportar Scrap | Ir a Reporte para Ctrl de Producción

| INFORMACION GENERAL | | | | | | Depositado | | | | | | | | | | PRODUCCIÓN | |
|---------------------|---------|-------|--------|-------|-------------|--------------------------------|--------------------|--------|------------|----------|-----------------|-------|-------------------|--------------------|---------|------------|----|
| Semana | Día | Mogul | Fecha | Turno | Producto | Descripción | Libras programadas | # WO | # de Lote | Bombazos | Peso depositado | Yield | Libras producidas | Velocidad estándar | # Batch | Velocidad | |
| 48 | Monday | 6 | 26-Nov | A | GM4MG060735 | WIP FRUIT FLAVORED MOTT'S | | 523332 | 1811260004 | 4.950 | 4.95 | 89.2% | 21.864 | 20 | | 7.0 | 22 |
| 48 | Monday | 6 | 26-Nov | A | GM4MG060735 | WIP FRUIT FLAVORED MOTT'S | 35,000 | 523314 | 1811260343 | 6.468 | 4.95 | 89.2% | 25.548 | 20 | | 9.2 | 22 |
| 48 | Monday | 6 | 26-Nov | A | S4MG0609498 | WIP MP SPRING TIME FRUIT SNACK | 135,000 | 522982 | 1811260730 | | 6.06 | 96.9% | | 18 | | | 22 |
| 48 | Monday | 6 | 26-Nov | B | S4MG0609498 | WIP MP SPRING TIME FRUIT SNACK | | 522982 | 1811260730 | 11,814 | 6.06 | 96.9% | 69.266 | 18 | | 22.4 | 22 |
| 48 | Tuesday | 6 | 27-Nov | A | S4MG0609498 | WIP MP SPRING TIME FRUIT SNACK | | 522982 | 1811260730 | 6.556 | 6.06 | 96.9% | 38.494 | 18 | | 12.4 | 22 |
| 48 | Tuesday | 6 | 27-Nov | A | FPMG4131772 | JUJU BEES | 47,000 | 523258 | 1811270796 | 5.214 | 5.45 | 75.1% | 21.338 | 18 | | 6.9 | 22 |
| 48 | Tuesday | 6 | 27-Nov | B | FPMG4131772 | JUJU BEES | | 523258 | 1811270796 | 6.700 | 5.45 | 75.1% | 27.419 | 18 | | 8.9 | 22 |

- Etapa 4 – Mantenimiento autónomo

Pasando a la etapa 4 del proyecto, esta concierne a la metodología seguida para la implementación del mantenimiento autónomo, cabe mencionar que esto no significa que las etapas anteriores ya estén implementadas completamente al llegar a este punto del proyecto.

Tanto las 5S, como el nuevo reporte de producción seguían en proceso de modificaciones post implementación, esto significa escuchar comentarios de, principalmente, los operadores con respecto a estas implementación, y respecto a estos comentarios realizan las modificaciones pertinentes para una mejora en el proceso.

Al igual que con la implementación de la metodología de 5S, se siguieron una serie de actividades/pasos para llevar a cabo la metodología del mantenimiento autónomo. Como el objetivo principal es el reducir el tiempo muerto operacional el primer paso importante fue revisar las actividades del mantenimiento preventivo actual de cada uno de los activos del área.

Algunas de las actividades más importantes de la metodología fueron: revisar las órdenes de mantenimiento preventivo, la creación de la documentación, los entrenamientos teóricos y los entrenamientos prácticos al personal del área.

En la siguiente imagen se muestran las actividades principales de la metodología seguida para la implementación del mantenimiento autónomo:

Figura 9 Metodología de implementación de 5S en el área de Mogul 6



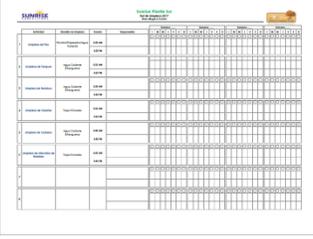
4. RESULTADOS

- Resultados 5S

Durante la implementación de la metodología de las 5S en la primera etapa del proyecto, desde la instalación de la primera S se pudieron observar mejoras en el área, desde la creación del equipo de trabajo hasta la eliminación de material en el área que no tiene utilidad por medio de etiquetas rojas, la mayoría de los resultados de la implementación de las 5S son “visuales” por lo que a continuación se muestra un tabla con el antes y el después de algunas de las actividades realizadas en el área:

Tabla 1.4 Principales ejemplos del antes y después de la implementación de 5S

| Antes | Después |
|-------------------------|-------------------------|
| Área sin delimitaciones | Área con delimitaciones |
| | |

| | |
|--|---|
| Ubicación de etiquetas sin identificación | Ubicación de etiquetas identificadas |
|  |  |
| Desorganización en la parte de la limpieza | Desarrollo de plan de limpieza definido |
|  |  |
| Herramientas de producción sin lugar definido | Ubicación de herramientas definido e identificado |
|  |  |

Tal vez el resultado más importante de la implementación de las 5S, además del cambio visual favorable del área, fue la disciplina mostrada por el personal del área para continuar con el seguimiento del proyecto, mediante auditorías cruzadas es como principalmente se miden los resultados obtenidos en el área, cada turno obtiene una calificación de acuerdo con los puntos establecidos y acordados en un checklist. El turno con el mejor porcentaje de calificación obtendría una recompensa (rifa de regalos, comida especial, entre otras opciones) que ellos escogerían.

Figura 10 Entrega de reconocimientos al mejor turno del mes



- Resultados Reporte de Producción

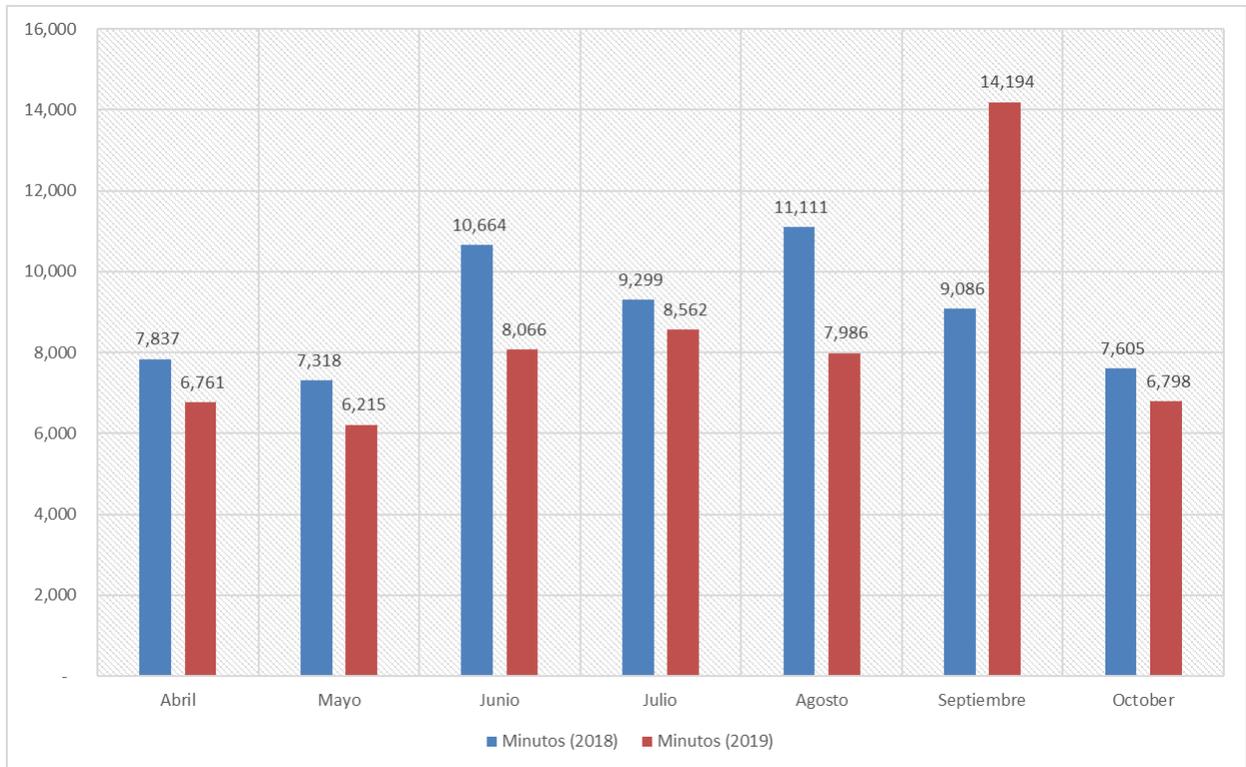
La necesidad de revisar los reportes de producción y tiempo muerto surgió después de una falta evidente por reportar información precisa que nos ayude a determinar puntos de oportunidad de mejor y de solución de problemas con el fin de obtener resultados resolviendo los problemas desde su causa raíz.

La manera de reportar la producción y el tiempo muerto de manera interna en el área se realiza, principalmente, mediante una hoja de Excel que se presenta a continuación en la figura 2.1:

Figura 11 Reporte de tiempo muerto anterior de Mogul 6

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|----------|-------|----|-------|------|--------|-----------|-----------|-------------|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---|
| | Fecha | Turno | Hr | Sl/ra | T.M. | W.O. | C.O. 2001 | Opr. 2000 | Mntto. 2004 | Edif. 2003 | Electr. 2011 | Prue 2013 | Emp. 2002 | Alm. 2012 | Mntto.P 2036 | Comentarios |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1-Apr-18 | D | 1 | 1000 | 15 | 518327 | | | 15 | | | | | | | problemas con vapor de banda humectadora |
| 4 | | D | 2 | 1020 | 14 | 518327 | | | 14 | | | | | | | atorrones en t/e se atora cepillorazador |
| 5 | | D | 3 | 1250 | 3 | 518327 | | 5 | | | | | | | | limpieza de molde |
| 6 | | D | 4 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 7 | | D | 5 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 8 | | D | 6 | 1000 | 15 | 518327 | | | 15 | | | | | | | fallad e t/e se atoran charolas t/s ty clutch t/e |
| 9 | | D | 7 | 450 | 40 | 518327 | | | 40 | | | | | | | se cae figurad emolde se encuentra y se pone se cambia filtro d e vapor de humectadora |
| 10 | | D | 8 | 850 | 21 | 518327 | | | 21 | | | | | | | se enjugan ollas d depositado pinza suelta charoals ent/e |
| 11 | | D | 9 | 1100 | 10 | 518327 | | | 10 | | | | | | | se atora cepillio razador se caen charolas de t/e |
| 12 | | D | 10 | 1100 | 10 | 518327 | | | 10 | | | | | | | fallas con t/e se caen charoals |
| 13 | | D | 11 | 1100 | 10 | 518327 | | | 10 | | | | | | | fallas con t/e se caen charoals |
| 14 | | D | 12 | 1100 | 10 | 518327 | | | 10 | | | | | | | fallas con t/e se caen charoals |
| 15 | 2-Apr-18 | A | 1 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 16 | | A | 2 | 1100 | 10 | 518327 | | 5 | 5 | | | | | | | se cambia azucar del tambor, problemas con pinzas en torre de entrada (sueltan las charolas). |
| 17 | | A | 3 | 1180 | 6 | 518327 | | | 6 | | | | | | | problemas con pinzas en torre de entrada (suelta las charolas). |
| 18 | | A | 4 | 1050 | 12 | 518327 | | | 12 | | | | | | | problemas con pinzas en torre de entrada (suelta las charolas). |
| 19 | | A | 5 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 20 | | A | 6 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 21 | | A | 7 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 22 | | A | 8 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 23 | | A | 9 | 1030 | 13 | 518327 | | 5 | 8 | | | | | | | se cambia azucar del tambor, problemas con pinzas en torre de entrada (sueltan las charolas). |
| 24 | | A | 10 | 1320 | 0 | 518327 | | | | | | | | | | ok |
| 25 | | A | 11 | 0 | 60 | 518385 | | | | | | | | | | cambio de depositado del 505 al 713j |
| 26 | | A | 12 | 0 | 60 | 518385 | | | | | | | | | | cambio de depositado del 505 al 713j |
| 27 | 2-Apr-18 | B | 1 | 207 | 51 | 518385 | | 51 | | | | | | | | sercibe turno en cambio dedepocitado del 505 al 713j |
| 28 | | B | 2 | 1320 | 0 | 518385 | | | | | | | | | | ok |

Después de tiempo invertido en la modificación del archivo, investigando y recabando información, entrenamiento del uso de este, se puso en marcha el nuevo reporte que incluye la producción, el scrap, el tiempo muerto, presentación de graficas de tiempo muerto, y el resumen semanal del indicador OEE, que se obtiene combinando los resultado los reportes antes mencionados.



La suma total del año 2018 en este mismo periodo es de 62,920 minutos y en el año 2019 con el mismo periodo es de 58,582 minutos, lo que representa una reducción de 6.89% del tiempo a comparación del año pasado.

Los objetivos particulares del proyecto de los entrenamientos teóricos y prácticos forman parte del cambio de cultura en el área, para ambos entrenamientos se documentó toda la información compartida al equipo de trabajo. Para verificar la eficacia de dichos entrenamientos, se realizaron exámenes pre y post entrenamiento.

Para llegar al objetivo general del proyecto, además de los entrenamientos teóricos/prácticos, se siguieron e implementaron los pasos mencionados en la imagen 1.8 sobre la metodología seguida para la implementación del Mantenimiento autónomo.

5. CONCLUSIONES

Definitivamente la implementación de un proyecto tan ambicioso como la metodología de Mantenimiento autónomo no es una tarea sencilla aun teniendo un plan de trabajo definido. Como lo mencione en la introducción de este documento, la cultura del área de trabajo es complicado de modificar en las persona, y esto va desde los niveles gerenciales

hasta los niveles operativos y también en lo personal represento un reto el predicar el cambio de cultura cuando hasta para mí el cambiar no es algo sencillo de realizar.

En lo personal, durante el proceso de implementación del proyecto, pude ver diferente la perspectiva que tienen los operadores con respecto a sus actividades diarias en el área de producción y de cómo existen personas que están dispuestas a enfrentar el cambio de buena manera y también el otro lado de la moneda, y ver como hay personas que evitan cambiar sus hábitos principalmente por miedo a que esto represente un cambio negativo en lo que actualmente estas realizando. Esto me dejó un aprendizaje que no había experimentado antes en algunos de los otros proyectos en los que he sido parte del equipo de trabajo.

Me siento orgulloso del equipo de trabajo con el que tuve la oportunidad de trabajar, desde el personal que trabaja directamente con la producción como con los ingenieros miembro también del equipo. Aprendí mucho de cada uno de las personal con las que trabajé durante el proyecto, y así como hubo partes del proyecto donde las cosas parecían no ir bien, también hubo momentos donde todo parecía ir de acuerdo con el plan. Todo esto es parte de un proyecto ambicioso dentro de las compañías.

En general, el Mantenimiento autónomo y todo lo que conlleva es una herramienta que además de tratarse de muchas actividades de documentación, entrenamientos, análisis, modificaciones de tareas, es principalmente un proyecto de disciplina que no puede romperse porque en el momento en el que la disciplina se rompe, todas las demás actividades no tendrán sentido alguno.

REFERENCIAS (bibliografía)

Belohlavek, P. (2006). *OEE Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.

Cuatrecasas, L. A. (2000). *TPM: Hacia la Competividad a Travez de la Eficiencia de los Equipos de Produccion*. Barcelona: Gestion 2000.

Fujikoshi, N. (1990). *Training for TPM*. Cambridge: Productivity Press.

Hartmann, E. H. (1992). *Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant*. Pittsburgh: TPM Press Inc.

- Hirano, h. (1995). *5 Pilares de la Fabrica Fisual*. Tokyo: Productivity Press.
- Levitt, J. (2010). *TPM Reloaded*. New York: Industrial Press Inc.
- Ribeiro, H. (2012). *PDCA, Excelencia en Consultoria de Gestion*. Recuperado el 2019, de <http://www.pdca.com.br/site/espanhol/como-se-implanta-o-5s/etapa-92-pilar-de-seguridad-y-salud.html>
- Ribeiro, H. (2012). *PDCA, Excelencia en Consultoria de Gestion*. Recuperado el 2019, de <http://www.pdca.com.br/site/espanhol/como-se-implanta-o-5s/etapa-83-pilar-de-mantenimiento-planificado.html>
- Robinson, C. J., & Ginder, A. P. (1995). *Implementing TPM THE North American Experience*. Portland: Productivity Press.
- Rodriguez, J. A. (2003). *Gestion de Mantenimiento Asistido por Computadora*. Cujae.
- Seiichi, N. (1988). *Introduccion to TPM Total Productive Maintenance*.
- Suzuki, T. (1992). *Nuevas Directrices para el TPM*. Portland: Productivity Press.
- Suzuki, T. (1995). *TPM en Industrias de Procesos*. Madrid: TGP Hoshin.

ANEXOS