

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**Propuesta de Mejora en el Área de Mantenimiento de Equipos para
aumentar la productividad.**

CASO: Armacero Matco S.A.

Por

Gonzalo Adolfo Donoso Reyes

Alexis Javier Nieto Letelier

Trabajo de Título para optar al
Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y
Título de Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía,
Esteban Sefair Vera.

2018

Dedicatoria

*Dedico este trabajo a mis padres, a mi hermana,
A mis amigos, a Belén y, sobre todo
a Dios.*

Gonzalo Adolfo Donoso Reyes

*Dedico esta memoria a mi familia que
es mi pilar fundamental e incondicional y a los
mejores amigos*

Alexis Javier Nieto Letelier

Agradecimientos

Queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo brindado en estos duros años de esfuerzo, para finalmente lograr nuestro objetivo de ser profesionales. A todos nuestros amigos los cuales se convirtieron en parte importante de nuestras vidas.

A todos nuestros profesores que año a año nos entregaron conocimientos y valores, los cuales, en esta nueva etapa, sin duda serán de mucha importancia. En especial a nuestro profesor guía.

Finalmente dar gracias a la empresa, por colaborar en la entrega de información para la realización de este trabajo de título.

Índice

1	Descripción de la empresa y planteamiento del problema	13
1.1	Empresa Armacero Matco S.A.....	13
1.1.1	Distribución Organizacional.....	13
1.1.2	Distribución en planta de la empresa Armacero Matco S.A.	14
1.2	Planteamiento del problema	18
1.2.1	Recopilación de Antecedentes.....	19
	Diagrama de afinidad	21
1.2.2	Antecedentes de los problemas encontrados	22
1.3	Compendio de la problemática.....	26
1.4	Objetivo general	27
1.5	Objetivos Específicos	27
1.6	Resultados Esperados	27
2	Marco Teórico	29
2.1	Concepto de Mantenimiento	29
2.2	Objetivos del mantenimiento industrial	29
2.3	Programación del Mantenimiento	30
2.4	Tipos de mantenimiento	30
2.4.1	Mantenimiento Correctivo	30
2.4.2	Mantenimiento Periódico	31
2.4.3	Mantenimiento Programado	31
2.4.4	Mantenimiento Preventivo	31
2.4.5	Mantenimiento Predictivo	32
2.4.6	Mantenimiento Proactivo	32
2.4.7	Mantenimiento productivo total (TPM)	32
2.4.8	Mantenimiento Autónomo (MA)	35
2.4.9	Metodología Seis Sigma.....	40

2.4.10	Mantenimiento Preventivo	45
3	Metodología Propuesta	53
3.1	Etapa de Implementación	53
3.2	Organigrama del Proyecto.....	54
3.3	Especificaciones de los Roles	55
3.4	Presentación del proyecto.....	57
3.4.1	Plan de Capacitación	57
3.4.2	Aviso de Fallas	57
3.4.3	Elección de Multiplicadores de Mantenimiento Autónomo.....	59
3.4.4	Elección de los padrinos de las maquinas.	60
3.5	Limpieza Inicial.....	62
3.5.1	Preparación de días de Limpieza.....	62
3.5.2	Seguridad de Limpieza Inicial.....	63
3.5.3	Día de limpieza PEC	64
3.6	Estándar de limpieza y engrase.	66
3.6.1	Engrase	66
3.6.2	Elección del Lubricante.....	66
3.6.3	Limpieza	68
3.6.4	Check List “Limpieza y Engrase”	69
3.7	Inspección Operacional	71
3.7.1	Formato y Frecuencia	72
3.7.2	Determinación de puntos a inspeccionar	72
3.7.3	Capacitación en Inspección Operacional	73
3.8	Auditoría y Control	73
3.8.1	Auditoria por el Gerente General	73
3.8.2	Hora de seguridad.....	74

3.9	Evaluación.....	74
4	Resultados propuestos	76
4.1	Interrupción de Mantenimiento (IM)	76
4.2	Tasa de Falla (TF)	78
4.3	Tiempo medio entre fallas (TMEF)	79
4.4	Productividad Célula PEC.....	80
5	Capítulo V: Conclusiones finales	87
6	Bibliografía.....	91
7	Anexos.....	94
7.1	Implementación de Mantenimiento Autónomo Operadores	94
7.2	IPER, Días de Limpieza	98
7.3	Portada Check List Limpieza y Engrase	100
7.4	Página final Check List Limpieza y Engrase	101
7.5	Check List Limpieza y Engrase Bergandi.....	101
7.6	Check List Limpieza y Engrase PG -12.....	103
7.7	Check List Limpieza y Engrase Dobladora de Pilares.....	105
7.8	Portada Check List Inspección Operacional.	107
7.9	Página Final Check List Inspección Operacional.	107
7.10	Check List Inspección Operacional Schlatter PG-12	108
7.11	Check List Inspección Operacional Bergandi.	109
7.12	Check List Inspección Operacional Dobladoras Pilares y Cadenas	112
7.13	Tabla resumen con los distintos tipos de mantenimiento	113
7.14	Avisos de Anomalías y defectos célula PEC.....	116
7.15	Diagrama del proceso productivo de la célula PEC.....	117
7.16	Reporte Productividad PG-12, parte 1.....	118
7.17	Reporte Productividad PG-12, parte 2.....	118

7.18	Producción por Tiempos Muertos máquina PG-12	119
7.19	Reporte de Productividad máquina Bergandi	120
7.20	Reporte de Productividad máquina Dobladora.....	121

Índice de Figuras

Figura 1	Diagrama organizacional actual Armacero Matco S.A.	13
Figura 2	Mapa distribucional de la Planta Armacero Matco S.A.	14
Figura 3	En Orden, Figuradora Schnell, Mini Syntax N°1 y Mini Syntax N°2.....	15
Figura 4	Proceso productivo de pilares y cadenas	16
Figura 5	Proceso de producción de escalerillas.	16
Figura 6	Máquinas Dobladoras en procesos finales de Pilares y Cadenas.	16
Figura 7	Área de producción de mallas con maquina Electro soldadora G – 32	18
Figura 8	Interrupciones de la máquina Electro-soldadora PG-12.....	19
Figura 9	Interrupciones de la maquina Bergandi	20
Figura 10	Interrupciones maquina Pilares y Escalerillas (PEC).	20
Figura 11	Diagrama de Afinidad.....	21
Figura 12	Diagrama de Ishikawa para el área de producción de células PEC.....	22
Figura 13	Representación de los 8 pilares del TPM	34
Figura 14	Ejemplo etiquetas de Fallas Mantenimiento Autónomo.....	37
Figura 15	Ejemplo planilla de Inspección.....	38
Figura 16	Ejemplo de Rutina de inspección Operacional.....	39
Figura 17	Esquema de Metodología Seis sigma	41
Figura 18	Distribución del trabajo	45
Figura 19	Categorías del mantenimiento preventivo	46

Figura 20 Reparación general basada en el tiempo.....	48
Figura 21 Mantenimiento basado en las condiciones	48
Figura 22 Etapas de la Implementación Mantenimiento Autónomo y Preventivo	54
Figura 23 Organigrama para propuesta de mantenimiento.....	55
Figura 24 Etapas de la Implementación Mantenimiento Autónomo y Preventivo.....	57
Figura 25 Tarjetas de aviso de Fallas	58
Figura 26 Organigrama de Encargados de Mantenimiento Autónomo	59
Figura 27 Cuadro de Gestión Operacional, padrinos de Maquinas	61
Figura 28 Pizarra de Gestión a la vista, Puesto de tarjetas de Fallas	61
Figura 29 Programación día de limpieza.....	62
Figura 30 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgo (IPER).....	63
Figura 31 Implementación de candados de seguridad	64
Figura 32 Proceso de limpieza de maquinarias en la planta	65
Figura 33 Proceso de limpieza de maquinarias dobladora.....	65
Figura 34 Dispositivo de engrase cambiado.....	66
Figura 35 Recomendaciones de engrase según el tipo de maquinaria.....	67
Figura 36 Recomendaciones de engrase maquina Schlatter, por modelo.....	68
Figura 37 Check List de proceso de Limpieza.....	70
Figura 38 Puntos de Inspección, limpieza y engrase	70
Figura 39 Hoja de aviso de fallas.....	71
Figura 40 Planilla de Inspección Operacional.....	72
Figura 41 Disminución de interrupciones a una tasa de 4,5%	77
Figura 42 Disminución en la tasa de fallas a un 4,5%	78
Figura 43 Proyección en el tiempo medio de falla.....	79
Figura 44 Proyección a 6 meses de productividad maquina PG-12.....	81
Figura 45 Proyección a 6 meses de productividad maquina BERGANDI.....	83

Figura 46 Proyección a 6 meses de productividad maquina DOBLADORA.....	84
--	----

Índice de Gráficos

Tabla 1 Cuadro Interrupciones por Mantenición	76
Tabla 2 Cuadro Tiempo Operación Máquinas	77
Tabla 3 Tabla proyectada de Productividad maquina PG-12.....	80
Tabla 4 Tabla proyectada de Productividad maquinaria BERGANDI.	82
Tabla 5 Tabla proyectada de Productividad maquinaria DOBLADORA.....	84
Tabla 6 Cuadro comparativo de productividad Antes/Después propuesta.	89

Abstract

Armacero Matco es una empresa chilena ligada al comercio de mallas y barras de refuerzos para la construcción civil. En este ámbito, sus equipos son variados, desde máquinas dobladoras de barras automáticas, hasta distintos tipos de Electro-Soldadoras. Es evidente dentro de la empresa diversos problemas de Mantenimiento – Operación, tales como, descuido en el mantenimiento diario de las máquinas (limpieza - lubricación), falta de estandarización de procesos, alta interrupción de mantenimiento, poca formalidad en los avisos de falla y mala comunicación entre las distintas áreas. Por lo cual surge la necesidad de adoptar procedimientos de mejora continua en estos ámbitos.

Por un lado, está el modelo de mantenimiento japonés “Mantenimiento Productivo Total” (TPM). Y por otro lado tenemos el modelo de mantenimiento preventivo, basado en el anteriormente mencionado TPM. Ambos tienen diversos pilares y actividades principales, muchos de ellos no son practicados correctamente o son inexistentes dentro de Armacero Matco. El Mantenimiento Autónomo está enfocado en problemáticas del tipo “Mantenimiento-Producción” y busca lograr la estabilidad operacional con simples rutinas de cuidado. A su vez el Mantenimiento Preventivo tiene como fin contrarrestar las causas de las fallas, anticipándose a ellas a través de tareas pre-establecidas.

Se decide generar una propuesta de plan de mantenimiento basándose en las necesidades de Armacero Matco viendo los puntos claves para su realización, para luego, basándose en los resultados propuestos, presentar el proyecto de implementación a la empresa. La Célula escogida para la propuesta del plan de mantenimiento fue La Célula Pilares Cadenas y Escalerillas (PEC). Aquí se trabajó durante todo el año 2017, con un enfoque en el operador, en la forma que se operan de los equipos y a la vez cómo mejorar los cuidados y métodos de inspección. Que a través de una completa propuesta de trabajo de estandarización, capacitación y control se llegó a resultados concluyentes que, hasta la fecha, no se habían podido lograr con los anteriores métodos de mantenimientos dentro de la empresa, tales como: Reducción de las interrupciones de mantenimiento (Mantenimiento Preventivo), disminución de la tasa de falla, mayor disponibilidad de los equipos para operación, y por último un aumento de productividad en la Célula PEC. Todos estos beneficios son alcanzables si se realizan metódica y ordenadamente cada una de las etapas de implementación descritas en el presente trabajo.

Abstract

Armacero Matco is a Chilean company that commercializes reinforcement steel meshes and reinforcements bars for the civil construction market. In this field, their equipment varies from automatic machines that bend bars, to various types of electric welders. There are evident issues in the company, diverse maintenance-operation matters, such as, carelessness in the daily maintenance of the machines (cleaning - lubrication), lack of process standardization, high interruption for maintenance activities, little formality on failure warnings and poor communication between the different areas. Therefore, it is necessary to adopt continuous quality improvement on these areas procedures.

On one hand there is the Japanese maintenance model "Total Productive Maintenance" (TPM). And on the other hand, we have the preventive maintenance model, based on the TPM. They both have different cornerstones and main activities, many of which are not practiced correctly or are non-existent within Armacero Matco. Autonomous Maintenance is focused on "Maintenance-Production" problems and seeks to achieve operational stability with simple care routines. At the same time the preventive maintenance aims to counteract the causes of failures, anticipating them through pre-established tasks.

It has been decided to generate a maintenance plan proposal based on the needs of Armacero Matco, looking at the key points for its realization, then, based on the proposed results, we will present the implementation project to the company. The chosen cell for the proposed maintenance plan was the Pillars Chains and Ladders Cell. Here we worked throughout the year 2017, focused on the operator, on the way how the equipment is operated along with how to improve the maintenance and inspection methods. Through a complete standardization, training and assessment proposal we have reached to conclusive results, never achieved with the prior maintenance methods of the company: lower interruption for maintenance activities (Preventive Maintenance), decreased failure rate, greater availability of operative equipment and ultimately an increased productivity in the Pillars Chains and Ladders Cell. All these benefits are achievable if all the stages are implemented methodically and orderly as described in this paper.

Capítulo 1

Descripción de la empresa y planteamiento del Problema

En este primer capítulo, se ofrece una descripción general de la empresa, el planteamiento de la problemática a resolver indicando los objetivos generales, específicos y los resultados esperados durante la presente memoria de título

1 Descripción de la empresa y planteamiento del problema

1.1 Empresa Armacero Matco S.A

Armacero Matco S.A., es una empresa chilena que se especializa en soluciones para las armaduras de acero de refuerzo destinadas al mercado de la construcción civil nacional.

Esta empresa inicia como una comercializadora de aceros no planos “Acindar Chile Ltda.”, la cual partió sus operaciones en el sector norte de Santiago en el año 1991. Desde el año 1996 Acindar se especializaba en el servicio de corte y doblado de barras de refuerzo para hormigón, y posteriormente ya en el año 2001 comienza la producción de mallas electro soldadas.

Fue entonces en el año 2002 cuando nace “Armacero industrial y comercial limitada”, producto que Gerdau Aza en conjunto con la compañía de siderúrgica Huachipato, del grupo CAP, adquirieron completamente la compañía Acindar Chile LTDA en una inversión cercana a los US\$4,8 millones.

1.1.1 Distribución Organizacional

A continuación, se muestra el organigrama general de la empresa en el cual se presenta las distintas áreas que la componen

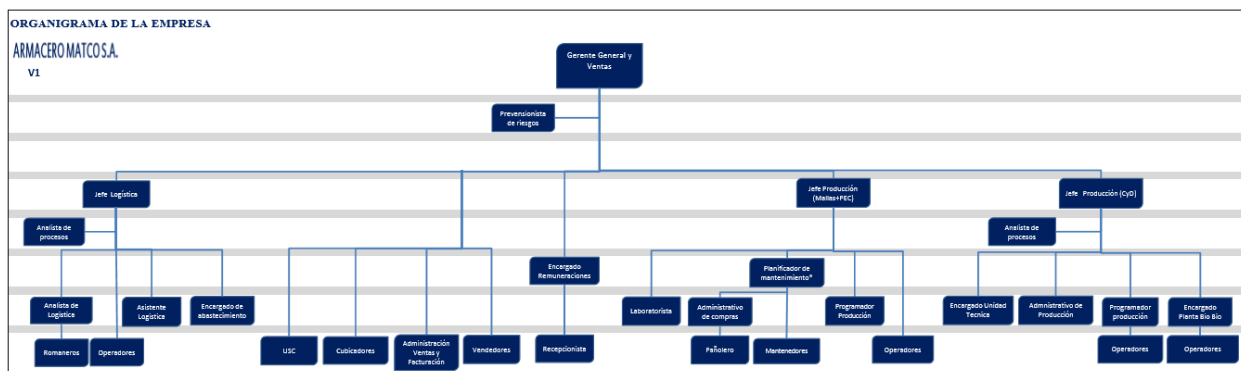


Figura 1 Diagrama organizacional actual Armacero Matco S.A donde se muestran las diferentes áreas, destacando entre ellas, la jefatura de producción de células PEC.

1.1.2 Distribución en planta de la empresa Armacero Matco S.A.

La planta de producción Armacero Matco S.A. es una infraestructura que alberga todos los procesos tanto administrativos como operacionales, en la cual la materia prima ingresa y se aloja en bodegas internas, se producen las distintas estructuras pedidas, que finalmente se envían a la zona de distribución. Está ubicada en Santa Isabel 700-4056, Lampa, Región Metropolitana Chile. Como se muestra en la Figura N°2 la empresa se distribuye en 7 zonas de servicios los cuales se mencionan a continuación:

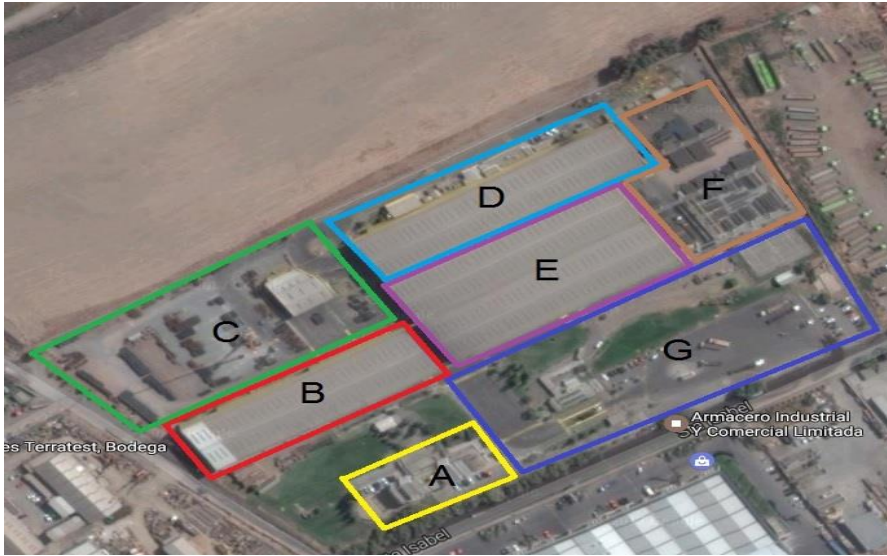


Figura 2 Mapa distribucional de la Planta Armacero Matco S.A. Imagen satelital con las divisiones de la planta

1.1.2.1 R.R.H.H y Ventas

En esta área se realizan las labores de ventas, en la cual llegan los pedidos y los encargados de ventas se comunican con los clientes. Además, esta zona es la encargada de la contratación del personal para la planta, así como de sus remuneraciones.

Además, se encuentra la unidad de servicios al cliente (usc) donde se reciben los llamados y se derivan a los vendedores, ya sea por una nueva venta o por un reclamo, además de la post venta.

Posteriormente se envían los planos de un proyecto de venta a los operarios encargados por zona (Cubicadores), los cuales se envían a cubículos dimensionados (según medidas y formas), luego el programador de producción planifica su fabricación de acuerdo a las máquinas acordes al trabajo esperado, ya sean estribadoras, electrodo soldadoras, pilares y/ cadenas.

1.1.2.2 Producción de Corte y Doblado

En esta área se encuentra la célula de Corte y Doblado Fino y Grueso, encontramos máquinas: Dobladoras de barras de refuerzo, marca OSCAM y OMES; Figuradoras Schnell y Mini Syntax marca MEP, cizallas y equipos de corte de marca OSCAM, OMES. Todos los equipos mencionados anteriormente, tienen procedencia italiana.

Corte y doblado de barras de acero es un servicio de refuerzo para hormigón, otorgando una disminución de costo, mano de obra y tiempo de armado en las obras de terreno. Esto se aprecia claramente en el servicio de pre armado de estructuras, la cual es la forma más rápida en un proyecto de construir pilotes, pilares y vigas.



Figura 3 En Orden, Figuradora Schnell, Mini Syntax N°1 y Mini Syntax N°2. Fotografía obtenida desde el interior de la planta en colaboración con la jefatura del área.

1.1.2.3 Producción de Pilares, Escalerillas electro soldadas y Cadenas (PEC)

En esta área se encuentra la célula de Pilares, cadenas y escalerillas (PEC), encontramos Máquinas electro soldadoras, para fabricar escalerillas, cadenas y pilares. Estas son: Electro soldadora SCHLATTER, de origen Austriaco (mallas para cadenas y pilares) y Máquina Electro Soldadora BERGANDI de origen americano (escalerillas). Además, posee máquinas dobladoras donde se pliegan y forman los pilares y cadenas, estas últimas de origen mexicano. A continuación, se muestran las diferentes maquinarias dentro de la empresa Armacero Matco S.A (Figura N°4, en la Figura N°5 y la Figura N°6 respectivamente). Además, en el Anexo 7.15 se ve el diagrama del proceso productivo paso a paso de la empresa.



Figura 4 Proceso productivo de pilares y cadenas realizadas con la Maquina Electro soldadora PG-12 Schlatter



Figura 5 Maquina Electro soldadora Bergandi utilizada en el proceso de producción de escalerillas.



Figura 6 Máquinas Dobladoras utilizada dentro de los procesos finales de Pilares y Cadenas.

Los pilares, cadenas y escalerillas electro soldadas fabricadas en esta área, se utilizan para albañilería armada, con bloques de cemento y ladrillos cerámicos. Los pilares y cadenas son armaduras prefabricadas, las cuales se entregan listas para ser usadas, sólo hay que realizar el montaje, recubrir y rellenar según hormigón especificado en el proyecto. Por otra parte, las escalerillas son armaduras horizontales que tienen como objetivo absorber los esfuerzos de corte inducidos en albañilería armada.

1.1.2.4 Gerencia de Producción y Mantenimiento

En esta área se encuentra el departamento de mantenimiento que se encarga de proporcionar oportuna y eficientemente, los servicios que requiera el centro en materia de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones, así como la contratación de la obra pública necesaria para el fortalecimiento y desarrollo de las instalaciones físicas de los inmuebles. También se encuentra el departamento de producción que determina cuántos bienes se pueden producir en un cierto tiempo determinado y mantener la programación de la producción de forma que otros departamentos sepan qué es lo que se está produciendo y cuánto se tarda en producir esa cantidad. Junto con la programación, el departamento de ventas lo utiliza para proveer a los clientes con sus compras en una línea de tiempo satisfactoria.

1.1.2.5 Producción de Mallas Electro soldadas

En esta área se encuentra la célula de mallas, contiene las máquinas más grandes, donde se realizan los procesos de Laminación con dos laminadores marca KOCH y PITTINI, de origen alemán e italiano respectivamente; procesos de enderezador de materia prima con máquinas DRE 10, DRE 12, y proceso de electro soldado de mallas de refuerzo para hormigón, con máquinas electro soldadoras G-32 y G-95, todas de marca EVG, de origen Austriaco.



Figura 7 Área de producción de mallas con maquina Electro soldadora G – 32, EVG, fotografía facilitada por Armacero Matco S.A.

Las mallas Electro soldadas fabricadas para hormigón estructural fabricadas en esta área, son usadas en radieres, losas, sobre losas, pisos, túneles, pavimentos, ductos, paneles estructurales y ductos.

1.1.2.6 Almacén de Materias Primas

Este almacén tiene como función principal el abastecimiento oportuno de materias primas o partes componentes a los departamentos de producción

1.1.2.7 Estacionamiento y Romaneros

En esta área se encuentra el estacionamiento para los trabajadores de la empresa y camiones, los cuales cuando van a cargar o descargar lo que transportan, pasan por la romana que es un instrumento que sirve para pesar, esa información la manejan los romaneros los cuales les informan a los departamentos de producción y ventas.

1.2 Planteamiento del problema

La empresa se ha propuesto mejorar varios de sus procesos productivos, obteniendo incluso certificaciones ISO, aún existen falencias en muchos puntos importantes de los mismos.

En el proceso productivo de la empresa existen muchas interrupciones en el proceso de producir sus productos. Interrupciones tanto operacionales como administrativas y de mantenimiento, causadas principalmente por la gestión y operación de equipos, lo que se refleja en la baja productividad de las operaciones. Para efectos de este trabajo solo nos enfocaremos en la célula PEC. Que es la encargada de producir Pilares, Cadenas y Escalerillas.

1.2.1 Recopilación de Antecedentes

A través de la base de datos, realizamos una recogida de los datos más relevantes, para examinar con mayor detalle el problema encontrado, que es la elevada tasa de interrupciones en el proceso productivo. En la célula de PEC encontramos 3 áreas de trabajo, en las cuales están:

- Electrosoldadura PG-12

Para averiguar las causales de la elevada tasa de interrupción en el proceso, se analiza el estado actual con el que trabaja la máquina PG-12 que se usa para fabricar el producto semi-terminado, para luego ser llevado a la dobladora y terminar el producto. A partir de los datos obtenidos de la planta se desarrolló el siguiente gráfico de las interrupciones presentadas al operador.

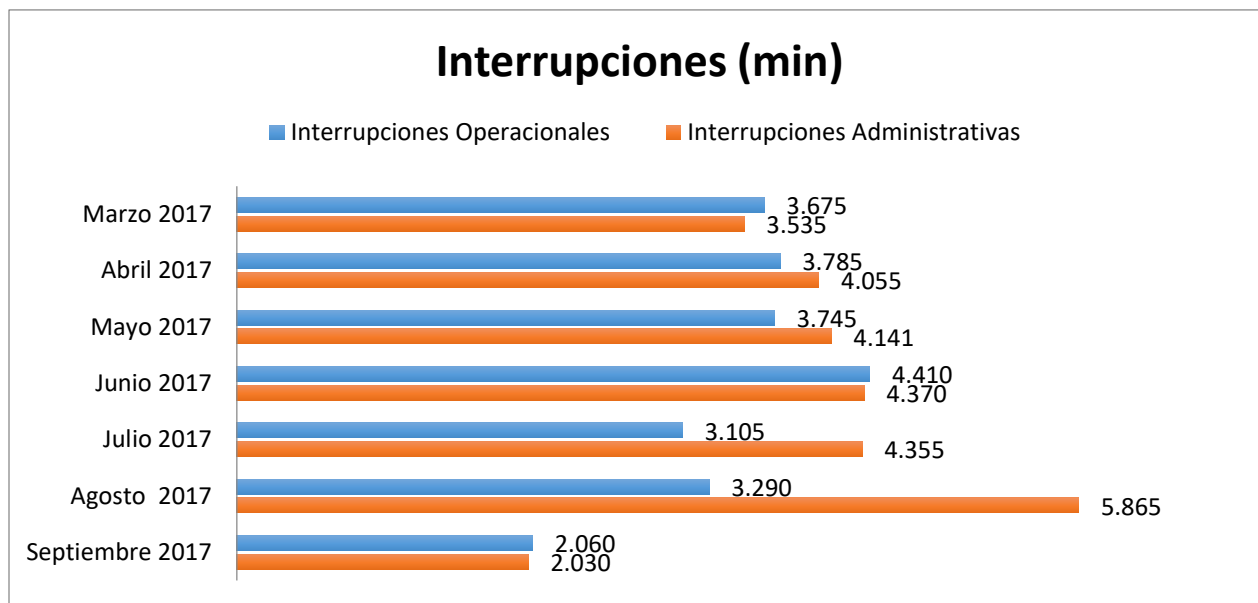


Figura 8 Gráfico obtenido por jefatura del área que muestra las interrupciones de la máquina Electro-soldadora PG-12 dentro de un periodo de 7 meses, donde la mayor frecuencia en cada mes son las del tipo administrativo.

- Electrosoldadura BERGANDI

Esta máquina es la encargada de producir las escalerillas de fierro para la empresa, a continuación, se presentará las interrupciones que presenta esta máquina.

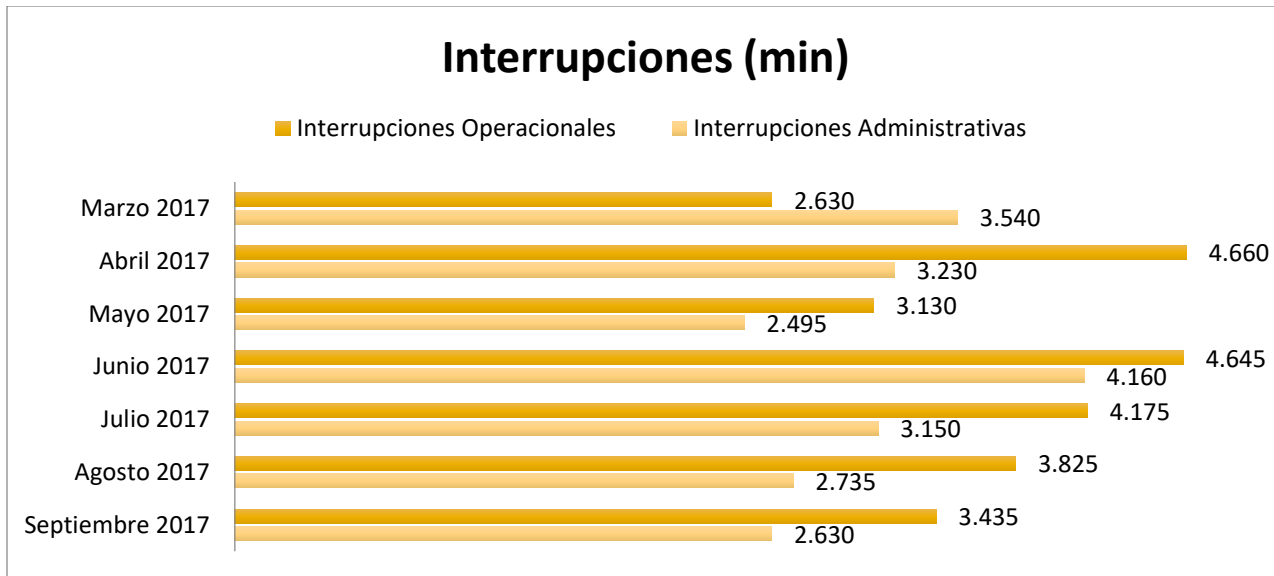


Figura 9 Interrupciones de la maquina Bergandi en la cual se observa que la mayor frecuencia de detenciones son operacionales.

- Dobladora de Pilares y Cadenas.

En este lugar de trabajo se finaliza el producto de los pilares y cadenas que vienen de la electrosoldadura PG-12. A continuación se presenta las interrupciones que ven afectada la producción de este lugar de trabajo.

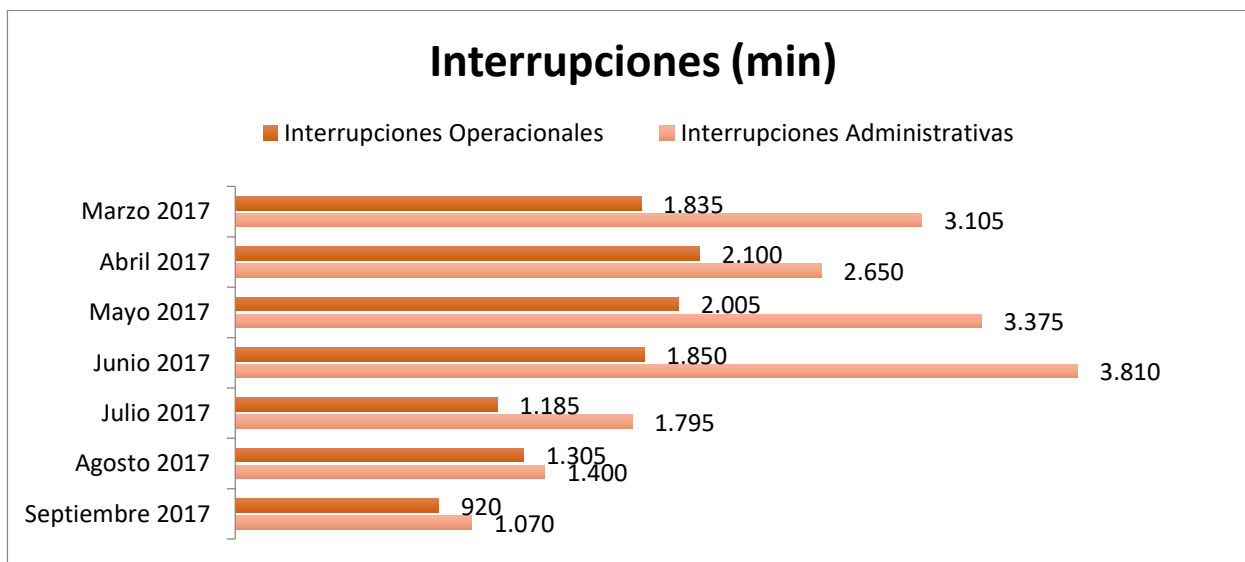


Figura 10 Gráfico de interrupciones maquina Pilares y Escalerillas (PEC), donde en este lugar de trabajo, se frecuenta las interrupciones administrativas pasando por el doble a las interrupciones operacionales que puedan ocurrir.

Diagrama de afinidad

Herramienta de medición de calidad que agrupa un conjunto de datos, ideas y causas afines, que pueden ser agrupadas según la relación que tienen entre sí, por lo que pueden ser definidas por ideas generales.

Definición de efecto: “Se genera una baja de productividad por los tiempos de interrupción en los procesos.”

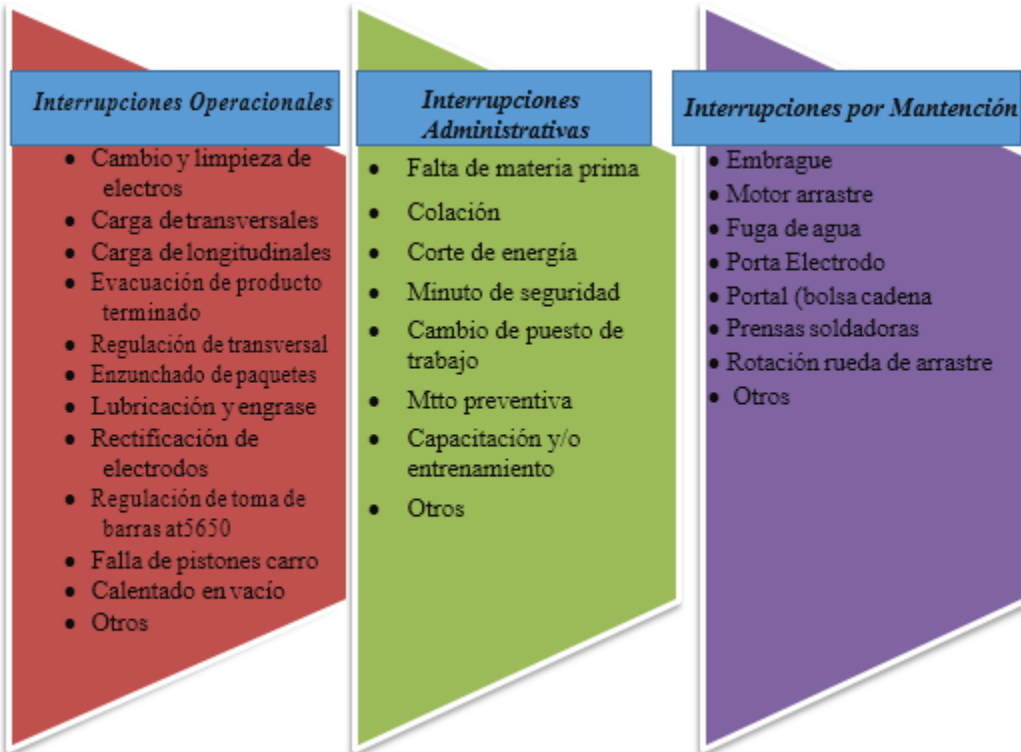


Figura 11 Ésta herramienta de medición de calidad proporciona una valoración de actividades para cada uno de los actores que participan dentro del proceso de producción, Acá es posible visualizar la importancia del área de mantención para que el operador pueda trabajar sin ninguna dificultad y que no tenga problemas durante su turno de trabajo y no baje su productividad.

1.2.2 Antecedentes de los problemas encontrados

En base de los datos obtenidos por Armacero Matco S.A se desarrolló el siguiente diagrama, el cual explica las diferentes aristas al problema principal de interrupciones en el proceso de producción.

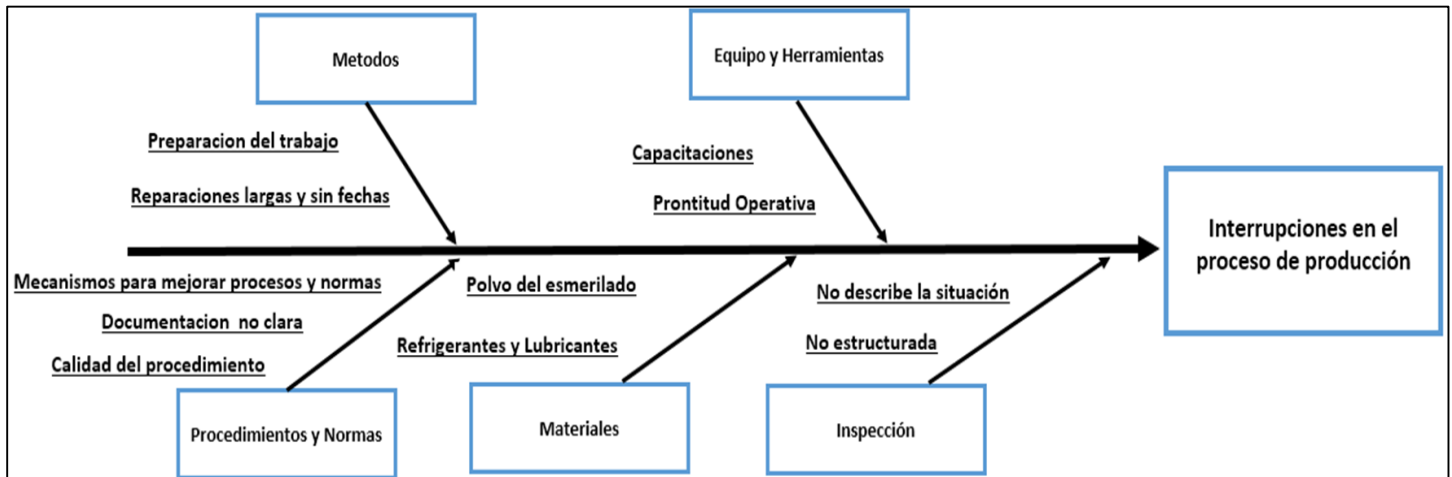


Figura 12 Diagrama de Ishikawa de la problemática encontrada, elaborado a partir de la colaboración de todo el personal del área de producción de células PEC.

- **Equipo y Herramientas**

- **Capacitaciones**

La necesidad de una calidad adecuada de la producción es lo que se destaca en la empresa Armacero Matco S.A. Es por ello que cada uno de sus procesos se deben realizar con el personal adecuado, debiendo ser previamente preparado para las labores a realizar.

Actualmente, en el área operacional no existe un modelo de capacitaciones para los operarios, lo que ha generado desmotivación organizacional y un decadente desempeño al no existir una visión de mejora de los procesos. Esto a su vez crea una dependencia hacia los operarios encargados del mantenimiento tergiversando el trabajo en equipo.

Además de las consecuencias fatales del mal manejo de maquinarias y el potencial daño a los equipos, la producción de la empresa se ve gravemente afectada porque se detiene la operación, con todos los efectos negativos que eso genera.

Prontitud Operativa

Existe una deficiencia en atender las solicitudes de mantención por parte de los operarios encargados al no contar con una estructura de control de mantenimiento. Esto producto de una nula comunicación entre los operarios de las maquinarias y los mantenedores de éstas.

Tomando en cuenta la figura del operador y la manipulación constante con las maquinarias, lo convierten en el más apropiado para detectar cualquier anomalía o defecto, ya que conoce el funcionamiento de su máquina mejor que cualquier otra persona en la planta, reconociendo ruidos y sonidos, vibraciones y olores característicos. Por lo tanto, es imprescindible formalizar rutinas de inspección operacional, de esta forma, se fomenta un mantenimiento preventivo de las maquinas evitando grandes costos a base de anticipación a fallos de errores.

Queda en evidencia la necesidad de implementar un sistema en donde el operador pueda plasmar todas sus alertas o avisos de anomalías. De esta forma él puede contar con un respaldo todas sus advertencias.

- **Inspección**

- No describe la situación**

No se registra ningún tipo de estadística e indicador evaluador del área. Esto producto del cambio de modelo de gestión que se produce en la empresa y en todo el grupo GERDAU. “TEMPLATE” se denomina al nuevo sistema de gestión exclusivo de Gerdau, vinculado con la plataforma SAP. Anteriormente se registraban avisos de avería en SAP que permitían al programador de mantenimiento registrar número de fallas y tiempo de detención de los equipos. Estos los realizaban los mantenedores y si bien es cierto que era efectivo al momento de tener claridad en el número de fallas, no era exacto en el tiempo de detención del equipo, ya que sólo registraba el tiempo que le daba el mantenedor al comenzar su trabajo y finiquitar éste, aunque la máquina estuviese detenida dos o tres horas antes de que el mantenedor comenzara a trabajar en esa avería.

- **No estructurada**

Por otra parte, se perdía mucho tiempo para el operador, en buscar al técnico de mantención correctiva (uno por turno) muchas veces el mantenedor se encontraba arreglando otra falla en otra máquina. Esto claramente muestra una oportunidad de mejora para el sistema de aviso de falla, se debe realizar un procedimiento que alerte al equipo de mantención y que deje un registro formal del aviso, además tiene que registrar la hora exacta cuando se produce la detención del equipo y el tiempo de cierre de la falla.

- **Materiales**

- **Polvos del esmerilado → no se eliminan**

Si no se cuenta con un plan de lubricación, tampoco se toma en cuenta la limpieza de la máquina. Ésta para su óptimo funcionamiento es imprescindible. Un ejemplo claro se produce en máquinas Figuradoras Mini Syntax en donde previamente al doblado y conformado de la figura deseada, se tiene que pasar la materia prima, por un proceso de enderezado. Éste se hace con un grupo de rodillos los cuales arrastran y, por presión, enderezan el material. Producto del proceso, se forma un desperdicio llamado laminillo (polvo de acero), el cual se junta en los rodillos. Esta contaminación se va juntando si no existe una rutina de limpieza, penetrando al mecanismo de rodillos, agripando ejes y rodamientos.

En el peor de los casos, penetra en la rueda principal, la de arrastre del material, afectando rodamientos, ejes y contaminando el motor hidráulico que la acciona. Esta suciedad, se acumula turno tras turno formando “cerros” de laminillo en los grupos de enderezado y conlleva a cambio de rodamientos aun cuando no se ha cumplido su vida útil, lo que desencadena costos por repuestos y detenciones de máquinas y temprano desgaste de rodillos.

Esto ocurre en todas las máquinas de la planta, por lo cual se necesita implementar un sistema de rutina de limpieza, el cual sea efectivo sin afectar la productividad. De esta forma se cuida e inspecciona, ya que la limpieza es sinónimo de inspección, y se trabaja en un ambiente más limpio y grato para el operador.

- **Refrigerantes y lubricantes → Aumento de las temperaturas.**

Las maquinarias utilizadas funcionan con los principios de funcionamiento netamente Mecánicos. Todas poseen sistemas de transmisión mecánica, partes y piezas con contacto directo entre ellas, las cuales generan grandes fuerzas de roce. Actualmente no existe una rutina de lubricación adecuada, debido a no existir claridad en los procedimientos a seguir. Esto ha provocado un considerable desgaste en partes y piezas internas de las máquinas, teniendo que recurrir a maestranzas chilenas para la fabricación de dichas piezas, las cuales cuentan con una vida útil menor a la esperada e incurriendo en costos adicionales para importar piezas de mejor calidad. Las piezas que comúnmente fallan por falta de lubricación y limpieza son rodamientos, rótulas, ejes, bujes y rodillos.

- **Procedimientos y Normas**

- **Calidad del procedimiento**

Es fundamental que la calidad de un procedimiento sea capaz de satisfacer los requerimientos de la empresa, que sus procesos sean claros. Con una estructura lógica, de fácil uso, se definan las responsabilidades y se documente.

Actualmente la empresa no cuenta con un manual de procedimientos para el mantenimiento de sus equipos y máquinas, creando informalidad por parte de los operarios al presentarse fallas y detenciones.

- **Documentación → no clara, difícil de utilizar.**

Al no existir una estructura lógica en los procesos de mantenimiento, no se genera una retroalimentación hacia los mismos operarios sobre los ajustes y mejoras implementados. A su vez, la tasa de fallos es mantenida debido a la poca comunicación operario-mantenedor derivando a detenciones considerables, disminuyendo los tiempos programados de producción.

- **Mecanismos para la mejora de los procesos y normas**

No existen planes de mejoras al sistema de gestión de calidad, lo cual al no contar con un registro de incidencias no se lleva a un análisis de las mismas para llegar a decidir las acciones a tomar.

- **Métodos**

- **Preparación del trabajo**

No hay una planificación para desarrollar de forma correcta la mantención de los equipos, así como una inexistente organización de una fuerza de trabajo necesaria para el mismo para la conformación de un programa de mantenimiento.

- **Reparación → largas y sin fecha**

Para las reparaciones no se toman en cuenta manuales y procedimientos de seguridad a seguir. Las especificaciones del trabajo no incluyen el tipo de mantenimiento a realizar, y tampoco se incluye documento alguno que detalle los pasos a ejecutar para dicha reparación.

1.3 Compendio de la problemática

I. ¿Qué está sucediendo?

Hay un alto nivel de interrupciones en el proceso de producción de productos lo que genera una baja producción, la cual podría ser mayor.

II. ¿Cómo sucede?

Se interrumpe el proceso de producción por distintas causas que una vez que están listas se reanuda el proceso, generando una disminución importante en el nivel de producción al sumar todas las interrupciones que se generan.

III. ¿Qué patrón se ve?

El patrón de las interrupciones indica al área de mantención como responsable de las principales causas ya que se generan por falta de procedimiento formales que permitan realizar los mantenimientos en el momento y en el lugar indicado, sin comprometer el proceso productivo por tanto tiempo.

IV. ¿Cuándo sucede?

Las interrupciones más significativas para la empresa suceden cuando se deben cambiar y limpiar los electros, en la evacuación de productos terminados, en la regulación de transversal, cuando se lubrica y engrasa, cuando se rectifican los electrodos, cuando hay fallas en algún elemento de las maquinas como los pistones carros, entre otras causas o fallas de mantención.

V. ¿Dónde sucede?

En el proceso productivo de Armacero Matco S.A. en las maquinas PG-12, Bergandi y Dobladora.

VI. ¿está relacionado el problema con las habilidades del operador?

Las interrupciones no tienen relación alguna con las habilidades de los operarios de las maquinas ya que son causa directa de procedimientos que no existen, situación que genera pérdidas de tiempo, interrupciones más largas e interrupciones que podrían omitirse.

Todas estas preguntas permiten generar una descripción del fenómeno de una forma clara y completa. Para ello basta con juntar todas las respuestas en una oración siguiendo cierta secuencia que da como resultado la siguiente oración: Hay un alto nivel de interrupciones que estancan al proceso productivo de la empresa por distintas causas que disminuyen la producción cuyo patrón indica que el área de mantención es el culpable de

todas ellas, por lo tanto estas interrupciones se generan cuando hay fallas de mantención en las maquinas PG-12, Bergandi y la Dobladora, todas estas fallas y consiguientes interrupciones no están relacionadas con la función que desempeñan los operarios de las maquinas.

1.4 Objetivo general

Generar una propuesta de plan de mantenimiento para el área de producción de pilares, escalerillas electro soldadas y cadenas (PEC) de la empresa Armacero Matco SA.

1.5 Objetivos Específicos

- Relevar el proceso productivo de la línea PEC.
- Determinar los principales focos de interrupciones generados en la producción de pilares, escalerillas electro soldadas y cadenas (PEC).
- Analizar los manuales y condiciones de operación de los equipos de la línea PEC.
- Diseñar un sistema de mantenimiento adecuado a las características de la empresa que permita disminuir los tiempos de parada.

1.6 Resultados Esperados

Se pretende aumentar la disponibilidad de las maquinarias dentro de los procesos de producción de la célula PEC de la planta de acero de la empresa Armacero Matco S.A., con el fin de mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos e instalaciones a utilizar, con esto se garantiza la continuidad y eficiencia de los procesos productivos. Eliminando y corrigiendo los factores que afectan el funcionamiento de los equipos e instalaciones se lograra aumentar las horas de producción, aumentando con esto los costos de oportunidad que actualmente han afectado a la toma de decisiones de nuevas herramientas de gestión.

Capítulo 2

Marco Teórico

En este capítulo se presentan los aspectos teóricos que abordará la presente memoria. Conceptos encontrados en la bibliografía y que serán la base para encontrar solución al problema planteado.

2 Marco Teórico

2.1 Concepto de Mantenimiento

Uno de los desafíos dentro del área administrativa de toda empresa es lograr el más alto rendimiento en su gestión. Esto involucra indiscutiblemente el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles de manera de obtener una retribución de carácter positivo por sus inversiones.

Es así cómo podemos definir el mantenimiento como “El conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”. Manual de Mantenimiento. Sena Fedemetal. Santafé de Bogotá, 1991. (Pérez L. A., 2008)

Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por sí solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de ello, conformando así el departamento de mantenimiento de nuestra empresa.

2.2 Objetivos del mantenimiento industrial

El mantenimiento en cualquier empresa, debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Cuando se habla de reducir los costos de producción se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Maximizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Se busca reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados.
- Incrementar la vida útil de los equipos.

Uno de los objetivos del mantenimiento es la utilización de los equipos durante toda su vida útil. La reducción de los factores desgastes, deterioros y roturas garantiza que los equipos alcancen una mayor vida

útil. Es por ello que una adecuada planificación del mantenimiento reduce los costos de la operación y reparación de los equipos industriales.

Los programas para la lubricación, limpieza y ajustes de los equipos permiten una reducción notable en el consumo de la energía y un aumento en la calidad de los productos terminados. A mayor descuido en la conservación de los equipos, mayor será la producción de baja calidad.

2.3 Programación del Mantenimiento

En este proceso se asignan los recursos y el personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. El trabajo de mantenimiento se realizará bajo prioridad y se atenderá antes de emprender cualquier otro trabajo en el caso de equipos críticos, esto haciendo alusión a los equipos cuya falla detendrán el proceso productivo o pondrá en riesgo vidas humanas y la seguridad. La eficacia de un sistema de mantenimiento dependerá de su capacidad para adaptarse a cambios y del programa de mantenimiento desarrollado.

2.4 Tipos de mantenimiento

2.4.1 Mantenimiento Correctivo

Es aquel mantenimiento cuyo propósito es corregir una falla que se presente en determinado momento, siendo el mismo equipo quien determinara el momento y, de ser necesario, su debido paro. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al menor costo posible.

Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles.

Este tipo de mantenimiento es común encontrarlo en empresas pequeñas y medianas, presentando una serie de inconvenientes a saber:

- Normalmente cuando se hace una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se encuentra disponible porque no se tiene un registro del tipo y cantidad necesarios.
- Generalmente la calidad de la producción cae debido al desgaste progresivo de los equipos.

Es te tipo de mantenimiento solo se utiliza cuando el equipo es incapaz de seguir operando y no cuenta con elementos de planeación, por lo general aplicables a equipos electrónicos. Este es el caso que se presenta cuando los costos adicionales de otros tipos de mantenimiento no pueden justificarse. -

2.4.2 Mantenimiento Periódico

Este mantenimiento se realiza después de un periodo de tiempo relativamente largo (entre seis y doce meses). Su objetivo general es realizar reparaciones mayores en los equipos. Para implementar este tipo de mantenimiento se debe contar con una excelente planeación y una coordinación con las diferentes áreas de la empresa para lograr que las reparaciones se efectúen en el menor tiempo posible.

2.4.3 Mantenimiento Programado

Este tipo de mantenimiento se basa en el supuesto de que todas las piezas se desgastan de la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, no importando las condiciones en las que se esté trabajando.

Para su implementación se hace un estudio de todos los equipos de la empresa y se determina, con la ayuda de datos estadísticos de los repuestos y la información del fabricante, las piezas que se deben cambiar en determinados periodos de tiempo.

La desventaja de este mantenimiento es que se debe desarmar o retirar partes del equipo sin importar si éstas están en buen funcionamiento, con el fin de dar cumplimiento a un programa.

2.4.4 Mantenimiento Preventivo

En este tipo de mantenimiento se realizan inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo. Se tiene en cuenta cuáles actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando esté detenido.

A partir de lo anterior se puede distinguir dos tipos de mantenimiento preventivo: con base en el tiempo o el uso, y con base en las condiciones.

- **Mantenimiento Preventivo con base al tiempo o el uso.** Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo de acuerdo a las horas de funcionamiento o un calendario establecido y requiere un alto nivel de planeación. En la determinación de la frecuencia por lo general se necesita el conocimiento acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.
- **Mantenimiento Preventivo con base en las condiciones.** Las condiciones conocidas del equipo se determinan vigilando los parámetros claves del equipo cuyos valores se ven afectados por las condiciones de éste. A esta estrategia también se le conoce como Mantenimiento Predictivo.

2.4.5 Mantenimiento Predictivo

En este tipo de mantenimiento se efectúa una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a las fallas catastróficas. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción. Siendo uno de los mantenimientos más costosos pero que entrega mayor cantidad de información, vital para realizar un posterior mantenimiento preventivo.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste. Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se puede determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.
- Vibraciones: utilizado para saber el estado de los rodamientos y des alineamiento en los equipos.
- Altas temperaturas

2.4.6 Mantenimiento Proactivo

Una vez que la empresa haya implementado el mantenimiento preventivo y predictivo, y en búsqueda de una mayor calidad, es necesario encontrar una mayor productividad a un menor costo, para ellos el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logra incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos.

Las empresas al momento de reorganizar un departamento de mantenimiento, generalmente comienzan con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, en el cual se involucran los aspectos de lubricación, electricidad, electrónica y la parte mecánica.

2.4.7 Mantenimiento productivo total (TPM)

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos.
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva.

El TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. Para su total aprovechamiento es necesario que toda la organización trabaje en el mantenimiento y en la mejora de los equipos, basándose para eso en cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta, garantizando el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

2.4.7.1 Pilares del TPM

Según Nakajima (p.74,1997) en su libro de introducción al TPM explica que el mantenimiento se basa en ocho actividades fundamentales, y cada empresa evalúa cuál de estos necesita implementar y de qué manera será más eficiente y exitosa dicha implementación, estas son:

- Mejoras enfocadas u orientadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planificado
- Formación y Adiestramiento
- Mantenimiento de la calidad
- Actividades en departamentos administrativos y de apoyo.
- Seguridad salud y medio ambiente
- Educación y adiestramiento

- Prevención del mantenimiento.



Figura 13 Representación de los 8 pilares del TPM según el autor Nakajima en los cuales se basa la estructura del presente trabajo.

2.4.7.2 Implementación de las tareas de mantenimiento

La implementación del TPM en una organización significa que el mantenimiento está perfectamente integrado en la producción. Así, determinados trabajos de mantenimiento se han transferido al personal de producción, que ya no siente el equipo como algo que reparan y atienden otros, sino como algo propio que tienen que cuidar y mimar, concibiendo el operador al equipo como suyo.

Supone diferencias en el mantenimiento en tres niveles:

- Nivel de operador. Encargado de desarrollar tareas de mantenimiento operativo muy sencillas como limpiezas, ajustes, vigilancia de parámetros y la reparación de pequeñas averías
- Nivel de técnico integrado. Personal de mantenimiento que trabaja conjuntamente con el de producción, es uno más de ellos. Esta persona resuelve problemas de mayor complejidad, para el que se necesitan mayores conocimientos. Pero está allí, cercano, no es necesario avisar a nadie o esperar. El repuesto también está descentralizado: cada línea productiva, incluso cada máquina, tiene cerca lo que requiere.
- Para intervenciones de mayor nivel, como revisiones programadas que impliquen desmontajes complejos, ajustes delicados, etc., se cuenta con un departamento de mantenimiento no integrado en la estructura de producción. Maneja las herramientas comunes

La implicación del operador en tareas de mantenimiento logra que éste comprenda mejor la máquina e instalaciones que opera, sus características y capacidades; ayuda al trabajo en grupo, y facilita compartir experiencias y aprendizajes mutuos; y con todo esto, se mejora la motivación del personal.

2.4.8 Mantenimiento Autónomo (MA)

El Mantenimiento Autónomo (MA) es parte fundamental del TPM y consiste en un conjunto de actividades de mantenimiento preventivo realizadas por el operador con la ayuda del departamento de mantención. Éste tiene como objetivo evitar el deterioro de los equipos con planes básicos de inspección, lubricación, limpieza, para así lograr una estabilidad operacional. Esto genera un interés en el colaborador por el cuidado de su máquina y un impulso para aprender y obtener nuevos modos de pensar y trabajar.

Los operadores, al estar más familiarizados con su equipo, tienen una gran capacidad de identificar fallas funcionales (anomalías y defectos), a su vez, este mantenimiento tiene las competencias para dar solución a esas fallas funcionales.

Es común ver en las empresas, en las cuales no tienen definidas las tareas de cada área en temas de mantención, que lo único que logran es no llegar a las metas propuestas por la misma, siendo sus principales razones frases de Producción como “Mantención no hace nada”, “los mantenedores se demoran mucho”, “no tengo tiempo para tareas de mantenimiento, yo sólo opero”. Por otro lado, el área de mantención no se queda atrás con frases como “los operarios no cuidan la máquina”, “no son capaces ni de limpiar su equipo”.

A través de un adecuado M.A, este tipo de mentalidad nociva para la productividad de la empresa se logra quitar de raíz. Se deben unir los procedimientos de mantención y producción con un enfoque armónico, trabajando ambas partes de forma unísona, de modo de lograr un lugar de trabajo libre de fallos y anomalías.

2.4.8.1 Actividades del mantenimiento autónomo

El autor Nakajima(p.88,1997) define para la operación del mantenimiento autónomo la siguiente lista de tareas y actividades, las cuales se rigen en evitar los deterioros, medirlos y predecirlos

- Operación Correcta, ya sea evitando al máximo los errores humanos y realizar los ajustes correspondientes con el proceso productivo.
- Predicción y aviso de anomalías y Fallas

- Inspecciones diarias con los 5 sentidos durante el funcionamiento del equipo.
- Realizar tareas de Limpieza a su equipo.
- Realizar periódicamente tareas de lubricación
- Realizar reapriete de pernos.
- Participar en ideas de mejora, y realizar pequeños servicios de reparaciones o cambios de piezas simples.
- Asistir y colaborar en fallos de mayor envergadura

2.4.8.2 Metodología de TPM o Mantenimiento Autónomo

Paso 1: Limpieza Inicial

La implementación de M.A. debe partir con una gran limpieza inicial, en donde se implementará el concepto “Limpieza = Inspección”.

En esta actividad se busca elevar la confiabilidad del equipo y evitar el deterioro eliminando todo tipo de contaminación (aceite, polvo, laminillo, etc.). Esto ayudara a descubrir y evidenciar una gran cantidad de anomalías, las cuales se registran en “etiquetas de señalización de anormalidades”.

Estas etiquetas deben tener un color adecuado para su diferenciación, dependiendo de quien tratará la anomalía registrada, por ejemplo, verde si es un problema que puede ser solucionado por el operador o roja si es un problema mayor.

Este es el punto inicial, aquí se registran todas las fugas de aceite, pernos sueltos, correas con desgastes, falta de puntos de lubricación y lugares inseguros entre otros.

The image shows two maintenance anomaly cards. The left card, from General Motors (Form 604-003), is titled 'TARJETA DE ANOMALIAS' and 'MANTENIMIENTO'. It includes a 'MAQUINA ENCONTRADA POR:' field, a 'DESCRIPCION:' section with a grid, and a slogan 'A MI MAQUINA LA CUIDO YO'. The right card, from Gerdau Aza, is titled 'Mantenimiento Autónomo' and 'MANTENIMIENTO'. It includes fields for 'Área', 'Célula', 'Equipo', 'Fecha', 'Nombre', and 'Control n°'. It also has a 'Clasificación - Tipo de Problema' section with checkboxes for 'Seguridad', 'Calidad', and 'Productividad'. The 'Hecho - Descripción del Problema' section includes a grid and checkboxes for various issues like 'Calentamiento', 'Corta Circuito', 'Contaminación', 'Supera', 'Comoción', 'Desgaste', 'Desalineado', 'Desregulado', 'Fricción', 'Holgura', 'Lubricación', 'Mal contacto', 'Quema', 'Ruptura/Herid.', 'Refrigeración', 'Ruido anormal', 'Saturación', 'Sobrecarga', 'Vibración', and 'Perdida'. It also has a 'MECÁNICA' and 'ELECTROMECAÁNICA' section, a 'Concluido en:' section with date and responsibility fields, and a 'Fecha' and 'Resp.' section at the bottom.

Figura 14 Etiqueta de Fallas Mantenimiento Autónomo en General Motors, Colombia (Izquierda) y Gerdau Aza (Colina, Chile)

Paso 2: Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles

Este paso sirve para mantener el estándar logrado en la limpieza inicial. Acá se busca reducir los tiempos que el operador pueda desperdiciar con extensas rutinas de limpieza debido al exceso de contaminación. De esta forma, se mejoran los accesos para limpieza y lubricación y se mantiene la máquina en óptimas condiciones para favorecer la inspección operacional.

Paso 3: Estandarizar los estándares de limpieza e inspección

En este paso se busca garantizar la continuidad de los logros conseguidos en los pasos anteriores. Se debe realizar un padrón visual para plasmar definitivamente todos los puntos a inspeccionar y establecer las rutinas de limpieza.

Ya con las mejoras producidas en los pasos 1 y 2, el propio operador definirá su rutina de limpieza, y con este método Auto – Establecido se tiene una alta probabilidad de buena aceptación y cumplimiento.

De la misma manera para la estandarización de los lugares y tiempos a definir para la inspección operacional, se debe llegar a un mutuo acuerdo entre todos los agentes involucrados, líderes de áreas, mantenedores y operadores.

Paso 4: Preparar la inspección general del equipo.

Este paso busca la consolidación de operarios competentes. Se plantea la visión de un operario que intervenga en su máquina, capacitándolo en el funcionamiento del equipo.

El operador debe ser instruido en las partes, piezas y mecanismos a los cuales tendrá que inspeccionar, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

- Personal de mantenimiento instruye a operadores líderes.
- Estos líderes traspasan el conocimiento a sus pares
- Los operadores realizan inspecciones generales
- Se deben realizar auditorías periódicas para consolidar el equipo de trabajo.

Paso 5: Realizar inspección general del proceso.

Este es el paso donde se formaliza y estandariza lo logrado en el paso anterior. El personal de mantenimiento debe guiar al operador en esta nueva tarea de inspección y dejar todo empadronado en manuales y documentos de gestión a la vista.

En esta etapa la guía del mantenedor es vital para el desarrollo de las competencias del operador. El área de mantención debe enseñarle a tratar correctamente algunas averías simples y motivar para percibir la necesidad de registrar anomalías.

Como se mencionó anteriormente, es necesario dejar material de enseñanza, por lo tanto, se deben preparar manuales de tópicos técnicos, hidráulica, mecánica, inspección eléctrica, etc.

GERDAU RODRIGUES				ROTINA DE INSPEÇÃO OPERACIONAL																															
Área: TRE/FILA 1		Célula: AMPLIADOS	Equipamento: LAMINADOR - L1/01	Mês/Ano:	Períodos de Inspeção:														Legenda de Marcação:			Planilha 3/7													
					T	D	S															<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>											
					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	
T	Conjunto Tractionador	S	A1	Rolos tracionadores	Lubrificar (2 bombadas)																														
			A2	Gola de deslizamento	Lubrificar (2 bombadas)																														
U	Decapador	S	B1	Rolos decapadores	Lubrificar (20 bombadas)																														
			C1	Desandador	Lubrificar (20 bombadas)																														
R			D1		Lubrificar os 3 pto. blobo 1 (20 bombadas)																														
			D2		Lubrificar os 3 pto. blobo 2 (20 bombadas)																														
N	Laminador	S	D3		Lubrificar os 3 pto. blobo 3 (20 bombadas)																														
			E1	Bobinas	Verificar sensor e válvulas da água de refrigeração bloco 1																														
O			E2		Verificar sensor e válvulas da água de refrigeração bloco 2																														
			E3		Verificar sensor e válvulas da água de refrigeração bloco 3																														
			F1	Cassetes	Lubrificar fuso entrada dos triles (2 bombadas)																														
			G1		Lubrificar fuso saída dos triles (2 bombadas)																														
2	Sistema de Lubrificação Automática	S	H1	Rolos flexionadores pequenos	Lubrificar (2 bombadas)																														
			H2	Rolos flexionadores grandes	Lubrificar (2 bombadas)																														
			I1	Reservatório de graxa	Verificar nível / Abastecer quando estiver no meio do reservatório																														

Figura 15 Planilla de Inspección ejemplo de la empresa Gerdau en Cumbica, Brasil, la cual explica y estandariza las rutinas a seguir para el proceso de mantenimiento.

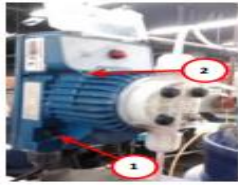







BSCORP		LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)			FINART	
TÍTULO	LIMPIEZA DE BOMBAS Y MANGUERAS			NÚMERO	002	
CLASIFICACIÓN	CONOCIMIENTO BÁSICO <input checked="" type="radio"/>	MEJORA <input type="radio"/>	PROBLEMA <input type="radio"/>	FECHA	07/06/2015	
				ELABORADO	Herman Molina	
				APROBADO	Camila Vargas	
1. Apagar la bomba				6. Ensamblar mangueras e instalar		
2. Retirar los tornillos de la tapa del tablero de regulación				7. Introducir el filtro en el tanque de jabon, encender la bomba y acelerar el paso de jabon con la perilla de regulaci3n hasta el m3ximo. Verificar que salgan totalmente las burbujas de aire.		
3. Desenroscar acoples, retirar tapones y soltar mangueras				8. Dejar la perilla en paso minimo de regulacion (10)		
4. Lavar el interior de las mangueras y de los filtros con agua a presi3n, hasta que salga el agua limpia. Retirar el jabon adherido en los extremos de las mangueras y en los tapones con el punzon.				9. Verificar el ajuste del soporte.		
5. Limpiar la estructura externa de la bomba con el cepillo seco y con un trapo humedo						
REGISTRO DE ENTRENAMIENTO	INSTRUCTOR	FECHAS / APRENDICES				

Figura 16 Ejemplo de Rutina de inspecci3n Operacional en proceso vibrado, FINART S.A, Colombia.

Paso 6: Sistematizar el mantenimiento aut3nomo

En esta etapa, casi finalizando el proceso, se enfoca en que el operador tenga claridad en como su gesti3n de M.A puede mejorar la calidad y seguridad.

En este proceso se deben revisar todos los procedimientos y rutinas implementadas, adem3s hacer una completa revisi3n de las cargas de trabajo de los operadores.

Se deben realizar las mejoras y ajustes correspondientes a los tiempos de trabajo que dedica el operador a sus tareas de mantenci3n, esto con la finalidad de hacer m3s grato y efectivas sus labores.

Tambi3n es momento de realizar ítems de control o indicadores que nos den una mirada cuantitativa de las mejoras y los niveles de cumplimiento. Por supuesto que va de la mano de una gran auditoría con elementos de evaluaci3n, enfocados en aspectos de seguridad, calidad y rendimiento, operaci3n y mantenci3n.

Paso 7: Pr3ctica plena de la autogesti3n

Según el Sr. Tokutaro Suzuki comenta “cuando el TPM comienza a mostrar resultado concretos, los trabajadores se motivan, aumentan su integraci3n en el trabajo y proliferan las sugerencias de mejora” (Suzuki, 1996). Esto que menciona el Sr. Suzuki, se comienza a notar en esta etapa final, en la que se debe motivar y

presionar a las dirigencias gerenciales para que faciliten los recursos necesarios para lograr implementar las mejoras frutos del M.A.

Se realizan balances en tiempos medios de fallas y costos de mantenimiento, de esta forma se tiene los valores y datos concretos de las mejoras logradas con M.A.

Por otra parte, es fundamental en esta etapa de finalización, dejar automatizado y regulado el control de indicadores de M.A, de esta forma se controla la confiabilidad de los equipos, la seguridad, la mantenibilidad y la operatividad de los procesos.

2.4.9 Metodología Seis Sigma

Sigma es una letra griega (σ) que es utilizada en estadística para representar el desvío de una distribución muestral. En estadística, las letras griegas son usadas para representar parámetros, siendo siempre sus valores desconocidos. Por tanto, el valor sigma es siempre desconocido, pero es estimado a partir de diversos parámetros de una muestra representativa.

Sigma (σ) es, por lo tanto, una medida cuantitativa de la variabilidad que existe cuando medimos alguna cosa. En el caso de productos, siempre existen muchas características importantes o críticas para la calidad, y eso sucede cuando se recolecta información o cuando se toman medidas. Se debe tener presente que tanto el producto y proceso sufren variación por diversos motivos dignos de ser investigados.

Si el valor de sigma (σ) es alto, se puede decir que existe mucha variabilidad en el producto, pero si el valor de sigma es pequeño, con toda seguridad se podrá decir que el producto tiene poca variabilidad y por consiguiente es más uniforme. En las empresas existe una búsqueda continua de la excelencia bajo diferentes medios y enfoques, y uno de ellos es la de producir productos casi sin ninguna variabilidad mediante el Sistema de Calidad Seis Sigma (6σ), es decir, con una sigma (σ) tan pequeño que permita tener bajo control a los procesos y los respectivos productos.

2.4.9.1 Aspectos del sistema de calidad seis sigma

El fabricante de calidad es a la vez el fabricante que es capaz de producir a bajo coste. Es menos costoso fabricar bien a la primera que gastar dinero en ajustes y correcciones.

La calidad se puede cuantificar y, es más, la calidad tiene que cuantificarse. El diagnóstico y el seguimiento de la calidad es un compromiso de calidad a largo plazo. A corto plazo Seis Sigma se sustenta en

medidas más que en experiencias, juicios y creencias pasadas. Si no se puede medir un producto y/o un proceso no se sabe dónde está, y si no se precisa dónde está, el producto y/o el proceso estarán a merced del azar.

2.4.9.2 Sistema de calidad seis sigma

La principal meta del Sistema de Calidad Seis Sigma (6 σ) es la de reducir defectos, errores, y fallas a un valor próximo de cero. Las siguientes metas se podrían decir que son las más anheladas por todas las empresas:

- Desarrolla el rango largo del plan de negocios para lograr la satisfacción total del cliente.
- Aumentar la participación en el mercado.
- Aumentar y mejorar el margen de ganancia.
- Desarrolla líderes en descubrir tecnologías y alargar las metas asociadas con los productos y servicios de costos más bajos y rápidos.
- Desarrolla una cultura de la clase mundial como ventaja competitiva.

2.4.9.3 Estrategia de la metodología Seis Sigma

Seis Sigma (6 σ) es una estrategia basada en la interrelación que existe entre el proyecto de un producto, su fabricación, sus cualidades finales y su confiabilidad, ciclo de control, inventarios, trabajos, defectos, así como fallas en todo como en la entrega de un producto a un cliente, producto que tiene que causar satisfacción a quien lo usa o consume. Las etapas para llevar a cabo el Sistema de Calidad Seis Sigma (6 σ) se podrían resumir en:

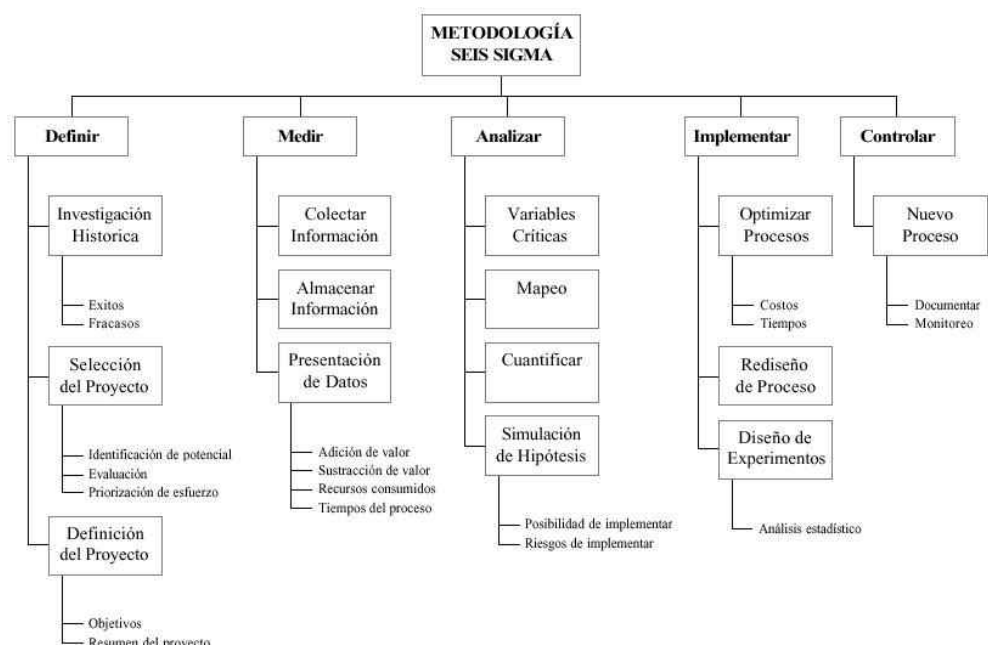


Figura 17 Esquema de Metodología Seis sigma. (GestioPolis.com Experto, 2001)

- En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrautilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria.
- La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.
- En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o “pocos vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso.
- En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.
- La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se da por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

2.4.9.4 Implementación y logros.

En 1987, Motorola determinó una meta de cinco años para obtener el nivel de calidad Seis Sigma (6 σ). En cambio, General Electric se propuso tornarse en una empresa de calidad de nivel Seis Sigma (6 σ) antes del 2000, pero este objetivo fue truncado en 1996 cuando ellos recién iniciaron su total compromiso con Seis Sigma

(6 σ), después se plantearon una nueva meta de 5 años más. En 1992 Kodak adoptó el Sistema de Calidad Seis Sigma (6 σ) y logró un nivel superior a (6 σ) con la cámara fotográfica Kodak KB10 donde el DPMO es 2.53.

La capacitación inicial de una organización no lleva más de 6 meses, luego de eso los equipos ya estarán trabajando en estudios de caracterización y proyectos de mejora.

Un completo desenvolvimiento del Sistema Seis Sigma (6 σ) puede llevar algunos años. Es un proceso de capacitación y desenvolvimiento intensivos, que compromete al personal de todos los niveles de la organización. A medida que el personal es capacitado, los equipos se van formando; ellos son capacitados en la aplicación de herramientas y metodologías para caracterizar y optimizar procesos.

Cada vez que un equipo completa una iteración de la metodología en un proceso particular, el proceso será elevado a niveles Seis Sigma (6 σ). Los resultados son obtenidos en cada iteración.

El tiempo que una empresa lleva para alcanzar el nivel Seis Sigma (6 σ) depende internamente del número de personas capacitadas, del número de procesos a ser optimizados, del número de iteraciones donde el nivel del grado de conformación uniforme, consistente en continua con una metodología.

Cuanto más iteraciones de la metodología, más procesos son elevados a Seis Sigma (6 σ), más procesos tendrán casi cero defectos, errores o fallas. Las recompensas aparecen en cada iteración.

Es claro que el Sistema Seis Sigma (6 σ) es alcanzado en cada proceso, producto o servicio con la misma metodología aplicada. Una organización sería capaz de alcanzar un nivel de calidad Seis Sigma (6 σ). Esto depende mucho del nivel de compromiso de la organización, del número de personas capacitadas y del número de iteraciones a ser vistas.

Para este acápite se podría concluir que el Sistema Seis Sigma (6 σ) después de implementado permite:

Mejora de procesos: Es necesario medir, pero lo suficiente, para a la larga estimular a las personas a que realicen cambios. El análisis de los defectos por millón y de sus correspondientes valores sigma dará una orientación acerca de cuáles son los procesos que tienen mayores potenciales de mejora; una vez detectado dónde están los potenciales de mejora se pondrá en práctica los instrumentos y capacidades para mejorar estos procesos.

Mejora de productos: Seis Sigma permite establecer un sistema de mejora continua de productos; pero con Seis Sigma se puede ir mucho más allá, pues es un apoyo excelente para el diseño robusto de productos y para una dinámica de simplificación de los mismos. Los ingenieros de diseño para desarrollar sus productos robustos y simplificados necesitan conocer la capacidad de los procesos, con ello pueden reducir los costes de fabricación al tiempo que diseñan productos con menor variabilidad en su proceso de fabricación.

Solución de problemas: Cuando se presenta un problema en un proceso, lo normal es que en primer lugar se acuda a la experiencia anterior para encontrar soluciones o buscar las causas, luego se acude a procedimientos de análisis tipo Ishikawa, Pareto, etc. pero estos métodos no siempre llevan a soluciones óptimas. Seis Sigma aporta una sistemática más precisa y concluyente con la aplicación del diseño de experimentos, la utilización adecuada del análisis de regresión, SPC y otros muchos métodos estadísticos. La sistemática de medida y resolución de problemas utilizando probadas técnicas estadísticas junto con una adecuada organización y entrenamiento de las personas es lo que en conjunto garantizan los éxitos de Seis sigma.

2.4.9.5 Beneficios del Seis Sigma

El objetivo de todo negocio es generar utilidades. Un innegable objetivo del nivel de desempeño del Seis Sigma (6 σ) es minimizar costos, a través de la reducción o eliminación de actividades que no agregan valor a los procesos y maximizar la calidad para obtener utilidades a niveles óptimos.

Implementar el Sistema Seis Sigma (6 σ) en una organización crea una cultura interna de individuos educados en una metodología con un patrón de caracterización, optimización y control de procesos, porque las actividades repetitivas alrededor de un servicio o una confección de un producto constituyen un proceso. Se optimizan y/o mejoran los procesos para que éstos sean simplificados, reduciéndose el número de pasos y tornándose más rápidos y eficientes. Al mismo tiempo, esos procesos son optimizados para que no generen defectos y no presenten oportunidades de errores. Se busca la eliminación de defectos, fallas y errores por dos motivos, el primero, porque ellos tornan a los productos y servicios más caros, y cuanto más caros ellos fueran, menos probable será la posibilidad o voluntad de las personas de comprarlos; y segundo, porque defectos, errores y fallas desalientan a los clientes, y un cliente insatisfecho devuelve el producto o ya no compra servicios. Cuanto mayor el número de clientes insatisfechos con productos y servicios, mayor es la tendencia de perder espacio en el mercado. Así como se pierde una parte del mercado, también bajan las utilidades y la renta bruta. Y si la renta bruta disminuye, la empresa no logra retener a sus funcionarios. Al final se podría resumir en lo siguiente:

- Expande el conocimiento de productos y procesos a través de la caracterización y optimización.
- Decrecen los defectos y el tiempo del ciclo.
- Mejora la satisfacción del cliente.
- Genera el crecimiento comercial y mejora la rentabilidad.
- Mejora la comunicación y el trabajo en equipo a través de ideas, problemas, éxitos, y fracasos compartidos.
- Desarrolla un juego común de herramientas y técnicas.

2.4.10 Mantenimiento Preventivo

Entendiendo el mantenimiento como asegurar de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones.

El mantenimiento preventivo es el enfoque preferido para la administración de los activos debido a que:

- Puede prevenir una falla prematura y reducir frecuencias
- Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias
- Puede proporcionar un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada
- Puede reducir el costo global de la administración de los activos.
-

El mantenimiento de reparación puede dividirse en dos amplias categorías: reparación planeada y reparación no planeada.

- La reparación planeada implica la disponibilidad previa de todos los recursos necesarios para realizar las tareas, y que el trabajo se llevará a cabo de acuerdo con un programa establecido.
- La reparación no planeada, por su parte, puede tener disponible un conjunto de instrucciones normales, los trabajadores y piezas necesarias, o puede estar insertado en un programa de mantenimiento, pero no cumple con los criterios de planeación previa ni de programación previa.

Si el mantenimiento preventivo se considera como trabajo "Planeado", la distribución por horas de mano de obra en una instalación industrial que funciona correctamente puede ser como la que se muestra en la Figura 18.

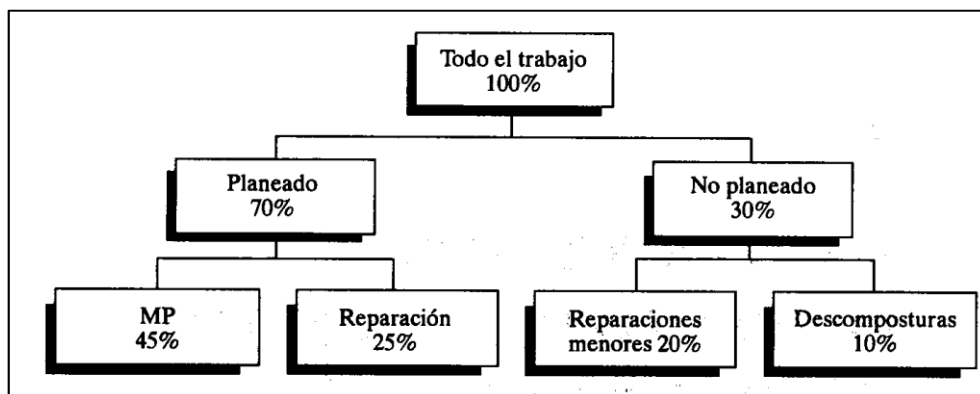


Figura 18 Distribución del trabajo.(Duffuaa, 2000)

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confianza de los equipos, la que se define como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite.

La confiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el tiempo "t". El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confianza del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, esto se conoce comúnmente como mantenimiento preventivo.

Una de las características principales de un equipo bien diseñado es que puede repararse/mantenerse durante el tiempo especificado para ello. El mantenimiento preventivo también es un medio para proporcionar retroalimentación a los diseñadores de equipo para mejorar su facilidad de mantenimiento.

En la Figura 19 se muestra una representación gráfica del mantenimiento preventivo, la cual consta de dos categorías; éstas tienen una base estadística y de confiabilidad o se basan en las condiciones. La primera categoría se basa en datos obtenidos de los registros históricos del equipo. La segunda categoría se basa en el funcionamiento y las condiciones del equipo.

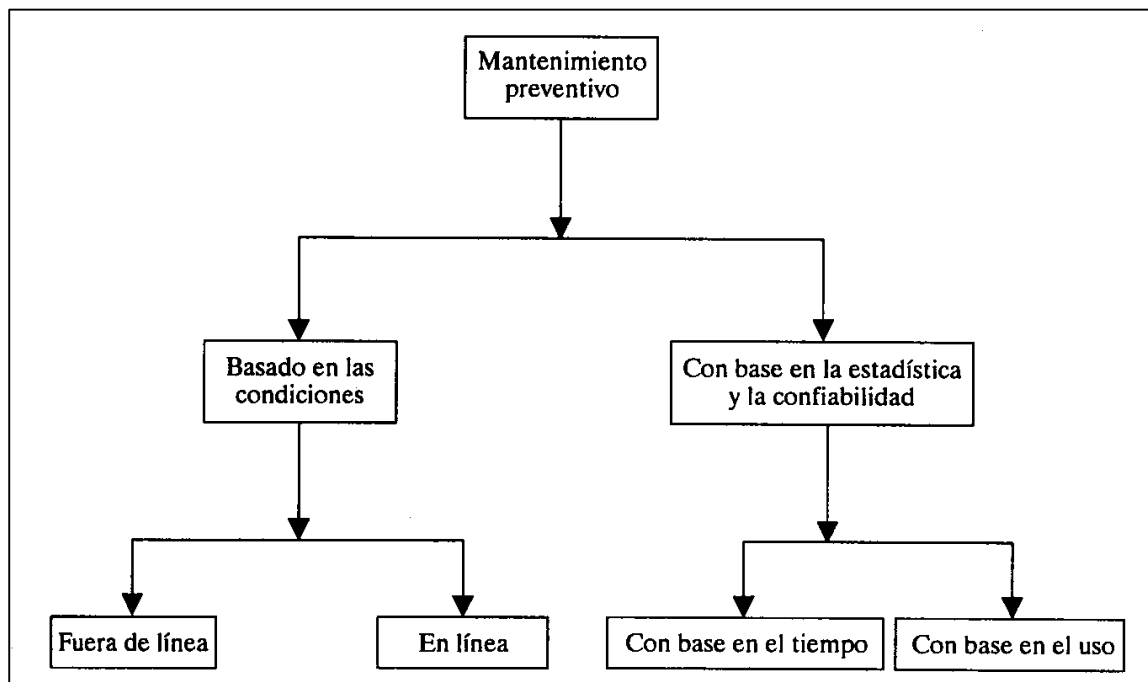


Figura 19 Categorías del mantenimiento preventivo. (Duffuaa, 2000)

2.4.10.1 Concepto de mantenimiento preventivo

2.4.10.1.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo (MP) se define como “una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo” (Duffuaa, 2000). Este enfoque es el preferido frente al mantenimiento correctivo por cuatro razones:

- Puede reducirse la frecuencia de fallas prematuras mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpiezas e inspecciones establecidas por la medición de desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y su posible efecto dominó en otros componentes del sistema de equipos.
- Puede detectarse el aviso de falla inminente en donde podamos observar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos (materiales) como indirectos (producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma.

Si el mantenimiento predominante son fallas en base al tiempo o se debe al desgaste, entonces las tareas de mantenimiento tienen que basarse en el tiempo. Por otra parte, si la probabilidad de una falla es constante independientemente del tiempo, la edad o el uso, y existe una degradación gradual desde el principio de la falla, entonces las tareas de mantenimiento pueden basarse en las condiciones. Las tareas basadas en el tiempo se justifican si un restablecimiento o un reemplazo periódico de componentes restablecen el equipo al estado en que pueda realizar las funciones para las que fue creado. Esta tarea podría variar en complejidad desde una reparación general completa de toda la unidad hasta el simple reemplazo de un filtro, por ejemplo.

El mantenimiento basado en el tiempo (como por ejemplo reparaciones generales) es técnicamente factible si la pieza tiene una vida promedio identificable. La mayoría de las piezas sobreviven dicha edad y la acción reestablece las condiciones de la pieza a su función deseada. El mantenimiento basado en las condiciones es técnicamente factible si es posible detectar condiciones o funcionamiento degradado, si existe un intervalo de inspección práctico, y si el intervalo de tiempo (desde la inspección hasta la falla funcional) es suficientemente grande para permitir acciones correctivas o reparaciones. Las figuras 20 y 21 muestran cuando se debe emplear el mantenimiento basado en el tiempo o el basado en las condiciones.

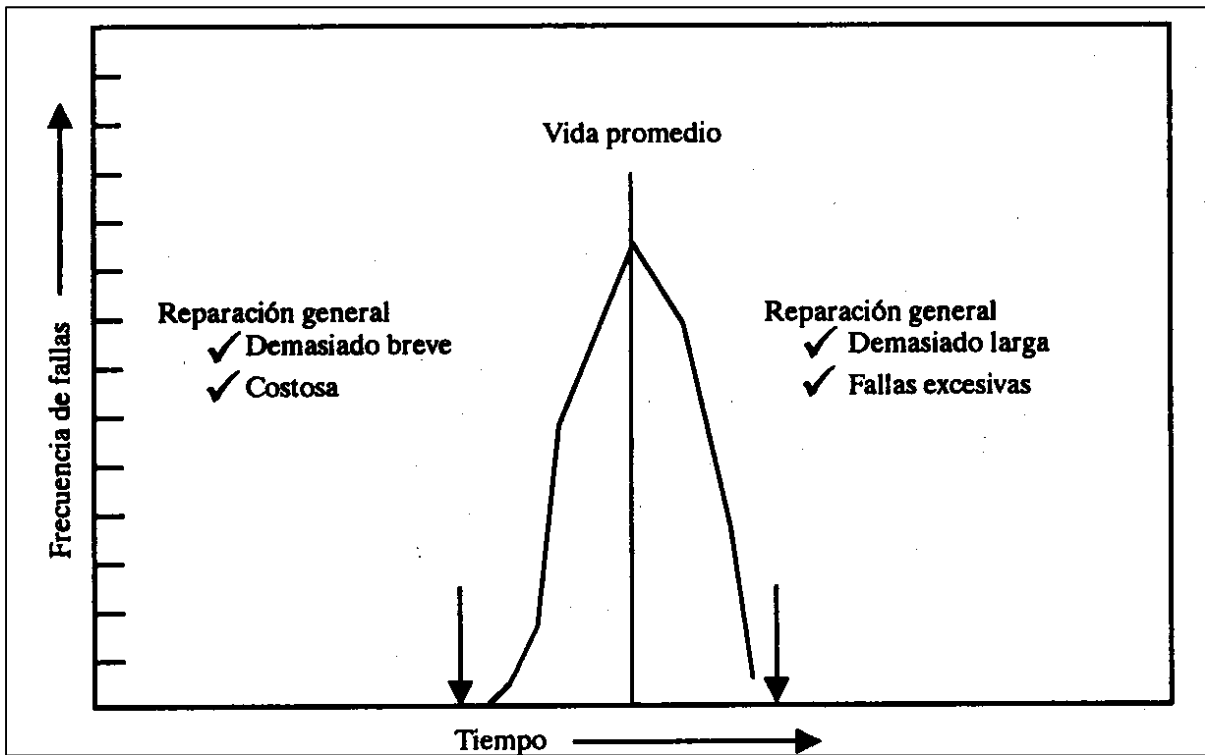


Figura 20 Reparación general basada en el tiempo. (Duffuaa, 2000)

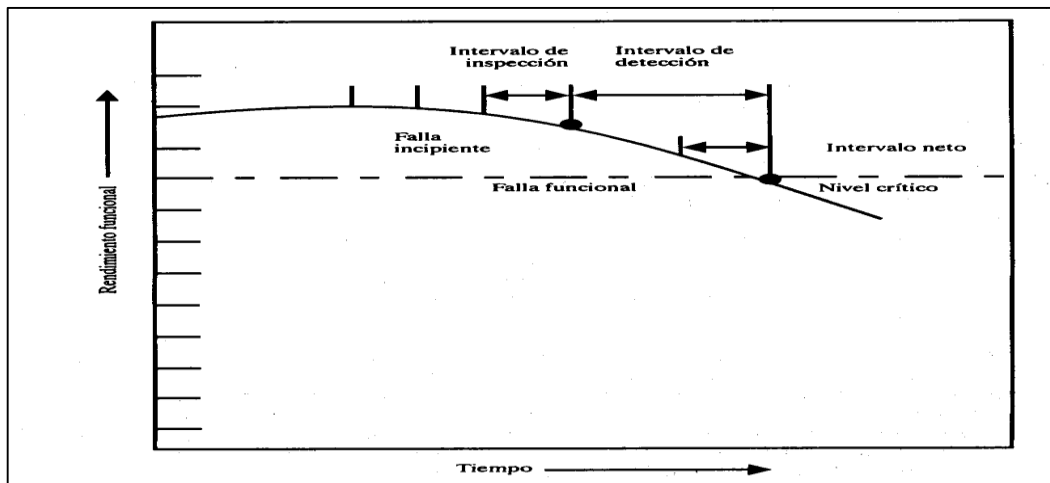


Figura 21 Mantenimiento basado en las condiciones. (Duffuaa, 2000)

Debido a que los equipos complejos y sus componentes tendrán varias causas posibles de falla, es necesario desarrollar una serie de acciones de mantenimiento preventivo (ya sea basada en las condiciones o basadas en el tiempo) para el mismo equipo, y consolidar éstas en un programa de MP. El programa tendrá

tareas agrupadas por periodicidad (es decir, diaria, semanal o anualmente, por horas de operación, por ciclos, etc.) y agrupadas por oficio (es decir, mecánico, electricista, operador, técnico, etc.).

Se utilizan tres amplias medidas para vigilar que el programa MP sea completo:

- Cobertura del MP- el porcentaje de equipo crítico para el cual se han desarrollado programas de MP.
- Cumplimiento del MP- el porcentaje de rutinas del MP que han sido completadas de acuerdo con su programa.
- Trabajo generado por las rutinas del MP- el número de acciones de mantenimiento que han sido solicitadas y tienen como origen rutinas del MP.

2.4.10.1.2 Elementos del Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento cuenta con una previa planeación, previsión, control y registros por adelantado. Se caracteriza por lo siguiente.

- La política de mantenimiento se ha establecido cuidadosamente.
- La aplicación de la política se planea por adelantado.
- El trabajo se controla para que se ajuste al plan original
- Se recopilan, analizan y utilizan datos que sirvan de guía a las políticas de mantenimiento planeado.

A continuación, se presentan los pasos para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo.

2.4.10.1.2.1 Administración del plan

El primer paso consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además de que es esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento exitoso del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.

2.4.10.1.2.2 Inventario de las instalaciones

El inventario es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).

2.4.10.1.2.3 Identificación del equipo

Es necesario desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada pieza del equipo. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en éste proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina. Este sistema de códigos deberá diferir de planta en planta y su diseño reflejará la naturaleza de la instalación.

2.4.10.1.2.4 Registro de las instalaciones

Éste registro es un archivo (ya sea electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, detalles de cimentación, etc.

2.4.10.1.2.5 Programa específico de mantenimiento

Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevara a cabo (inspección, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnico requerido para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

2.4.10.1.2.6 Especificación del trabajo

La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. Las especificaciones del trabajo deberán señalar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, y manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

2.4.10.1.2.7 Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempos específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse mucha coordinación a

fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde se programa el mantenimiento planeado para su ejecución.

2.4.10.1.2.8 Control del programa

El programa de mantenimiento debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa. Si se observan desviaciones es necesaria una acción de control.

Capítulo 3

Metodología de Solución

Gestiones para el Plan de mantenimiento, manuales y procedimientos.

3 Metodología Propuesta

La elección de un plan de mantenimiento autónomo surge tras la recopilación de información de la empresa y de las distintas soluciones propuestas para disminuir las interrupciones en los procesos productivos.

Se debe tener en cuenta características de los procesos de producción a analizar y la distribución del personal existente en la planta tales como:

- Procedimientos realizados dentro de la producción
- Numero de operarios por proceso de producción
- Secuencias de los equipos
- Horas promedio de uso de las maquinarias.

Al entender y analizar estas características e información se determinó que se trataba de un problema de planificación y gestión.

Luego de aislar las causas que ocasionaban el problema y considerando las variantes del problema es que se ratifica al mantenimiento autónomo (MA) y al mantenimiento preventivo (MP) como metodología para dar resolución al problema planteado.

Ambas herramientas en conjunto se elaborarán con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos, y mejorar la calidad y tiempos de los procesos de producción de manera minuciosa y metódica.

El resultado de un trabajo de planificación del área de mantenimiento, se ve reflejado en un diseño de implementación de mantenimiento autónomo y preventivo, el cual se estructura de 6 pasos o niveles claves, donde se deberá avanzar paulatinamente sin entorpecer o averiar el orden.

3.1 Etapa de Implementación

Para tener claridad y éxito en la implementación, es necesario que las jefaturas dentro de la empresa se comprometan con estos cambios. Sin su respaldo es casi imposible lograr las mejoras que se esperan en operación.

La implementación del Mantenimiento Autónomo y Preventivo en la planta cuenta con las siguientes etapas:

- I. Presentación
- II. Limpieza Inicial
- III. Estándar de limpieza y engrase
- IV. Inspección Operacional
- V. Auditoría y control
- VI. Evaluación

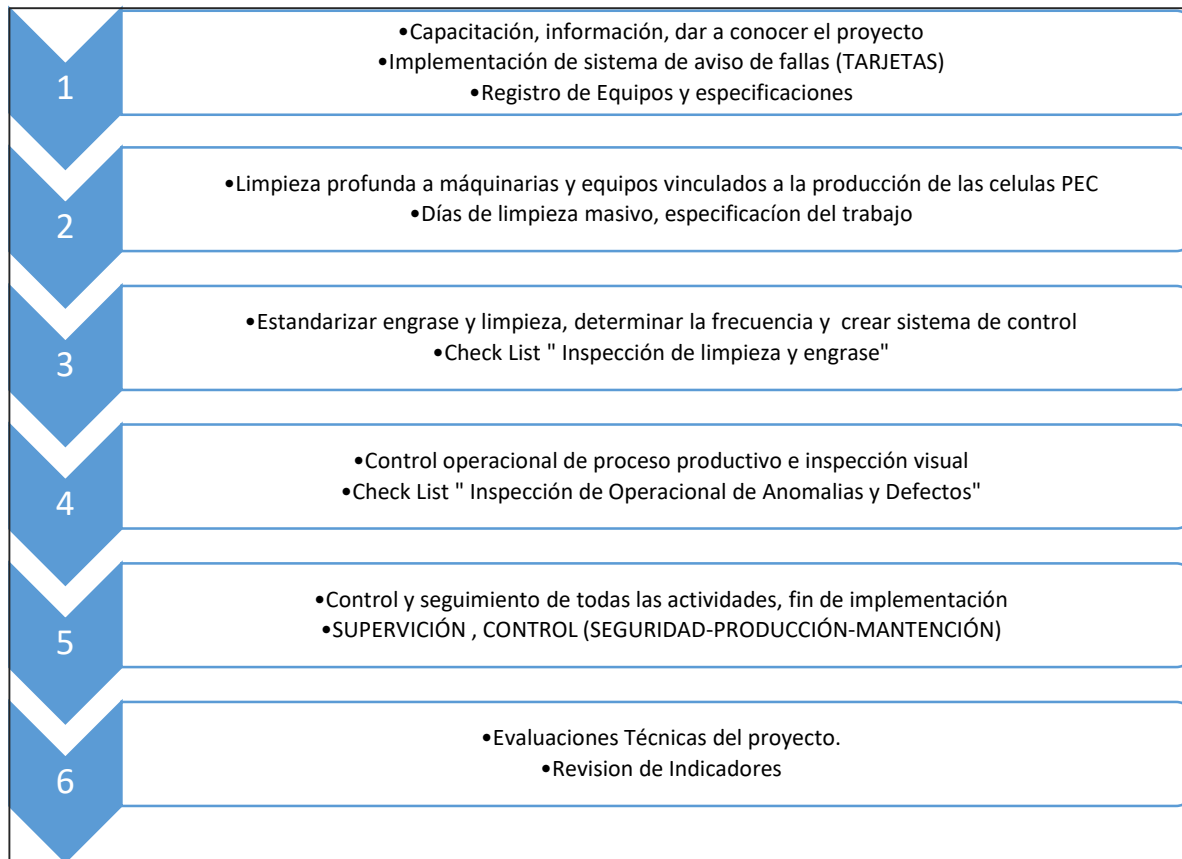


Figura 22 Etapas de la Implementación Mantenimiento Autónomo y Preventivo. (Pérez L. A., 2008)

La propuesta de estos mantenimientos es presentada a Gerencia y Jefaturas directas, alcanzando gran aprobación de parte de éstos. En Armacero Matco S.A. se ha intentado implementar el sistema de Mantenimiento Autónomo más de tres veces, siendo el principal foco de fallos el constante cambio de jefaturas, así como un inexistente plan preventivo.

3.2 Organigrama del Proyecto

Para una óptima implementación de los mantenimientos es necesarios definir todos los actores del proceso, definiendo roles y protagonismo de cada uno de ellos. La organización se detalla a continuación:

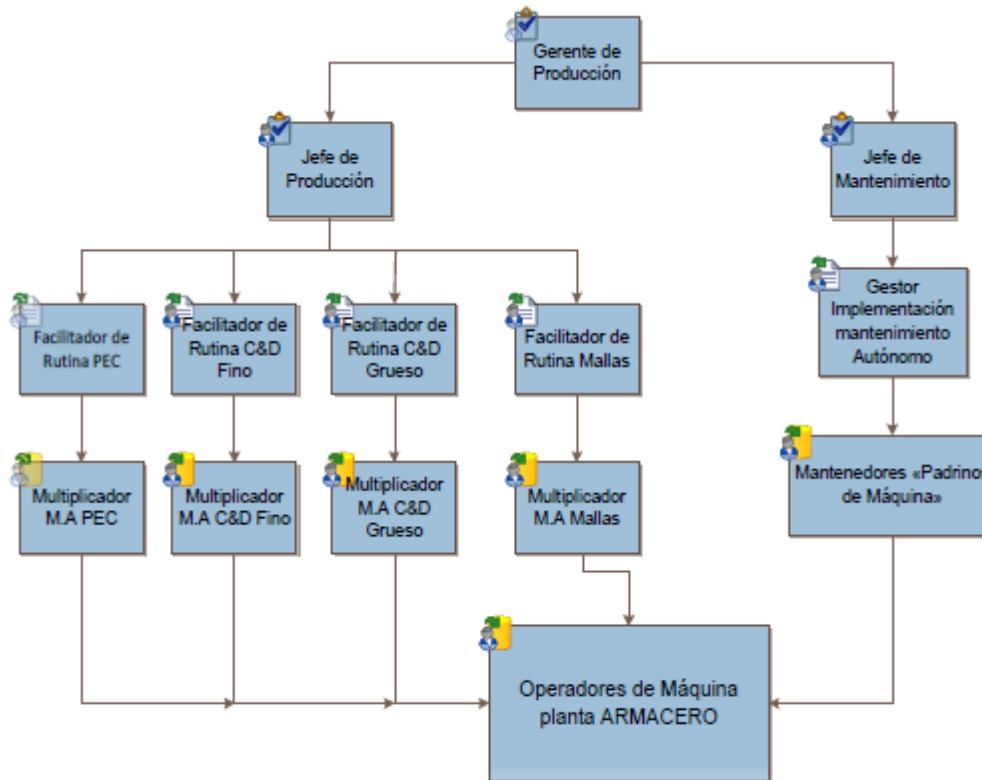


Figura 23 Organigrama propuesto para el proyecto con la re organización de las jefaturas y áreas.

3.3 Especificaciones de los Roles

🚧 Rol de los líderes de Área

Jefaturas y gerencia son los encargados de la difusión e incentivo de mantenimiento autónomo y preventivo. Es fundamental su participación en las actividades de M.A y M.P. por ejemplo en las limpiezas iniciales. Además, Deben facilitar los recursos y tiempos para el buen desarrollo del proyecto. Los líderes de Área deben estar en el día a día con los operadores y trabajar en conjunto con el Gestor de Mantenimiento para la solución de tarjetas de avisos de anomalías.

🚧 Rol del Gestor de Mantenimiento autónomo.

Su rol principal es motivar y acompañar padrinos de Máquina en sus tareas cotidianas. Además, debe buscar soluciones definitivas y causas raíces de los avisos de anomalías hechas por producción, junto

con la realización de mantenencias programadas en conjunto con el facilitador de Rutina. Debe también controlar los resultados del M.A, junto con los indicadores del área de mantenimiento.

Además, son los encargados de suministrar los recursos necesarios para la buena ejecución de tareas como limpieza y engrase.

Rol del Padrino de Máquina.

Es elegido el mantenedor que posea mayor conocimiento y experiencia en dicho equipo, por lo tanto, es su deber guiar y enseñar a operadores en pequeñas reparaciones, tolerancias y ajustes del procedimiento.

La función del Padrino será estar pendiente de todos los problemas de su máquina, tener registros de los avisos de anomalías y de avisos de fallas correctivas, por lo tanto, es crucial el padrino en el aporte de ideas de mejoras y de soluciones definitivas a los pendientes del equipo.

Rol del Multiplicador de Mantenimiento Autónomo.

El Multiplicador debe controlar la realización y uso del Check List (engrase, limpieza y operación), y traspasar los conocimientos entregados por mantención, a los colaboradores de su célula.

Además, debe llevar control y seguimiento a los avisos de anomalías hechos por operadores y su vez, mantener actualizada la pizarra de gestión a la vista de Mantenimiento Autónomo.

Rol del operador.

El operador debe realizar las actividades definidas en M.P y M.A, como identificación de maquinarias y equipos, especificaciones técnicas y de engrase, rutinas de limpieza y engrase e inspecciones operacionales. Por otra parte, debe realizar los procedimientos correspondientes a la hora de realizar un aviso ya sea de falla o anomalía. Tarjeta roja si se presenta una falla, azul si se presenta una anomalía.

El operador es el rol fundamental en M.A, debe preocuparse por su máquina y lograr mejorar sus competencias por medio de capacitaciones

3.4 Presentación del proyecto

El comienzo de la propuesta comenzó en junio del 2017. En esta etapa se dio a conocer el proyecto masivamente, para lo cual el departamento de mantención prepara un ciclo de capacitaciones involucrando a todos los operadores y líderes de la planta. En estas charlas se anunciaron los nuevos cambios a implementar, dando a conocer los fundamentos básicos del mantenimiento autónomo y preventivo, es decir, su función, objetivo, origen y cómo pretendemos implementarlo en la planta.

3.4.1 Plan de Capacitación

Con el material de capacitación preparado se programan las fechas, como se mencionó anteriormente, en esta etapa participan todos los operadores de la planta, independientemente si en su Célula se implementará M.A. Las capacitaciones están a cargo del Gestor de Mantenimiento Autónomo (David Letelier).

PRIMERA SEMANA DE CAPACITACIÓN	
Grupo 1 (Mañana, Lunes)	Grupo 2 (Tarde, Miercoles)
Gaston Barra (PG12)	Patricio Santibañez (PG12)
Sergio Riveros (DOB)	Euribe Perez (BER)
Juan Urrutia (BER)	Patricio Rivera (BER)
SEGUNDA SEMANA DE CAPACITACIÓN	
Grupo 3 (Mañana, Lunes)	
Felix Meneses (PG12)	
Sandro Escobar (DOB, BER)	

Figura 24 Etapas de la Implementación Mantenimiento Autónomo y Preventivo.

Una vez alcanzado el 70% de operadores capacitados en mantenimiento Autónomo y Preventivo para principios de agosto, se parte el sistema de avisos de anomalías y fallos de producción hacia mantención.

3.4.2 Aviso de Fallas

El sistema de avisos de fallas consiste en etiquetas de colores característicos, las cuales cumplen la función de avisar la avería del equipo, dejar un precedente en fecha, lugar y tiempo de detenciones en los equipos, además de establecer formalidad y transparencia al proceso.

El método consiste en dos tipos de tarjetas, una roja y otra amarilla. La roja se emplea cuando el equipo falla, es decir la máquina se detiene y nos encontramos con pérdidas de producción. La amarilla en cambio es para dar aviso de una anomalía o pequeño defecto que está ocurriendo en el proceso productivo, no hay pérdida de producción ya que no se detiene el equipo, por ejemplo, por una pequeña fuga de aceite, o un desgaste leve en alguna pieza mecánica, un perno faltante, una grasera en malas condiciones, etc. La acumulación de tarjetas amarillas puede detonar en una falla grave para el equipo, por ende, es importante resolver el problema de forma preventiva.

Figura 25 Tarjetas de aviso de Fallas elaboradas para el proyecto.

Cuando un operador identifica una anomalía o simplemente su equipo se detiene por una falla, realiza la tarjeta de registro correspondiente, luego de esto, se dirige al área de Programación y la deposita en el buzón adecuado según el color de la tarjeta, a diferencia de cómo se propuso anteriormente en la empresa donde no era tan eficaz el sistema. Anteriormente se propuso que las tarjetas se depositaran en el área de mantenimiento, lo cual no era efectivo debido a que el gestor de esta área no siempre las podía visualizar con rapidez. Debido a esto es que se determinó como punto estratégico al programador, ya que él tiene comunicación directa con el área de mantenimiento.

Como paso final, es importante que la tarjeta roja, que aplica Mantenimiento Correctivo, sea atendida de inmediato, ya que una vez ingresada al buzón comienza a contar el tiempo de detención del equipo. Para ello el programador debe estar atento al ingreso de tarjetas rojas y dar un aviso de alerta inmediato al equipo de mantenimiento.

Las tarjetas de aviso de fallas (Rojas) consta de un sistema de duplicado, una vez solucionada la anomalía y el operador está conforme con la solución, se cierra la tarjeta con la hora exacta en que concluyo la avería y se entrega la copia al operador por un tema de productividad. La original queda en mantención, donde se crea una orden de trabajo y se registran los tiempos reales de detención de equipos

3.4.3 Elección de Multiplicadores de Mantenimiento Autónomo.

Para la elección se tomaron en cuenta sugerencias de Gerencia y jefaturas directas, luego se les comunicó a los elegidos, se les mostro el nuevo rol y aceptaron con gusto el desafío.

Una vez escogidos, comenzará un proceso de capacitación para mejorar sus competencias y tomar el liderazgo en su nuevo Rol. Los temas a estudiar tienen estrecha relación con las actividades de mantenimiento como, por ejemplo: electricidad básica, mecánica, Hidráulica y neumática, elementos de fijación, etc.

Por otra parte, los multiplicadores seguirán trabajando en sus labores de operación, pero deberán se librados por sus facilitadores al momento de realizar alguna labor de MA, como capacitaciones, inspección de cumplimientos de Check o estado de las pizarras con gestión a la vista.

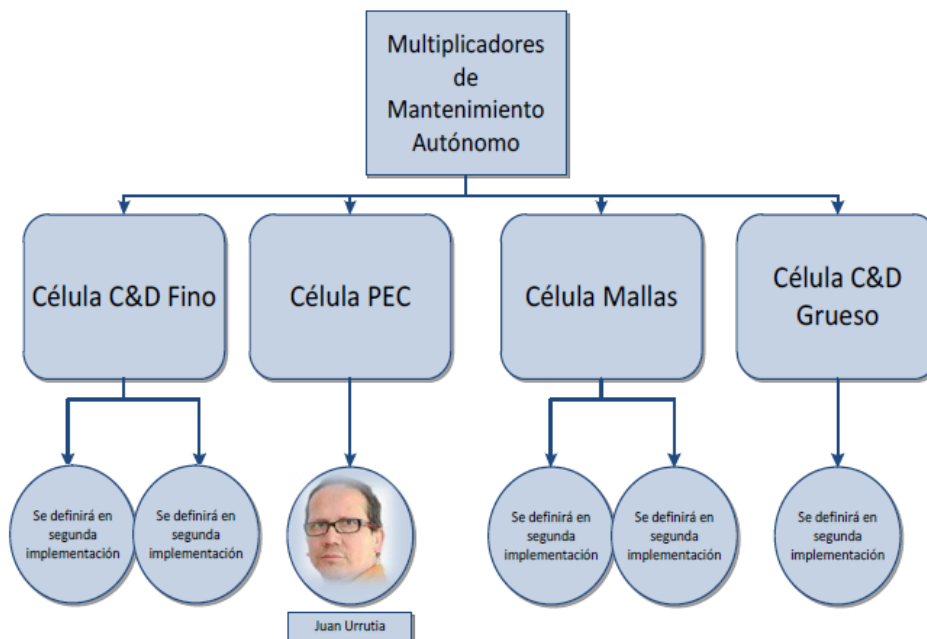


Figura 26 Organigrama de Encargados de Mantenimiento Autónomo

Como se mencionó anteriormente, los Multiplicadores, dentro de su rol, tienen una función fundamental, que es la de mantener la pizarra de mantenimiento autónomo actualizada. Para ello, se debe realizar una reunión mensual con el gestor de MA, en donde se revisen los cumplimientos de los Check, las dificultades que se ha tenido y aspectos generales de limpieza, lubricación e inspección.

3.4.4 Elección de los padrinos de las maquinas.

Los padrinos de máquina son elegidos en el área de mantenimiento y deben ser escogidos en función a su conocimiento y cercanía con las máquinas. Estos se defienden para todos los equipos de la planta, en todas las células, independientemente si se está implementando el plan de MA.

Los mantenedores elegidos como padrinos, tienen el deber de guiar y enseñar a los operadores de sus máquinas designadas, además estar pendiente de las tarjetas amarillas levantadas y por supuesto de las tarjetas rojas que han tenido que solucionar los mantenedores correctivos. Por otra parte, es necesario designar un día especial para la labor del padrino, es por esto, que, en la primera semana del mes, se designa una “reunión de padrinos” donde cada uno de ellos comenta sus pendientes de máquinas y se analiza una posible Mantenimiento Programada.

Para la elección de los padrinos, partiremos otorgando a la célula PEC los mantenedores preventivos, ya que es en la mantención preventiva donde más se levantan información y donde se interactúa de forma directa con el operador. El equipo de mantención está conformado por cuatro electro-mecánicos preventivos y tres electromecánicos de turno para mantenimiento correctivo, los cuales van turnando su trabajado en turnos de noche, tarde y mañana.

Por otro lado, se debe tener “Gestión a la vista” para lo cual se diseña una pizarra en donde se coloca por Máquina, cada una de las tarjetas amarillas levantadas, con un indicador de color señalando la gravedad de la anomalía. Amarillo para los defectos que pueden ser solucionados en la rutina diaria, en momentos libres de los mantenedores correctivos; naranja para aquellas que necesite una previa preparación de recursos y tome un poco más de tiempo solucionarlas; y rojas para aquellas que presenten o conduzcan a una falla mayor, para lo cual se necesita de pedir la maquina en un mantenimiento programado. De esta forma, cualquier operador puede dirigirse a mantenimiento y revisar las tarjetas levantadas.



	A. Vellegas	J. Calderon	A. Cabezas	H. Rivera	I. Guerrero	W. Depaulo	M. Duque
PEC							
PG12	X						
BERGANDI		X					
DOBLADORA DE P. 1 Y 2			X				
CORTADORA DE MALLAS				X			
Corte y Doblado Fino							
SEGUNDA IMPLEMENTACION							
Mallas							
SEGUNDA IMPLEMENTACION							
Corte y Doblado Grueso							
SEGUNDA IMPLEMENTACION							
Puente gruas y Logistica							
SEGUNDA IMPLEMENTACION							

Figura 27 Cuadro de Gestión Operacional, padrinos de Maquinas

Avisos de anomalías y defectos

ARMACERO MATCO S.A. **(Pendientes en Maquinas)**

PG12

BERGANDI

DOB 1 Y 2

Figura 28 Pizarra de Gestión a la vista, Puesto de tarjetas de Fallas

3.5 Limpieza Inicial

La limpieza inicial es el momento crucial de la implementación y la etapa que tiene más impacto en la compañía, hay un antes y un después luego de realizada esta actividad.

El trabajo en sí, es realizar una limpieza profunda a la máquina, y dejarla prácticamente en su estándar inicial. Para llevar a cabo esto debe haber toda una preparación y organización de trabajo.

3.5.1 Preparación de días de Limpieza

Para lograr el objetivo, se debe reunir un equipo de trabajo lo más numeroso posible, el cual debe tener representantes del área de mantenimiento y Producción. Operadores, Mantenedores, Facilitadores, Jefaturas y Gerencia son invitados a participar, con el objetivo de lograr un alto impacto en la actividad, en especial a los operadores de máquina, pero a la vez, al resto del personal en general de la planta.

En lo concreto estas actividades se realizaron durante 1 mes con dichas detenciones (6 a 7 horas) de máquinas programadas con el fin de no intervenir en posibles pedidos de material. Cada decisión se tomó en reuniones previas entre mantención y producción donde los multiplicadores tuvieron su primera intervención en toma de decisiones.

La programación es enviada con anterioridad a los participantes confirmados, en donde aparece el orden de las actividades con el horario respectivo y la función específica que realizará cada participante.

ARMACERO MATCO S.A.		MANTENIMIENTO AUTONOMO			
Tarea : Día de Limpieza		Celula : PEC		Fecha : (Programar)	
Programacion Charla de Seguridad 7: 45 Lectura de IPER , Entrega de Candados (Taller de Mantenimiento) Cloqueo de equipo 8:00 Hrs Comienzo 8:10 Hrs Almuerzo 13:00 - 13:30 (Todos) Hora de Terminio 14:50 Hrs Charla Final 15:00 Hrs					
PARTICIPANTES: F. Meneses A. Quijada A. Cabezas H. Rivera D. Letelier P. Carrera G. Barra S. Riveros J. Urrutia S. Escobar P. Santibañez E. Perez P. Riveras					
Equipo		Encargados de Maquina			
Bergandi	J. Urrutia E. Perez	P. Riveras	D. Letelier		
PG12	F. Meneses P. Santibañez	G. Barra	P. Carrera		
Dob Pil. Cad. N°1	S. Riveros A. Cabezas	A. Quijada			
Dob Pil. Cad. N°2	S. Escobar H. Rivera				
Cada participante debe contar con: Buzo blanco, Guantes, Paños, Espatula, Pala y Escobilla de Mano Otros Materiales a ocupar: Rost off, Liquido dielectrico, Palas, Escobillón					

Figura 29 Programación día de limpieza.

3.5.2 Seguridad de Limpieza Inicial

La seguridad es fundamental y lo más importante de evaluar antes de cualquier tarea. Armacero Matco S.A. deja claro en su política integrada que las personas y su integridad están por sobre la producción. Es por esto que los coordinadores y jefes de seguridad estuvieron siempre presentes en cada una de estas actividades.

Se debe realizar una identificación de peligros, seguida de una evaluación de los riesgos (IPER), documento redactado por el coordinador de seguridad, en este caso Lindor Ávalos. Junto con esto, el medio de control más importante ante los peligros se presenta es el bloqueo de equipo. Cada participante de la limpieza y como en toda mantención de los equipos en Armacero Matco S.A., debe contar con su candado de seguridad, el cual está definido con un color en particular; verde para operadores, rojo para electromecánico, blanco para administrativos, negro para externos y amarillos para dejar en puntos de bloqueos de las máquinas.

Al comenzar la actividad se procede a realizar una charla de seguridad con lectura de IPER incluida. Luego nos dirigimos a la máquina y bloqueamos con 13 “candados de máquinas” (Amarillos) todas las fuentes de energías, eléctricas, neumáticas e hidráulicas, realizando también los respectivos despiches para las energías residuales. Luego se toman las llaves de candados amarillos y se depositan una caja acrílica en la “pizarra de bloqueo”. Cada participante debe bloquear la caja con su respectivo candado, de esta forma no se puede encender el equipo hasta que todos los participantes estén al tanto del término de la actividad y hayan retirado su candado.

ARMACERO		Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	IPER-SEG4 - 38
		LIMPIEZA DE MAQUINAS	Versión: 0 Fecha: 10-08-2013 Hoja: 1 de 2
INDICE			
ITEM	TAREA / ACTIVIDAD	PAG	
1	Traslado de materiales de limpieza.	1	
2	Bloqueo de equipos.		
3	Limpieza de partes de maquinas		
5	Entrega de trabajos.		
Elaborado por: Coordinador de Seguridad		Aprobado por: Responsable del trabajo	
LINDOR ÁVALOS Coordinador de Seguridad		<i>[Firma]</i>	

Figura 30 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgo (IPER) de la empresa Armacero Matco S.A



Figura 31 Implementación de candados de seguridad para el proceso de limpieza.(Armacero Matco S.A, 2017)

3.5.3 Día de limpieza PEC

La célula de PEC, al tener máquinas con dimensiones menores, perfectamente podría ser realizada, de una sola vez, a todos sus equipos. De esta forma se formó un gran grupo de trabajo, con tareas y máquinas designadas. La actividad se realizó el 14 de agosto de 2017 y contó con la participación de los siguientes colaboradores:

Los participantes de esta actividad fueron:

David Letelier (Jefe de Mantenimiento)

Patricio Carrera (Jefe de Producción)

Alejandro Quijada (Gestor Mantenimiento Autónomo)

Hernán Rivera (Electro - Mecánico)

Arturo Cabezas (Electro - Mecánico)

Sergio Riveros (Operador Dobladora pilares y cadenas)

Sandro Escobar (Operador Dobladora pilares y cadenas)

Patricio Santibáñez (Operador PG-12)

Gastón Barra (Operador PG-12)

Félix Meneses (Operador PG-12)

Juan Urrutia (Operador Bergandi)

Euribe Perez (Operador Bergandi)

Patricio Rivera (Operador Bergandi)



Figura 32 Fotografía dentro de la planta en el proceso de limpieza de maquinarias

Cuando se empezó a realizar la limpieza en la célula PEC, los operadores se mostraron muy unidos y con un alto grado de querer participar y aprender de los cuidados de su máquina. Se observó un equipo de trabajo unido y con una figura de líder bien definida.

Máquinas y equipos se encontraron relativamente limpios, en comparación con otros equipos de la planta. No obstante, se identifican una gran cantidad de anomalías, mayoritariamente desgastes de piezas mecánicas; Ruedas de arrastre, rodillos de enderezado, ejes, chavetas y piezas en general.

Por parte de la lubricación, se encuentra una nula rutina de engrase y no se cuenta con el dispositivo adecuado para el engrase. Específicamente, la Schlatter PG-12, posee un tipo de grasea especial y no se cuenta con el dispositivo para lubricar, se desconoce la última vez que se lubricó. Por otro lado, en máquina Bergandi, en varios lugares no se encontraban las graseras en los mecanismos, provocando desgastes considerables.

Las máquinas dobladoras de pilares y cadenas, fueron los equipos con más contaminación, restos de laminillo y grasa vieja pegada en lugares que no les corresponde. Es por esto que estas dos máquinas dobladoras provocaron un gran cambio visual para sus operadores.



Figura 33 Proceso de limpieza de maquinarias dobladora.

3.6 Estándar de limpieza y engrase.

3.6.1 Engrase

Luego de realizar la Limpieza inicial, con el levantamiento de todos los pendientes (puntos que se deben lubricar y focos de contaminación a eliminar) urge estandarizar lo más pronto posible estos ítems, para conservar el estándar logrado.

Para esto se trabaja en conjunto con operadores, Padrinos de máquina e ingeniero de mantenimiento, además cumple un rol fundamental lo que recomienda el fabricante en los manuales específicos de cada máquina.

Lo primero en lo que se trabaja, es tener todos los recursos adecuados y necesarios para las tareas, dispositivos de engrase, mangueras y pistolas de grasa neumáticas, Grasa adecuada, etc.

El primer punto de conflicto que solucionamos es el difícil acceso que tienen algunos puntos de engrase, para lo cual se cambia el dispositivo recto de las graseras tradicionales por uno flexible. Este cambio fue realizado por el área de mantenimiento.



Figura 34 Dispositivo de engrase cambiado.

Lo segundo es estandarizar el tipo de grasa, para ello se realizó una equivalencia entre manuales y las diversas marcas que proponen los fabricantes. En la mayoría coincidían debido a la similitud del proceso, de todas formas, se debe tener en cuenta las propiedades de la grasa a elegir y realizar un pequeño análisis de ella.

3.6.2 Elección del Lubricante

Se debe tomar la decisión de si comprar un tipo de grasa para cada máquina o que todas usen la misma. Además, otro aspecto importante a considerar, es el proveedor con quien se va a trabajar para tener en cuenta el aspecto económico.

Al final el análisis nos indica que podemos usar la misma grasa para todas las máquinas ya sea en corte y doblado, como en PEC y se decide ocupar Grasa MOBIL, del tipo MOBILPLEX 47. Este tipo de grasa es especial para las aplicaciones industriales como las de Armacero Matco S.A., en donde se generan grandes esfuerzos y por consecuencia elevadas temperaturas, acompañado muchas veces con los procesos de soldadura que tenemos, la temperatura se eleva aún más.

Este tipo de Grasa tiene propiedades, gracias a un complejo de calcio espesante de jabón, que la hacen especial para amortiguar procesos con alta vibración y contacto. Además, posee propiedades de viscosidad que la hace fácil de manipular, bombear y distribuir. Este último mencionado, la hace ideal para las máquinas Figuradoras, pero por otro lado es su rango de temperatura -20 a 150 °C, que nos permite utilizarla también en las máquinas electro soldadoras de PEC.

TABELLA DI COMPARAZIONE DEI LUBRIFICANTI	COMPARATIVE TABLE OF LUBRICANTS	ÖL VERGLEICHSTABELLE	TABLEAU COMPARATIF DE LUBRIFICANTS	CUADRO DE COMPARACION DE LUBRIFICANTES			
CAMPO DI APPLICAZIONE APPLICATION FIELD VERWENDUNGSGEBIET DOMAINE D'APPLICATION ÁREA DE APLICACIÓN	CLASSE CLASS KLASSE CLASSE CLASE UNI ISO 3468						
REDUTTORI E SCATOLA INGRANAGGI REDUCTION AND GEARBOX GETRIEBE UND GETRIEBEGEHÄUSE REDUCTEURS ET BÔTE À ENGRÉVAGES REDUCTORES Y CAJAS DE ENGRANAJES	CKC 150 CKC 220 CKC 320	BLASIA 150 BLASIA 220 BLASIA 320	DT 150 DT 220 DT 320	ENERGOL GR-XP 150 ENERGOL GR-XP 220 ENERGOL GR-XP 320	ALPHA SP 150 ALPHA SP 220 ALPHA SP 320	SPARTAN EP 150 SPARTAN EP 220 SPARTAN EP 320	FINA GIRAN 150 FINA GIRAN 220 FINA GIRAN 320
CIRCUITI PNEUMATICI E DI LUBRIFICAZIONE AD OLIO PNEUMATIC CIRCUIT AND OILING PNEUMATISCHER KREIS UND VON ÖLSCHMIERUNG CIRCUITS PNEUMATIQUES ET DE LUBRIFICATION À HUILE CIRCUITOS NEUMÁTICOS Y DE LUBRICACIÓN DE ACEITE	HG 32 HG 68	EXIDIA 32 EXIDIA 68	CIS 32 EP CIS 68 EP	ENERGOL GHL 32 ENERGOL GHL 68	MAGNAGLIDE D 32 MAGNA GC 32 MAGNAGLIDE D 68 MAGNA AX 68	FEBIS K 32 FEBIS K 68	FINA HYDRAN G 32 FINA HYDRAN G 68
CIRCUITI E CENTRALINE OLEODINAMICHE CROUITS AND OLEODYNAMIC GEARBOXES ÖLDYN. KREISE UND ZENTRALSCHMIERANL. CIRCUITS ET CENTRALES OLEODYNAMIQUES CIRCUITOS Y CENTRALES OLEODINAMICAS	HM 32 HM 68 HV 32 HV 48	OSO 32 OSO 68 ARNICA 32 ARNICA 48	CIS 32 CIS 68 HS 32 HS 48	ENERGOL HLP-HM 32 ENERGOL HLP-D 32 ENERGOL HLP-HM 68 ENERGOL HLP-D 68 BARTRAN HV 32 BARTRAN HV 48	HYSPIIN AWS 32 HYSPIIN AWS 68 HYSPIIN AWH 32 HYSPIIN AWH 48	NUTO H 32 NUTO H 68 HYDRO HVI 32 HYDRO HVI 48	FINA HYDRAN 32 FINA HYDRAN 68 HYDRAN HV 32 HYDRAN HV 48
CIRCUITI DI LUBRIFICAZIONE A GRASSO LUBRICATING GREASE CIRCUITS KREISE VON FETTSCHMIERUNG CIRCUITS DE LUBRIFICATION À GRAISSE CIRCUITOS DE LUBRICACIÓN DE GRASA	XBCEA 1 XBCEA 2	GR MU EP 1 GR MU EP 2	PGX 1 PGX 2	GREASE LTX 1 GREASE LTX 2	SUPERGREASE 1 SPHEEROL EPL 1 SUPERGREASE 2 SPHEEROL EPL 2	BEACON 1 BEACON 2	FINAGREASE C FINA MARSON EPL 1 FINAGREASE MP FINA MARSON EPL 2

Figura 35 Recomendaciones de engrase según el tipo de maquinaria. (Armacero Matco S.A, 2017)

Kritien zugänglich gemacht werden

Examples	Type	Application	Lubricant	Lubricant supplier		
				*BP	S H E L L	E S S O
H... Pa... Pa...	H 10-36	Advance unit Damping cylinder Hydraulic system	Hydraulic oil	*ENERGOL SHF 15	TELLUS OIL T 15	NUDO H 15
				Ref. No.24.01.014	Viscosity 15 cSt/40°C	
Pa...Cb, Cvb... Greses Glas... A..h	Pa...Cb, Cvb... Greses Glas... A..h	Punching presses EDSCH-unit Hydraulic system	Hydraulic oil	*ENERGOL SHF 46	TELLUS OIL T 46	UNIVIS HP 46
				Ref. No.24.01.168	Viscosity 46 cSt/40°C	
In general A... Pg... + V... Pa 2/28, GP 38	In general A... Pg... + V... Pa 2/28, GP 38	Air oiler Upsett.- clamp. unit Crank drive Hydraulic system	Hydraulic oil	*ENERGOL SHF 68	TELLUS OIL T 68	NUDO H 68
				Ref. No.24.01.156	Viscosity 68 cSt/40°C	
Seam welding attachment N... + PN... En...Poc...Cv...	Seam welding attachment N... + PN... En...Poc...Cv...	HEYNAU gear ARTER gear	Special gear oil	SANTOTRAC Nr.50	-	-
				Ref. No.24.01.020	HEYNAU resp. ARTER instructions	
V... N... PN... Conveyors	V... N... PN... Conveyors	Worm gear Differential Roller heads Chains	Gear oil	*ENERGOL CR-XP 220	OMALA OIL 220	SPARTAN EP 220
				Ref. No.24.01.15	Viscosity 220 cSt/40°C	
Others	Others	Grease points, except those for sliding contacts. Bearings	Multi-purpose greases	*ENERGREASE LS 2	ALVANIA GREASE R2	BEACON 2
				Ref. No.24.01.004	Dropping point approx. 185°C	
Others	Others	Corrosion preventative for electrodes and platens	Vaseline grease	COMPOUND S 6800	COMPOUND S 6800	PARMO 14
				Ref. No.24.01.023	Melting point approx. 50°C	
N... PN...	N... PN...	Sliding contacts in roller heads	Contact grease	ESTAN 2	UNEDO GREASE 2	ESTAN 2
				Ref. No.24.01.017	Dropping point approx. 90°C	
Others	Others	Fitting of fixed points of current transition	Contact grease (cupriferous)	VANOFRIX	-	-
				Ref. No.24.01.010	Dropping point 205°C	
V... + Pph... welding lines	V... + Pph... welding lines	Pressure water circulating unit	Emulsion 5% (95% water)	ASEDL 23-31	DROMUS OIL BX	KUTWELL 40
				Ref. No.24.01.013		

NORM
SCHLATTER WELDING Machines
Seite 2/15, 5.78

Figura 36 Recomendaciones de engrase maquina Schlatter, por modelo.(Armacero Matco S.A, 2017)

3.6.2.1 Frecuencia de Engrase

La frecuencia es clara en los manuales de las máquinas, los fabricantes recomiendan en las Figuradoras, engrasar cada 38 horas de trabajo, lo cual para nuestra aplicación corresponde aproximadamente a 2 días de trabajo, considerando que en la célula PEC se trabaja a tres turnos (Mañana, tarde y noche) de 8 horas.

Por otra parte, también es necesario consultar a electromecánicos con alta experiencia en máquinas como éstas y tener en consideración su recomendación. Los Mecánicos de Armacero Matco S.A. indican que sería óptimo que las electrosoldaduras de la planta, se lubricaran por lo menos 1 vez a la semana.

Por lo tanto, se decide realizar la tarea de lubricación los días lunes de cada mes, así sucesivamente, completando 4 a 5 tareas de lubricación en el mes. Además, se opta por realizar la tarea siempre en turno de mañana, de esa forma tener certeza de que operadores cumplen con su labor, tomando en cuenta que en turno de noche no trabajan facilitadores ni jefaturas.

3.6.3 Limpieza

La limpieza se decide realizar junto con el engrase, de esta forma optimizamos el tiempo y no perdemos producción. Por otro lado, se trabajará en solo un Check List de “Limpieza y Engrase”, y no llenamos al operador de documentos.

3.6.4 Check List “Limpieza y Engrase”

El Check List debe ser lo más claro posible, didáctico y fácil de ejecutar. Se trabaja en un formato - similar a los Check de Pre Uso de puentes grúas, con el cual los operadores ya están familiarizados. El documento debe llevar la frecuencia establecida, la parte a lubricar o limpiar, imagen con su ubicación, un pequeño texto instructivo y un espacio especial para las auditorías semanales, las cuales están a cargo del Multiplicador de Mantenimiento Autónomo y del Staff de la “Hora de Seguridad” (Se explicará con más detalle en el siguiente punto)

El Check List, además debe ser impreso en hojas de color verde claro, color destinado a todos los procedimientos de mantenimiento. En su portada debe incluir las firmas de las personas que aprueban y revisan el documento, como Ingeniero de Mantenimiento, facilitador del área, Jefaturas y Gerencia. Por último, el librito debe poseer una última página de anotaciones para sugerencias u observaciones de la actividad, con un registro para operadores y multiplicadores, estos últimos deben salir en una fotografía en conjunto con el padrino de máquina.

El Check List quedo finalmente como se aprecia en la Figura No.33, correspondiente al formato tipo para el equipo Bergandi.



Planta: ARMACERO MATCO		Célula: PEC		Mes: Septiembre		Año: 2017																												
Descripción de Equipo: BERGANDI																																		
Item	Punto de engrase	Especificación	Ubicación	TUR	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		
1	PLACAS DOBLADORAS	Limpiar todo resto de laminillo en superficie de las placas. Aplicar grasa en spray "Grasa Cadena" en Placas y eje.	1A	N																														
				M																														
				T																														
2	CATARINA Y CADENA	Lubricar cadena con grasa en spray "grasa cadena" Limpiar graseras y mecanismos receptores de grasa. Introducir grasa nueva hasta que la grasa vieja rebosa de las juntas. Limpiar toda sobra o rebalse de grasa.	2A 2B	N																														
				M																														
				T																														
3	DESCANSOS EJE MOTRIZ	Limpiar exceso de laminillo. Limpiar graseras y mecanismos receptores de grasa. Introducir grasa nueva hasta que la grasa vieja rebosa de las juntas. Limpiar toda sobra o rebalse de grasa.	3A	N																														
				M																														
				T																														
4	JUEGO EXCÉNTRICO-BIELA	Limpiar graseras y mecanismos receptores de grasa. Introducir grasa nueva hasta que la grasa vieja rebosa de las juntas. Limpiar toda sobra o rebalse de grasa.	4A 4B	N																														
				M																														
				T																														
REVISIÓN PERSONAL DE MANTENCIÓN : MULTIPLICADOR DE MTTO AUTÓNOMO:		FIRMA SEMANA 1	FIRMA SEMANA 2	FIRMA SEMANA 3	FIRMA SEMANA 4	COMO MARCAR: ✓ Inspección sin anomalías X anomalía o defecto, generar tarjeta azul.		FRECUENCIA: Según lo establecido turnos de mañana y en las fechas indicadas. TIPO DE GRASA: MOBIL, MOBILPLEX 47 LUBRICANTE: Grasa Cadena																										
Observaciones Importantes:																																		
- Antes de limpiar y engrasar, el operador deberá poseer entrenamiento específico y utilizar los Elementos de Protección Personal. Además, siempre realizar la tarea con el equipo SIN ENERGÍA. - El Multiplicador de Mantenimiento Autonomo deberá supervisar el buen uso de este documento y el cumplimiento de éste.																																		

Figura 37 Check List de proceso de Limpieza, realizado para cada una de las maquinarias.

Ubicación puntos de inspección, limpieza y engrase.		
1	MESA DE AVANCE	
2	GRUPO DE ENDEREZADO TRANSVERSAL	
3	CUERPO SOLDADOR	
4	GRUPO DE ENDEREZADO LONGITUDINAL	
5	CIZALLA	
6	COLECTOR DE ESCALERILLA	

Figura 38 Puntos de Inspección, limpieza y engrase

3.7.1 Formato y Frecuencia

Al igual que el Check de Limpieza y engrase, el formato de inspección debe ser amigable, fácil de realizar, lo más didáctico y explícito posible, con imágenes claras de la actividad a realizar.

El sistema de inspección va de la mano con lo que en seguridad industrial llamamos “Check de Pre-uso”, el cual es una ronda de inspección antes de operar el equipo, para de esa forma, evitar cualquier tipo de pérdida, ya sea de producción, en la máquina o en el peor de los casos, una pérdida humana. De esta forma la frecuencia queda establecida, “Todos los turnos, antes de comenzar a operar”

3.7.2 Determinación de puntos a inspeccionar

Los puntos a inspeccionar son consultados por varios roles, tienen participación los operadores, Multiplicadores y Padrinos de máquinas, con los ingenieros de Mantenimiento. Los coordinadores de seguridad tienen un valor importante al momento de la revisión de los puntos a inspeccionar y en la ejecución de estos, tomando en consideración que muchas veces para realizar las tareas se deben tocar o mover algunos mecanismos. Una vez definido los puntos críticos a inspeccionar, se diseña el documento muy similar al de limpieza y engrase, y se presenta para la última revisión de jefaturas y gerencias para así estar listos a implementar.

ARMACERO MATCO S.A.		INSPECCIÓN OPERACIONAL																				
Célula: PEC			Equipo: PG - 12			Mes: SEPTIEMBRE		Año: 2017														
DIVISIÓN: n																						
4	ELECTRODOS Y MAGNETOS	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección estado superficial de electrodos. - Evidenciar mal contacto, ruido anormal u olor extraño en proceso de soldadura. - Revisar estado de magnetos. 		4A 4B	N																	
					M																	
					T																	
5	UNIDAD FRL Y TABLERO ELECTRICO	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar presión neumática y nivel de aceite. - Evidenciar fugas de aire. - Comprobar buen funcionamiento de selectores, botoneras y sistemas de seguridad. 		5A 5B	N																	
					M																	
					T																	
Multiplicador de Mantenimiento						COMO MARCAR: <input checked="" type="checkbox"/> Inspección sin anomalías <input type="checkbox"/> anomalía o defecto, generar tarjeta azul.		Oír	Tocar	Gustar	Observar	Oler										
Hora de Seguridad																						
		Firma semana 1	Firma semana 2	Firma semana 3	Firma semana 4																	

Observaciones Importantes:
 - El Multiplicador de Mantenimiento Autónomo deberá supervisar el buen uso de este documento y el cumplimiento de éste.
 Figura 40 Planilla de Inspección Operacional.

La inspección operacional tiene tareas nuevas para operadores, como inspeccionar un rodillo girándolo, o tomando su temperatura con Pirómetro, reapriete de pernos, etc. Para lo cual es necesario realizar una capacitación general para todos los operadores guiadas por los padrinos de máquinas.

3.7.3 Capacitación en Inspección Operacional

La capacitación consta de dos partes, una presentación previa en una sala de reuniones de mantenimiento y después un llenado de Check List en terreno, todos juntos.

Se inspecciona cada uno de los puntos establecidos, y se llena el Check como corresponde; Ticket si el lugar a revisar no presenta anomalías, cruz si presenta un defecto, registrándolo en una tarjeta azul de mantenimiento autónomo.

3.8 Auditoría y Control

3.8.1 Auditoría por el Gerente General

La auditoría es siempre necesaria para revisar el nivel de avance y si los procedimientos se están llevando a cabo como corresponde. Si se sigue la metodología del PDCA (Planificar, Ejecutar, Chequear y Actuar) esta etapa seria “C” donde se descubre todos los procedimientos bajo el estándar.

Armando Salas, Gerente de producción, será el encargado de auditar y revisar los avances de mantenimiento autónomo. Aquí el gerente auditará al gestor de mantenimiento, revisará los avances e indicadores de mantenimiento.

Se realizarán reuniones calendarizadas por Gerdau que tiene un convenio con ASIMET (Asociación de Industriales Metalúrgicos y Metalmecánicos), la cual llamaran a un experto que será la clave para el aprendizaje y corrección de errores que se produzcan. Se observarán y analizarán cada uno de los pasos de mantenimiento autónomo y preventivo, en las cuales se responderán a cada una de las consultas.

La principal duda que surge es específicamente el cómo motivar a los operadores para que cumplan con sus nuevas rutinas de mantenimiento.

Se realizarán 5 sesiones en cada una de las etapas de la implementación, a las cuales se aprovecharán al máximo sobre todo en las dificultades de cómo lograr la motivación, y fomentar el liderazgo y autonomía de los operadores, ya que un porcentaje considerable de ellos, no están acostumbrados a seguir una rutina de mantenimiento.

3.8.2 Hora de seguridad

La hora de seguridad es un mecanismo de control que posee Armacero Matco S.A., parte de su sistema de seguridad total.

Consta de un Staff de alrededor 5 personas, entre ellos administrativos y practicantes que cada mañana, desde las 08:30 hasta las 09:30 horas recorren la planta en busca de acciones y condiciones bajo el padrón.

Cada día toca un tema distinto a auditar, los lunes se revisan el pre uso de puentes grúas, los martes se revisan las células en función a 5S, y así sucesivamente. Mantenimiento Autónomo comienza a formar parte de estas auditorías los días miércoles, específicamente la realización de los Check de limpieza y engrase.

De esta forma cualquier actitud o condición que no corresponde se informa en el cierre de la actividad y se deja un registro en el sistema “GMR” (Gestión de mejoras y Rutina, GERDAU), en donde a cada persona responsable le aparecerá en su sistema personal como acción pendiente.

Un ejemplo claro es cuando un operador no realizó el engrase cuando corresponde, el auditor de la hora de seguridad lo evidencia, y lo comunica en el cierre. Inmediatamente el encargado de la reunión genera la acción pendiente al responsable de solucionar el problema con un texto que diga “Retroalimentar a colaborador en la importancia del cuidado y el engrase de su máquina”, en este caso de ejemplo, la acción le llegará al multiplicador correspondiente del área auditada.

3.9 Evaluación

Esta etapa final de la implementación trata de los balances y análisis de todos los indicadores tanto de producción como mantenimiento, como se vieron afectados con la implementación de mantenimiento autónomo y en términos generales, si fue o no provechosa a implementación en ARMACERO MATCO S.A.

La evaluación final es positiva, en todos los sentidos y para llegar a este punto, desde un inicio del proyecto se llevaron a cabo los siguientes indicadores:

- Tasa de Falla
- Tiempo medio entre falla
- Interrupción de mantenimiento
- Cumplimiento de Check List de limpieza y engrase
- Registro de anomalías y defectos (Tarjetas Amarillas)

Capítulo 4

Resultados Propuestos

Proyecciones de productividad y fallas del
Mantenimiento Autónomo

4 Resultados propuestos

4.1 Interrupción de Mantenimiento (IM)

La interrupción de mantenimiento es el principal indicador de Gerdau, y Armacero Matco S.A le da la misma importancia. Este mide en simples palabras, el Mantenimiento Correctivo de la planta.

Este se calcula mediante la relación de dos tiempos importantes para la producción y el mantenimiento. El primero el “Tiempo de Interrupción de Proceso” (IP), el cual es netamente producido por fallas en los equipos, se debe excluir todas las detenciones por problemas operacionales o mantenimientos programados o quiebres de ritmo. El dato se obtiene del llenado de las tarjetas rojas de mantenimiento autónomo, desde que el operador registra la detención, hasta que el mantenedor de turno soluciona el problema y deja operativa la máquina

El segundo tiempo en considerar, es el “Tiempo Programado de Producción” (PP). Éste lo calcula el multiplicador de la célula mes a mes, contempla todos los días hábiles para trabajar y los turnos que se realizarán en ellos, descontando todas las detenciones obligadas de la máquina producto de la rutina del operador en sí. Almuerzos, minutos de seguridad, reunión de células, etc.

Tabla 1 Cuadro Interrupciones por Mantención

INTERRUPCION (HORAS)	MARZO
PG-12	12
BERGANDI	5,75
DOBLADORA	7,5
TOTAL	25,25

INTERRUPCION (HORAS)	ABRIL
PG-12	27
BERGANDI	25,75
DOBLADORA	24
TOTAL	76,75

INTERRUPCION (HORAS)	MAYO
PG-12	12
BERGANDI	27
DOBLADORA	33
TOTAL	72

INTERRUPCION (HORAS)	JUNIO
PG-12	24,25
BERGANDI	20,67
DOBLADORA	7
TOTAL	51,92

INTERRUPCION (HORAS)	JULIO
PG-12	24,75
BERGANDI	31,58
DOBLADORA	
TOTAL	56,33

INTERRUPCION (HORAS)	AGOSTO
PG-12	23,5
BERGANDI	28,83
DOBLADORA	
TOTAL	52,33

Por lo tanto, la fórmula para calcular las interrupciones por mantención (IM), es la siguiente:

$$IM = \frac{\text{Tiempo de interrupción del proceso (IP)}}{\text{Tiempo Programado para producción (PP)}}$$

Tabla 2 Cuadro Tiempo Operación Máquinas

TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	MARZO
PG-12	467,58
BERGANDI	323
DOBLADORA	414,75
TOTAL	1205,33

TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	ABRIL
PG-12	459,92
BERGANDI	326,67
DOBLADORA	369,83
TOTAL	1156,42

TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	MAYO
PG-12	455,23
BERGANDI	330,72
DOBLADORA	351
TOTAL	1136,95

TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	JUNIO
PG-12	455,17
BERGANDI	444,67
DOBLADORA	185
TOTAL	1084,84

TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	JULIO
PG-12	310,42
BERGANDI	361,33
DOBLADORA	207,08
TOTAL	878,83

TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	AGOSTO
PG-12	340
BERGANDI	393,25
DOBLADORA	216,83
TOTAL	950,08

$$IM = \frac{25,25}{1.205,33} = 0,0209 \text{ Marzo}$$

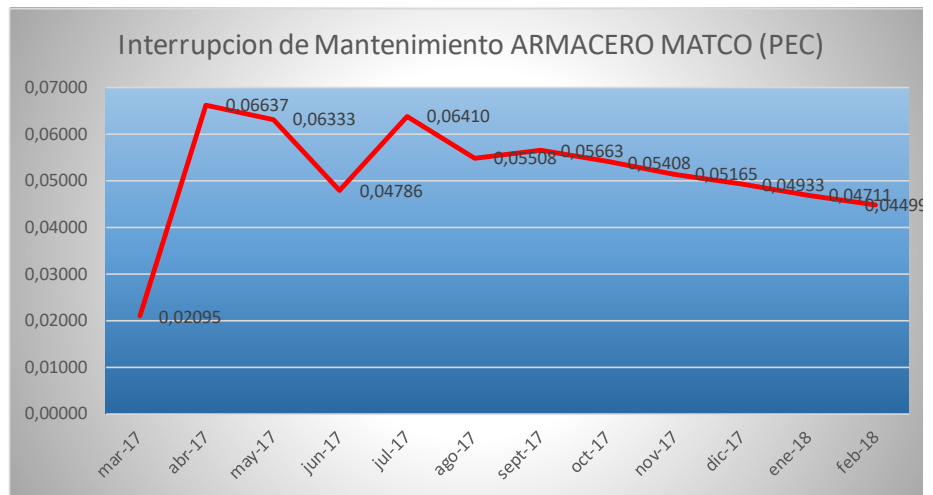
$$IM = \frac{76,75}{1.156,42} = 0,0664 \text{ Abril}$$

$$IM = \frac{72}{1.136,95} = 0,0633 \text{ Mayo}$$

$$IM = \frac{51,92}{1.084,83} = 0,0479 \text{ Junio}$$

$$IM = \frac{56,33}{878,83} = 0,0641 \text{ Julio}$$

$$IM = \frac{52,33}{950,08} = 0,0551 \text{ Agosto}$$



Proyeccion con una disminucion de un 4,5%

$$IM = 0,0566 \text{ Septiembre}$$

$$IM = 0,0541 \text{ Octubre}$$

$$IM = 0,0516 \text{ Noviembre}$$

$$IM = 0,0493 \text{ Diciembre}$$

$$IM = 0,0471 \text{ Enero}$$

$$IM = 0,0450 \text{ Febrero}$$

Figura 41 A partir de los datos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, y utilizando la fórmula de interrupciones por mantenimiento (IM), se desarrolló el grafico descrito anteriormente, con una proyección de seis meses a una tasa de disminución del 4,5% sobre las interrupciones.

Al analizar la gráfica, mostrada en la figura anterior, se observa una cantidad alta de Tiempo de interrupciones en la situación actual, pero se proyecta una clara y considerable baja en el tiempo de interrupciones de los equipos con el inicio de las actividades de mantenimiento autónomo en la planta (septiembre 2017 – febrero 2018). Se quiere reflejar claramente lo importante y efectivo que cambiara el

modo de operar de los equipos, Teniendo un enfoque más de cuidado e inspección. Esta baja, de alrededor de un 4,5%, y posterior estabilización en los meses posteriores se refleja en tener los equipos más confiables, reducción en los gastos de mantenimiento y en términos generales el cumplimiento del objetivo principal de MA y MP, “estabilización operacional”.

Se espera que las inspecciones operacionales y el levantamiento de tarjetas amarillas, den frutos en trabajos programados liderados por los padrinos de máquina. Estos darán como resultado la estabilización del proceso en PEC, con un porcentaje de interrupción aceptable, el cual se debe mantener con las rutinas de engrase, limpieza, inspección y mantenencias preventivas.

4.2 Tasa de Falla (TF)

La tasa de falla, es simplemente el número de aviso de falla que realizan los operadores, exclusivamente detenciones de los equipos o interrupciones de Mantenimiento (NIM), dividido en un periodo considerado. Para Armacero Matco S.A. el periodo considerado, son los días trabajados entre mantenencias preventivas, por lo general, es un mes. De esta forma, la tasa de Falla queda. proyección

$$TF = \frac{\text{Número de interrupciones de mantenimiento (NIM)}}{\text{Periodo considerado (PC)}}$$

$$TF = \frac{7}{30} = 0,233 \text{ Marzo}$$

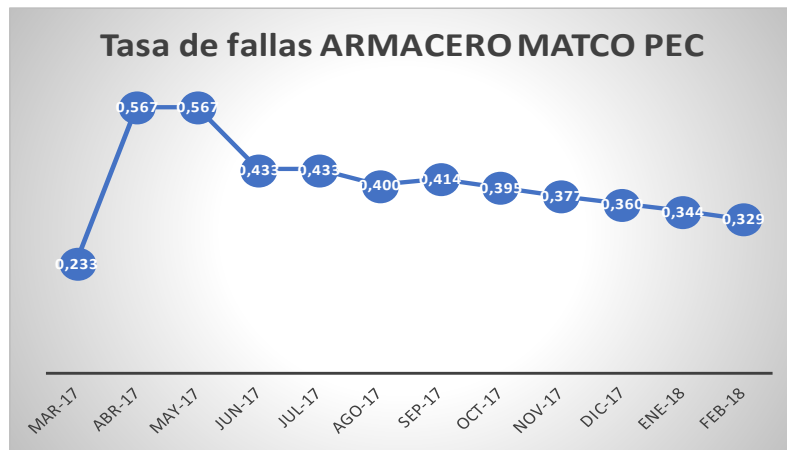
$$TF = \frac{17}{30} = 0,567 \text{ Abril}$$

$$TF = \frac{17}{30} = 0,567 \text{ Mayo}$$

$$TF = \frac{13}{30} = 0,433 \text{ Junio}$$

$$TF = \frac{13}{30} = 0,433 \text{ Julio}$$

$$TF = \frac{12}{30} = 0,400 \text{ Agosto}$$



Proyeccion de un 4,5% hasta obtener una constante de 8 fallas al mes

$$TF = 0,38 \text{ Septiembre}$$

$$TF = 0,36 \text{ Octubre}$$

$$TF = 0,35 \text{ Noviembre}$$

$$TF = 0,33 \text{ Diciembre}$$

$$TF = 0,32 \text{ Enero}$$

$$TF = 0,30 \text{ Febrero}$$

$$TF = 0,29 \text{ Marzo}$$

$$TF = 0,28 \text{ Abril}$$

$$TF = 0,26 \text{ Mayo}$$

Figura 42 A partir de los datos del Anexo 7.14, y utilizando la formula descrita anteriormente, se realizó el calculo con el total de anomalias y defectos por mes, para posteriormente realizar la proyección con una disminución en la tasa de fallas a una tasa del 4,5%.

Al analizar los resultados obtenidos a principio de año, se observa una tendencia hacia un mínimo de 0.433 tasa de fallas (fallas/mes). Con el plan de mantención se estima una disminución de la tasa de falla. Por lo que quiere decir, que, desde mitad de año, Habrá menos avisos de falla hacia mantención, momento en que se comenzaron a implementar los procedimientos duros de mantenimiento autónomo, hasta llegar a un 0.267 tasa de fallas, que equivalen a 8 fallas por mes.

4.3 Tiempo medio entre fallas (TMEF)

Este indicador nos permite calcular el tiempo medio de las máquinas de Armacero Matco S.A., en que operan sin ningún tipo de interrupción.

Para este indicador se utiliza el Tiempo Total de Operación (TTO), el cual no es más que el tiempo programado para operación en el mes, menos el tiempo que no se pudo producir producto de fallas en los equipos, es decir, el “Tiempo de Interrupción de Proceso” (IP). Este cálculo de tiempo se debe relacionar con el número de fallas en el mes, es decir el Número de interrupciones de mantenimiento (NIM)

De esta forma el Tiempo Medio entre fallas, nos queda:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Tiempo Programado para producción (PP)} - \text{Tiempo de interrupción del proceso (IP)}}{\text{Número de interrupciones de mantenimiento NIM}}$$

$$\text{TMEF} = \frac{1.205 - 25,25}{7} = 169 \text{ Marzo}$$

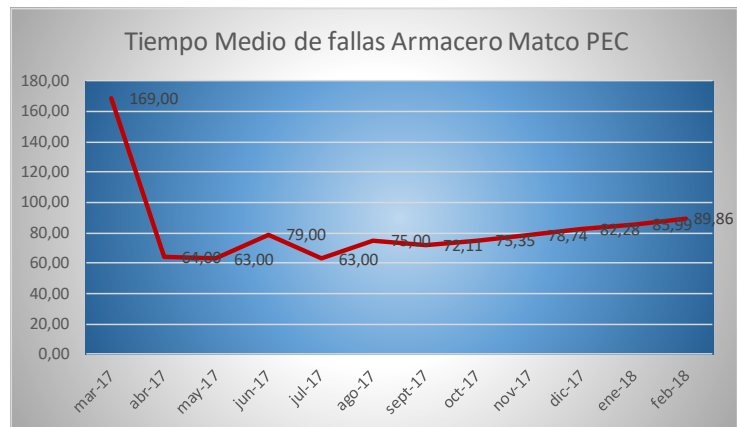
$$\text{TMEF} = \frac{1.156,42 - 76,75}{17} = 64 \text{ Abril}$$

$$\text{TMEF} = \frac{1.137 - 72}{17} = 63 \text{ Mayo}$$

$$\text{TMEF} = \frac{1.085 - 51,92}{13} = 79 \text{ Junio}$$

$$\text{TMEF} = \frac{879 - 56,33}{13} = 63 \text{ Julio}$$

$$\text{TMEF} = \frac{950 - 52,33}{12} = 75 \text{ Agosto}$$



Proyeccion de un aumento de un 4,5%

$$\text{TMEF} = 72,1 \text{ Septiembre}$$

$$\text{TMEF} = 75,3 \text{ Octubre}$$

$$\text{TMEF} = 78,7 \text{ Noviembre}$$

$$\text{TMEF} = 82,3 \text{ Diciembre}$$

$$\text{TMEF} = 86 \text{ Enero}$$

$$\text{TMEF} = 89,9 \text{ Febrero}$$

Figura 431 Ya con los datos utilizados anteriormente, se procede a realizar una proyección en el tiempo medio de falla tomando un aumento del 4,5% mensual.

El TMEF, es obviamente el resultado de una cadena de acciones en los procedimientos del M.A, es por esto que, al analizar los anteriores indicadores es claro un resultado positivo. Se ve una clara tendencia de aumento del TMEF a partir de la consiguiente implementación, lo cual indicara que nuestros equipos estarán más disponibles para la operación. Nuevamente, al igual que los indicadores anteriores, el cambio se comienza a producir desde aproximadamente la mitad del año justamente cuando se comienza con las tareas duras de mantenimiento autónomo.

4.4 Productividad Célula PEC

Armacero Matco S.A., al no contar con un plan de Mantenimiento Autónomo, la cantidad de horas de detenciones son altas, realizando la propuesta de M.A esta bajarían considerablemente.

Un simple ejercicio nos puede indicar en cuanto es lo que la empresa reducirá sus tiempos de detención mensualmente con la llegada de un MA. Si realizamos un promedio de las horas de equipos detenidos en los 6 primeros meses del año, y lo comparamos con el promedio mensual de los siguientes 6 meses, podemos obtener una cifra que indique cuánto aumenta la productividad cada mes con ésta metodología de trabajo. Las cifras son proyecciones con aumento en las cantidades de producción de unidades mensuales, gracias al tiempo obtenido por la reducción de las detenciones (min), y se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 3 Tabla proyectada de Productividad maquina PG-12.

PG -12					
	Cantidad Mes (UN)	Cantidad Mes (Ton)	Tiempo Prog (Min)	Productividad (TON/HRS)	Tiempo obtenido por reducción de detenciones por el MA (hrs)
mar-17	35.850	289,6	28055	0,62	
abr-17	28.913	235,6	27595	0,51	
may-17	30.815	259,8	27314	0,57	
jun-17	31.009	269,1	27310	0,59	
jul-17	21.212	159,0	18625	0,51	
ago-17	23.184	201,2	20400	0,59	
sept-17	28.573	230,9	24300	0,57	
oct-17	29.430	237,8	24300	0,59	12,2
nov-17	30.313	244,9	24300	0,60	24,7
dic-17	31.222	252,3	24300	0,62	37,6
ene-18	32.159	259,8	24300	0,64	50,8
feb-18	32.834	265,3	24300	0,655	60,4

Productividad Optima

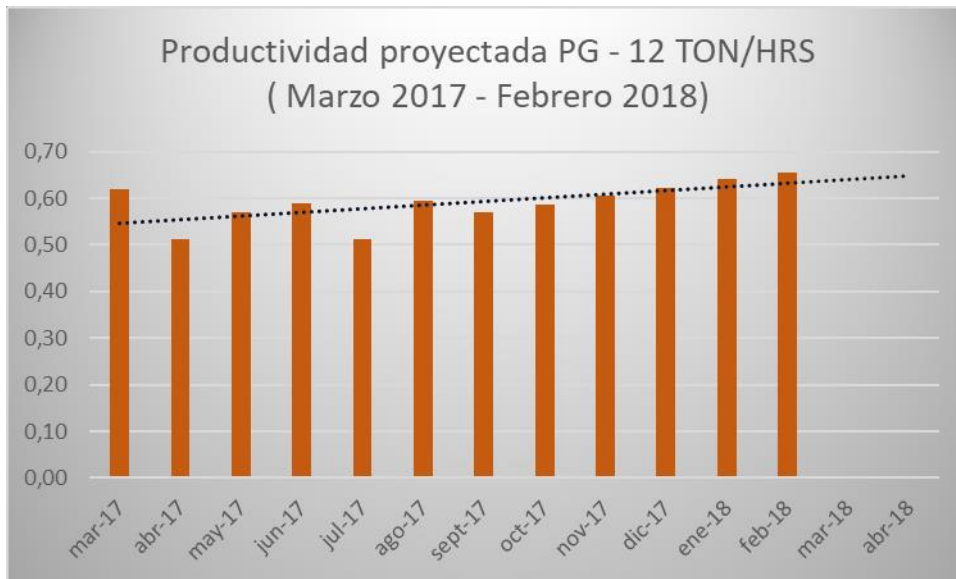


Figura 44 Proyección a 6 meses de productividad maquina PG-12

La productividad Optima de la PG- 12 se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Produccion Mensual Optima (Ton)} = \text{Produccion Ideal (Ton)} - \text{Produccion Por Tiempos Muertos (Ton)}$$

$$\text{Punto de equilibrio Productividad (Ton/Hrs)} = \frac{\text{Produccion Mensual Optima (Ton)}}{\text{Tiempo Programado Optimo}}$$

$$\text{Produccion Mensual Optima (ton)} = 443,92 - 178,72 = 265,20 \text{ Ton}$$

$$\text{Punto de equilibrio Productividad (Ton/Hrs)} = \frac{265,20}{405} = 0,655 \text{ Ton/Hrs}$$

La producción ideal de toneladas es el promedio que se calculó de los 6 meses de acuerdo a una producción con pocas o sin interrupciones, el cual se multiplicaban por 60 (cantidad de turnos cumplidos al mes por los operadores en promedio) y se dividió por 1000 para pasarlos a toneladas. Estos datos se tomaron gracias a los partes de producción recopilados. Como se observa en el Anexo 7.16 y Anexo 7.17. Además, el tiempo optimo programado se calculó de acuerdo al tiempo con programado óptimo de todos los días sin interrupciones varias, multiplicándolas por la cantidad de turnos de promedio del mes y dividir las por 60 para tener el tiempo programado optimo en horas.

Por otra parte, la producción por tiempos muertos se calculó de acuerdo al promedio de la producción que se perdía por los tiempos muertos, el cual se calculó con los tiempos de interrupciones (min) más comunes que estarían presentes y se multiplico por las toneladas/min, como se muestra en el Anexo 7.18.

En la productividad de la maquina electro-soldadora PG-12 se espera una proyección y aumento en la productividad de un 2.98% mensual, hasta alcanzar una productividad optima de 0.655 Ton/Hrs que equivale a un aumento de 14,91% luego de pasar 6 meses.

Al analizar la tabla, se puede apreciar que al termino de los 6 meses, el tiempo obtenido sobre los tiempos muertos son de 60.4 Hrs. Que equivalen a 35,2 toneladas en dicho periodo.

A partir del análisis de los datos obtenidos de la maquinaria BERGANDI se realizó la siguiente tabla:

Tabla 4 Tabla proyectada de Productividad maquinaria BERGANDI.

BERGANDI					
	Cantidad Mes (UN)	Cantidad Mes (Ton)	Tiempo Prog	Productividad (TON/HRS)	Tiempo obtenido por reduccion de detenciones por el MA
mar-17	32.832	43,2	19380	0,13	
abr-17	28.080	36,2	19600	0,11	
may-17	36.096	46,1	19843	0,14	
jun-17	50.566	66,7	26680	0,16	
jul-17	36.984	46,3	21680	0,13	
ago-17	45.725	57,3	23595	0,15	
sept-17	44.704	56,0	24000	0,14	
oct-17	46.683	58,5	24000	0,15	17,7
nov-17	48.750	61,1	24000	0,15	36,2
dic-17	50.909	63,8	24000	0,16	55,5
ene-18	53.163	66,6	24000	0,17	75,7
feb-18	54.602	68,4	24000	0,171	88,6

Productividad Optima

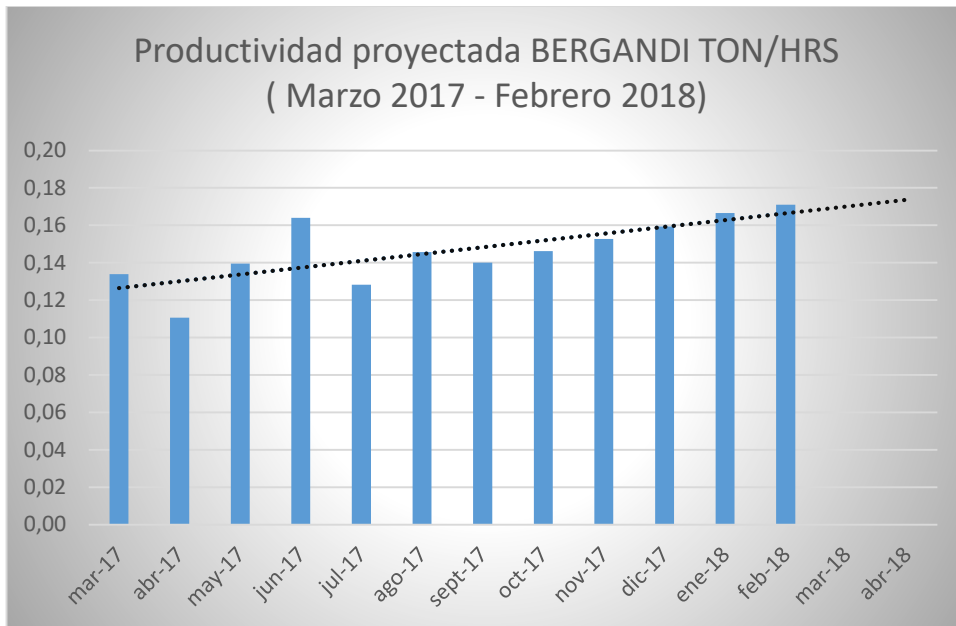


Figura 45 Proyección a 6 meses de productividad maquina BERGANDI.

La productividad Óptima de la electro-soldadora Bergandi se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Punto de equilibrio Productividad (Ton/Hrs)} = \frac{\text{Produccion Mensual Optima (Ton)}}{\text{Tiempo Programado Optimo}}$$

$$\text{Produccion Mensual Optima (ton)} = 85,82 - 17,50 = 68,33 \text{ Ton}$$

$$\text{Punto de equilibrio Productividad (Ton/Hrs)} = \frac{68,33}{400} = 0,171 \text{ Ton/Hrs}$$

Al igual que con la productividad optima de la maquinaria PG-12, en ésta maquinaria la producción ideal de toneladas es el promedio que se calculó de los 6 meses de acuerdo a una producción con pocas o sin interrupciones, el cual se multiplicaban por 60 (cantidad de turnos cumplidos al mes por los operadores en promedio) y se dividió por 1000 para pasarlos a toneladas. Estos datos se tomaron gracias a los partes de producción recopilados. Además, el tiempo optimo programado se calculó de acuerdo al tiempo con programado óptimo de todos los días sin interrupciones varias, multiplicándolas por la cantidad de turnos de promedio del mes y dividir las por 60 para tener el tiempo programado optimo en horas. En el Anexo 7.19 se detalla los datos para el cálculo.

Por otra parte, la producción por tiempos muertos se calculó de acuerdo al promedio de la producción que se perdía por los tiempos muertos, el cual se calculó con los tiempos de interrupciones (min) más comunes que estarían presentes y se multiplico por las toneladas/min,

En la productividad de la maquina electro-soldadora BERGANDI se espera una proyección y aumento en la productividad 4,428% mensual, hasta alcanzar una productividad Optima de 0.171 Ton/Hrs que equivale a un aumento de un 22,14% al pasar los 6 meses.

Al analizar la tabla, se puede apreciar que, al término de los 6 meses, el tiempo obtenido sobre los tiempos muertos son de 88.6 Hrs. Que equivalen a 12,4 toneladas en dicho periodo.

A partir del análisis de los datos obtenidos de la maquinaria DOBLADORA se realizó la siguiente tabla:

Tabla 5 Tabla proyectada de Productividad maquinaria DOBLADORA.

DOBLADORA					
	Cantidad Mes (UN)	Cantidad Mes (Ton)	Tiempo Prog	Productividad (TON/HRS)	Tiempo obtenido por reduccion de detenciones por el M/A
mar-17	38.406	342,6	24885	0,83	
abr-17	29.124	259,8	22190	0,70	
may-17	28.916	257,9	21060	0,73	
jun-17	34.292	305,9	21225	0,87	
jul-17	18.897	168,6	12425	0,76	
ago-17	18.496	165,0	13010	0,76	
sept-17	21.825	194,7	15170	0,77	
oct-17	21.956	195,8	15170	0,77	1,5
nov-17	22.088	197,0	15170	0,78	3,0
dic-17	22.221	198,2	15170	0,78	4,6
ene-18	22.354	199,4	15170	0,79	6,1
feb-18	22.477	200,5	15170	0,793	7,6

Productividad Optima

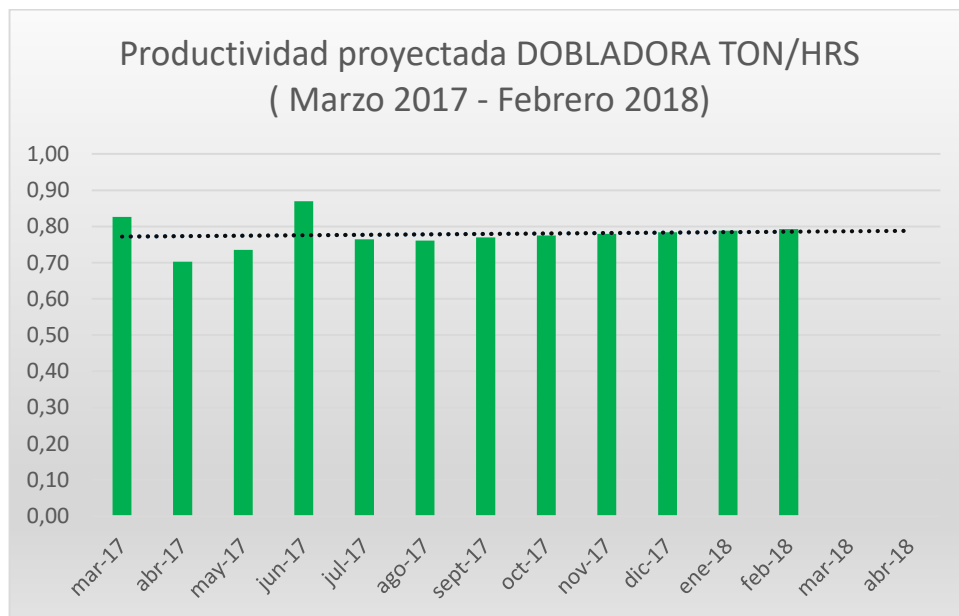


Figura 46 Proyección a 6 meses de productividad maquina DOBLADORA.

La productividad Óptima de la dobladora se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Punto de equilibrio Productividad (Ton/Hrs)} = \frac{\text{Produccion Mensual Optima (Ton)}}{\text{Tiempo Programado Optimo}}$$

$$\text{Produccion Mensual Optima (ton)} = 290,05 - 89,61 = 200,44 \text{ Ton}$$

$$\text{Punto de equilibrio Productividad (Ton/Hrs)} = \frac{200,44}{252,8333333} = 0,793 \text{ Ton/Hrs}$$

Para el Cálculo de la productividad de la máquina Dobladora, lo único que difiere con las maquinarias anteriores es la producción ideal de toneladas, ya que el promedio que se calculó de los 6 meses, en esta ocasión se multiplicó por 37 (cantidad de turnos cumplidos al mes por los operadores en promedio). Como se observa en el Anexo 7.20.

En la productividad de la maquina Dobladora de pilares y cadenas, se espera una proyección y aumento en la productividad, hasta alcanzar una productividad deseada de 0.793 kg/min que equivale a un aumento en la productividad de un 3% Después de pasar 6 meses.

Al analizar la tabla, se puede apreciar que, al término de los 6 meses, el tiempo obtenido sobre los tiempos muertos son de 7.6 Hrs. Que equivalen a 5,8 toneladas en dicho periodo.

Capítulo 5
Conclusión y Observaciones

5 Conclusiones finales

La generación de una propuesta de mantenimiento exitosa como base de optimización de resultados operacionales de producción de la célula PEC, se demuestra con el manifiesto representado en la Tabla N°6.

Ello, producto de la consolidación del TPM aplicado a las tres unidades destinadas a la producción de pilares, cadenas y escalerillas (soldadoras y dobladora).

Este trabajo de diseño y aplicación de Planes de mantenimientos, obedece a la necesidad imperiosa de la empresa de generar aplicaciones tendientes a disminuir la gran cantidad de tiempos muertos en la detección, determinación y corrección de fallas a nivel de herramientas del proceso productivo.

Se detecta, analiza y corrige la proactividad y participación directa de los operadores de cada unidad, así como también, los participantes del área mantenimiento, especificando y acotando sus intervenciones de forma de optimizar el recurso tiempo y manejo de crisis.

Se logra determinar la carencia de manuales e instrumentos para la generación de procedimientos de actuación frente a fallas comunes y recurrentes. Se implementan éstos manuales y se capacita al operador en la aplicación temprana de los procedimientos tendientes a la disminución del incremento de falla.

Junto con lo anterior, se logra diseñar un sistema de mantenimiento específico para cada máquina componente de la célula PEC, de acuerdo a sus características de funcionamiento, procesos y resultados de producción, aplicando el concepto de Mantenimiento Autónomo y Preventivo.

Los resultados operacionales a los que hacen mención las tablas proyectadas N° 42, 43 y 44, reflejan el aumento integrado del proceso productivo enlazado de la célula PEC, una vez aplicado los planes de mantenimiento diseñados, concluyendo con un aumento total real determinado por ciclo productivo.

Concretamente, en relación al análisis de resultado:

Sobre las interrupciones, se cumple el objetivo principal de los mantenimientos autónomos y preventivos, el cual es la estabilización operacional. El buen uso de las maquinarias y el sistema de alerta de fallas otorgaría un 4,5% promedio mensual a la disponibilidad de las maquinarias, o en su defecto una notoria disminución de interrupciones. Con esto se lograría además una mayor productividad y mejor uso de los recursos de la empresa.

La tasa de falla se ve afectada de forma favorable, ya que la implementación de un Mantenimiento preventivo disminuiría las fallas en la planta que, comparando con inicios del año anterior, disminuiría pasando de una tasa de 0.433 (fallas/mes) a una tasa proyectada de 0.267 (fallas/mes).

Sobre la productividad, el alcance del proyecto traería un impacto a corto-mediano plazo, aumentando la efectividad de las maquinarias, disminuyendo los costes por mantenimientos, sacando la máxima utilización de las mismas. A largo plazo, el aumento de la producción debido al buen uso y efectivo control de mantenimiento, conllevaría a la opción de una futura amortización en la compra de equipos, y con ello, una mejor calidad del producto terminado.

Como se observa en la Tabla N° 6, el aumento de la producción se nota mejor en los primeros 6 meses de implementación, no obstante, la mejor diferencia en los primeros 3 meses hace que este aumento sea relevante no sólo en el mediano plazo, sino también y de manera objetiva en la producción del corto plazo de implementado el plan.

Tabla 6 Cuadro comparativo de productividad Antes/Después propuesta.

PG-12		
Tiempo Implementación	Produccion (Ton)	Productividad (Ton/Hrs)
Sin Implementación	230,85	0,57
3 Meses	244,91	0,60
6 Meses	265,28	0,66
BERGANDI		
Sin Implementación	56,00	0,14
3 Meses	61,07	0,15
6 Meses	68,40	0,17
DOBLADORA		
Sin Implementación	194,68	0,77
3 Meses	197,02	0,78
6 Meses	200,50	0,79

Promedio (6 meses)

Promedio (6 meses)

Promedio (6 meses)

Finalmente, dado los resultados que entrega la implementación de un plan de Mantenimiento Autónomo y Preventivo, Armacero Matco S.A. ha tomado el proyecto como un nuevo desafío para el área de células PEC, con futuros prometedores al resto de áreas.

Capítulo 6

Bibliografía

El siguiente capítulo lista las fuentes de información consultadas en la
Elaboración de este trabajo de título.

6 Bibliografía

Armacero Matco S.A. (2017). *Memoria Anual 2016*.

Duffuaa. (2000). *sistemas de mantenimiento*. Mexico : Limusa S.A.

GestioPolis.com Experto. (2 de Abril de 2001). ¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación.

Recuperado el 15 de Noviembre de 2017, de GestioPolis.com: <https://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/>

Goole Maps. (s.f.).

Nakajima, S. (1991). *Introducción al TPM : mantenimiento productivo total*. Cambridge, Mass.: Productivity Press. p. 74.

Pérez, L. A. (2008). *www.unalmed.edu.co*. Obtenido de

http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf

Pérez, L. A. (2008). *www.unalmed.edu.co*. Obtenido de

http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf

Suzuki, T. (1996). *TPM en industrias de proceso*. Taylor & Francis.

Vargas, C. (Febrero de 2016). Recuperado el 29 de Abril de 2018, de

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3162/3/VargasMonroyLiseth%20Camila2016.pdf>

<http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>

<https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>

<https://sites.google.com/site/apalacioposada/mantenimiento-autonomo---paso-1-limpieza-inicial>

<http://spcgroup.com.mx/mantenimiento-autonomo-en-7-pasos/>

<http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20AUT%C3%93NOMO.pdf>

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/tecnologia-de-maquinas/material-de-clase-1/MANTENIMIENTO.pdf>

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf?sequence=1>

<http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

<https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>

<http://www.iso9001calidad.com/wp-content/uploads/038-procedimiento-mantenimiento-equipos-maquinas.pdf>

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/tecnologia-de-maquinas/material-de-clase-1/MANTENIMIENTO.pdf>

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/tecnologia-de-maquinas/material-de-clase-1/MANTENIMIENTO.pdf>

<http://bit.ly/2rvZ3EE> Elaboración de los planes de Mantenimiento Preventivos de los equipos de torneado del taller mecánico industrial Tomi S.A.

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf?sequence=1> Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa agroangel

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111645/varas_ca.PDF?sequence=1&isAllowed=y Aplicación de la metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en la etapa de fabricación de chocolate

<http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014873/014873.pdf> Aplicación de la metodología seis sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo

http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/indata/v04_n1/sistema.htm

Capítulo 7

Anexos

El siguiente capítulo adjunta información en detalle sobre los datos utilizados, locales y resultados obtenidos en este trabajo de memoria.

7.1 Implementación de Mantenimiento Autónomo Operadores

AIMACERO MATCO S.A.

Implementación de Mantenimiento Autónomo.

(PEC)

MANTENIMIENTO

1



AIMACERO MATCO S.A.

Objetivos

- Definir y clarificar implementación de "Mantenimiento Autónomo"
- Estimular la cooperación entre los equipos de Mantenimiento y Producción.

2



AIMACERO MATCO S.A.

MANTENCIÓN AUTÓNOMA

MANTENIMIENTO

AIMACERO MATCO S.A.

QUÉ PROBLEMAS SE BUSCA SOLUCIONAR



Cómo implementamos Mantenimiento Autónomo

ARMACENO MATCO S.A.

- 1° Capacitación, información, dar a conocer el proyecto
• IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE AVISOS DE FALLAS (TARJETAS)
- 2° Limpieza profunda a máquinas seleccionadas para el proyecto
• DÍA DE LA LIMPIEZA
- 3° Engrase con frecuencia determinada. Más sistema de control
• CHECK LIST INSPECCIÓN EN "LIMPIEZA Y ENGRASE"
- 4° Control operacional de proceso productivo e inspección visual
• CHECK LIST INSPECCIÓN OPERACIONAL "ANOMALIAS Y DEFECTOS"
- 5° Control y seguimiento de todas las actividades, fin de implementación
• SUPERVISIÓN, CONTROL (SEGURIDAD-PRODUCCIÓN-MANTENCIÓN)
- 6° Evaluaciones Técnico - Económicas.

MANTENIMIENTO



Registro de avisos de falla

FECHA	HORA	MINUTOS	OPERARIO	TIPO DE FALLA	CAUSA	REPARACIÓN
20-04-2017	12:30	11:30	407 Luis Deque	Ignacio Guerrero	pendiente de avería	
20-04-2017	10:00	14:00	237 Jorge Bravo	Mario Deque	problemas con el pedal	
21-04-2017	2:00	6:30	220 Luis Deque	Williams Deque	Problemas con el pedal	
22-04-2017	9:00	12:30	280 Jorge Bravo	Mario Deque	pedal no acciona correctamente	
23-04-2017	17:30	17:45	30 Roberto Alca	Mario Deque	pedal de la máquina se acciona suelto, se hace el ciclo	
23-04-2017	14:00	16:00	70 Jorge Bravo	Mario Deque	pedal no acciona correctamente	
23-04-2017	4:20	9:25	47 Alfa Garriga	Mario Deque	Problemas con el pedal	
24-04-2017	16:00	16:00	260 Luis Deque	Williams Deque	Problemas con el pedal	
05-05-2017	10:00	17:00	80 Alfa Garriga	Williams Deque	Problemas con el pedal	
05-05-2017	8:00	9:30	407 Alfa Garriga	Williams Deque	Problemas con el pedal	
10-05-2017	8:00	8:51	51 Jorge Bravo	Williams Deque	Operación de máquina con ruido y vibración	
10-05-2017	16:00	16:00	240 Alfa Garriga	Mario Deque	Problemas con el pedal	
10-05-2017	14:00	16:00	120 Luis Deque	Mario Deque	Operación de máquina con ruido y vibración	
11-05-2017	2:00	4:00	70 Jorge Bravo	Ignacio Guerrero	Máquina de tracción, quedando las placas arriba y pendiente de reparación	
12-05-2017	5:55	1:15	400 Alfa Garriga	Williams Deque	Ruido en máquina y pedal suelto	
18-05-2017	16:07	14:00	30 Alfa Garriga	Mario Deque	No funciona el pedal	
24-05-2017	6:00	10:00	120 Luis Deque	Mario Deque	Algunos pedales no accionan por de engrase de la máquina, se ajusta y se cambia aceite del cilindro	
26-05-2017	1:00	22:00	400 Luis Deque	Mario Deque	Problemas con el pedal	
11-06-2017	1:00	4:00	47 Jorge Bravo	Mario Deque	Problemas con el pedal	
20-06-2017	16:00	16:30	34 Roberto Alca	Mario Deque	Operación de máquina con ruido y vibración	
12-07-2017	5:00	4:45	120 Luis Deque	Ignacio Guerrero	Operación de máquina con ruido y vibración	
24-08-2017	16:00	20:30	50 Luis Deque	Ignacio Guerrero	Problemas con el pedal	
04-09-2017	1:30	4:00	120 Luis Deque	Ignacio Guerrero	Operación de máquina con ruido y vibración	

MANTENIMIENTO

Página 1

5

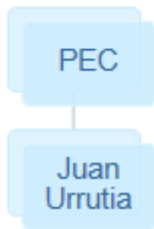


6



Designación de nuevos "Roles"

- Multiplicador de Mantenimiento Autónomo



MANTENIMIENTO



Check list de limpieza y Engrase.

RUTINA DE INSPECCIÓN OPERACIONAL "LIMPIEZA Y ENGRASE"		MANTENIMIENTO	
FECHA	HORA	OPERARIO	ESTADO
20-04-2017	12:30	407 Luis Deque	OK
20-04-2017	10:00	237 Jorge Bravo	OK
21-04-2017	2:00	220 Luis Deque	OK
22-04-2017	9:00	280 Jorge Bravo	OK
23-04-2017	17:30	30 Roberto Alca	OK
23-04-2017	14:00	70 Jorge Bravo	OK
23-04-2017	4:20	47 Alfa Garriga	OK
24-04-2017	16:00	260 Luis Deque	OK
05-05-2017	10:00	80 Alfa Garriga	OK
05-05-2017	8:00	407 Alfa Garriga	OK
10-05-2017	8:00	51 Jorge Bravo	OK
10-05-2017	16:00	240 Alfa Garriga	OK
10-05-2017	14:00	120 Luis Deque	OK
11-05-2017	2:00	70 Jorge Bravo	OK
12-05-2017	5:55	400 Alfa Garriga	OK
18-05-2017	16:07	30 Alfa Garriga	OK
24-05-2017	6:00	120 Luis Deque	OK
26-05-2017	1:00	400 Luis Deque	OK
11-06-2017	1:00	47 Jorge Bravo	OK
20-06-2017	16:00	34 Roberto Alca	OK
12-07-2017	5:00	120 Luis Deque	OK
24-08-2017	16:00	50 Luis Deque	OK
04-09-2017	1:30	120 Luis Deque	OK

MANTENIMIENTO

Información para la asignación de pizarra y tarjetas

1A 1B
2A 2B
3A 3B
4A 4A
5A
6A

9 ★

Rol del Multiplicador

- Controlar uso y realización de Check list de mantenimiento Autónomo (Check de engrase, limpieza y operación).
- Revisión de estado y anomalías de máquinas, 5S
- Revisión de emisión de tarjetas de avisos de fallas y anomalías, además verificar el cierre de éstas.
- Participar en mejoras de máquinas correspondientes a su célula.
- Participar en mantenimiento preventivo y análisis de Fallas.
- Llevar control y actualización de pizarra de Mantenimiento Autónomo.

10 ★

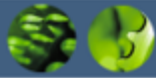
Padrinos De máquinas

ARMACERO MATCO S.A. Padrinos de Maquinas

	A. Vallejo	J. Calderon	A. Cabezas	J. Rivera	Garcera	W. De paulo	M. Dague
REC							
P. G. 2	x						
BIBI GANDI		x					
DOBLADORA DE P. 1 Y 2			x				
CORTADORA DE MALLAS				x			
Corte y Doblado Fino							
SIGUNDA IMPLEMENTACION							
Mallas							
SIGUNDA IMPLEMENTACION							
Corte y Doblado Grueso							
SIGUNDA IMPLEMENTACION							
Puntaje grueso y Logística							
SIGUNDA IMPLEMENTACION							

Rol del padrino de Máquina

- Reunir toda la información técnica de piezas y repuestos durante la mantención preventiva y realizar informe correspondiente a máquina designada.
- Especificar técnicamente repuestos necesarios y realizar tratamientos de falla.
- Realizar seguimiento al estado del pedido de repuestos solicitados .
- Aportar en la solución de tarjetas de Mantenimiento Autónomo (azules) correspondientes a su maq.
- Guiar, enseñar y capacitar a Multiplicador correspondientes a su máquina.

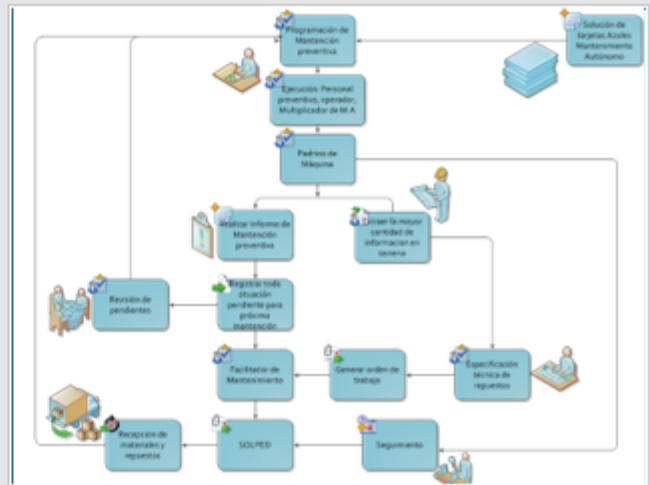


Flujogramas

- Flujograma Mantenimiento Preventivo.

MAINTENIMIENTO

13



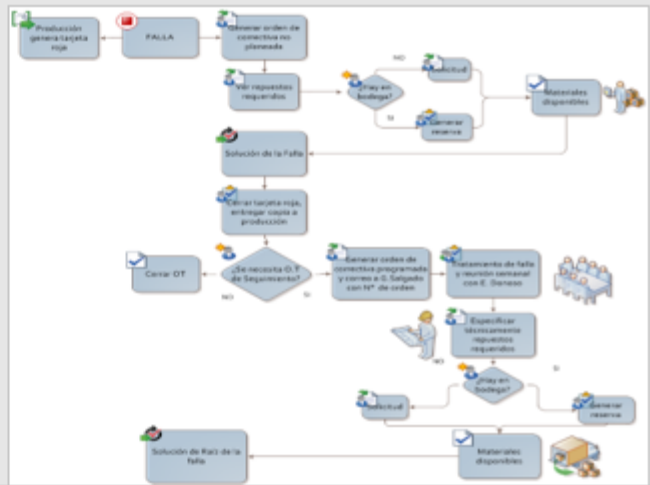
14



Flujo gramas

- Flujograma Mantenimiento Correctivo.

MAINTENIMIENTO



Para Terminar

ARMACERO MATCO S.A.


COMENTARIOS FINALES



Gracias por vuestra participación

MAINTENIMIENTO


ARMACERO		Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos						IPER-SEG4-38	
		LIMPIEZA DE MAQUINAS							
ITEM	TAREA / ACTIVIDAD	QUIÉN REALIZA LA ACTIVIDAD	PELIGROS	CATEGORIA DEL IMPACTO	CATEGORIA DE PROBABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	CONTROLES DEL RIESGO	JERARQUIA DE CONTROL	RIESGO RESIDUAL
1	Reunión de pre-trabajo	Coordinador de seguridad	Desconocimiento de las tareas. Desconocimiento en bloqueos de equipos.	A	M	3	Antes de comenzar los trabajos se deben capacitar a los participantes en Iper y en bloqueo de equipos. Si algún participante de la limpieza no participa de la reunión debe leer la Iper y el responsable del trabajo validara su participación.	4	1
2	Traslado de herramientas y de materiales.	Operadores y mantenedores	Desrivelos en áreas de tránsito. Traslar de forma apresurada o corriendo. Trasladar carros con sobrecarga.	M	B	1	Mantenedor debe transitar por vías demarcadas y libres de obstáculos. Mantenedor as debe desplazar de forma lenta por los lugares del área de trabajo. Mantenedor debe trasladar carro con las herramientas y materiales necesarios, debe utilizar carro con 4 ruedas.	4	1
3	Bloqueos de equipos.	Operadores y mantenedores	Realizar limpieza sin bloquear equipos. No conocer procedimiento de bloqueo de equipos.	A	A	3	NO deben realizar la limpieza sin haber bloqueado todos los equipos. Todos los participantes de la limpieza deben conocer y recibir su cantado de bloqueo.	4	1
4	Limpieza de la maquina.	Operadores y mantenedores	Aplicación de productos (líquido eléctrico, roat off, paños etc.)	A	M	3	Se debe utilizar líquidos autorizados y certificados. Todos los participantes deben contar en todo momento con los EPP requeridos en la matriz además: Mascarella facial, Guantes de nitrilo o cabritilla, buzo blanco de mantenimiento.	4	1
			Entrega de trabajos (limpieza en el área)	M	M	2	Deben realizar un 5s en todo el lugar retirando: paños, residuos, y todo los desechos que genere la mantención.	4	1
5	Traslado de herramientas y de materiales.	Operadores y mantenedores	Desrivelos en áreas de tránsito. Traslar de forma apresurada o corriendo.	A	M	3	Antes de comenzar los trabajos se deben capacitar a los participantes en Iper y en bloqueo de equipos. Si algún participante de la limpieza no participa de la reunión debe leer la Iper y el responsable del trabajo validara su participación.	4	1

ARMACERO		REGISTRO DE COLABORADORES AUTORIZADOS PARA OPERACIÓN						F-PGG-SEG4-05-01				
		Área: PEC						Fecha: 01-06-2012				
		Tarea: LIMPIEZA DE MAQUINAS						Rev: 1				
ALCANCE / EQUIPO INVOLUCRADO: LIMPIEZA DE MAQUINAS												
Código: IPER-SEG4-38												
ITEM	NOMBRE	APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	RUT				FIRMA	AUTORIZA			
1	ISAAC Ezequiel	SANDONAL	CACERES	1	7	7	8	6	5	2	2	 LINDA P. MAYOS Coordinadora de Seguridad
2	JUAN Carlos	CARRO	FUENTES	1	0	9	3	1	2	2	0	
3	Luciano A.	VALDES	MURAGA	1	5	4	3	2	5	1	6	
4	Alfonso	San Pedro	Munoz	1	6	9	2	9	1	5	2	
5	Ricardo	Salas	Lemus	1	0	4	1	1	8	5	1	
6	Héctor	Abalayo	Roa	1	0	7	0	6	6	1	8	
7	Hernán	Rivera	Vares	1	8	6	9	2	4	5	3	
8	DAVID	MUSTIWAR	BORQUER	1	2	1	7	2	9	2	6	
9	Williams	DE PAULO	VALDEQUE	1	6	0	8	6	7	7	1	
10	José Patricia	Veyan	Colabrano	1	2	1	1	8	5	6	1	
11	MAXIMO	LUJICA	MONTEVEJUNA	2	2	6	2	8	5	3	2	
12	RICARDO	MONTE NEGRO	MUNOZ	1	5	2	8	8	3	2	9	
13	ALEX	LUJICA	SOLZ	1	3	2	3	5	8	2	4	
14	JONATHAN	SOLIMAS	ARIBEL	1	5	6	0	3	2	4	9	
15												
16												
17												
18												
19												
20												

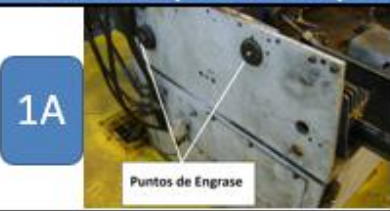




7.3 Portada Check List Limpieza y Engrase



ARMACERO MATCO S.A. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO 		
Equipo: DOBLADORA P&C	Célula: PEC	Fecha : 5 de Febrero de 2018
<p>RUTINA DE INSPECCIÓN OPERACIONAL: "LIMPIEZA Y ENGRASE" Check List Página 1</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ingeniero Mantenimiento Autónomo _____	Ingeniero Mantenimiento _____	Gerente Producción _____ Jefe producción _____ Jefe Mantenimiento _____

7.6 Check List Limpieza y Engrase PG -12.

ARMACERO MATCO S.A. RUTINA DE INSPECCIÓN OPERACIONAL "LIMPIEZA Y ENGRASE"																																			
Área: PEC		Célula: PEC										Mes: SEPTIEMBRE							Año: 2017																
Descripción de Equipo: PG- 12																																			
Item	Punto de engrase	Especificación	Observación	TUR	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			
1	RIEL CUERPO SOLDADOR	Limpiar riel. Sacar restos de grasa con laminillo. Introducir grasa nueva hasta que la grasa vieja rebosa de las juntas. Limpiar toda sobra o rebalse de grasa.	1A 1B	N																															
				M																															
				T																															
2	CARRO CUERPO SOLDADOR	Limpiar graseras y mecanismos receptores de grasa. Introducir grasa nueva hasta que la grasa vieja rebosa de las juntas. Limpiar toda sobra o rebalse de grasa.	2A 2B	N																															
				M																															
				T																															
3	CUERPO SOLDADOR	Limpiar todo resto de laminillo u otro contaminante	3A	N																															
				M																															
				T																															
4	PRENSAS DE SOLDADURA	Limpiar graseras y mecanismos receptores de grasa. Introducir grasa nueva hasta que la grasa vieja rebosa de las juntas. Limpiar toda sobra o rebalse de grasa	4A	N																															
				M																															
				T																															
5	CREMALLERA AJUSTE DESCARGA MALLA	Limpiar cremallera y ruedas dentadas. Aplicar lubricante en spray. Limpiar todo resto o de exceso de lubricante.	5A	N																															
				M																															
				T																															
REVISIÓN PERSONAL DE MANTENIMIENTO MULTIPLICADOR DE MTTA AUTÓNOMO		FIRMA SEMANA 1	FIRMA SEMANA 2	FIRMA SEMANA 3	FIRMA SEMANA 4	COMO MARCAR: ✓ Inspección sin anomalías X anomalía o defecto, generar tarjeta azul.				FRECUENCIA: Según lo establecido turnos de mañana y en las fechas indicadas. TIPO DE GRASA: MOBIL, MOBILPLEX 47 LUBRICANTE: Grasa Cadena, Spray																									
Observaciones Importantes:																																			
- Antes de limpiar y engrasar el operador deberá poseer entrenamiento específico y utilizar los Elementos de Protección Personal, además de contar con todos los materiales correspondientes al engrase y limpieza. - El Multiplicador de Mantenimiento Autonomo deberá supervisar el buen uso de este documento y el cumplimiento de éste.																																			

Ubicación puntos de inspección, limpieza y engrase.











1	RIEL CUERPO SOLDADOR		
2	CARRO CUERPO SOLDADOR		
3	CUERPO SOLDADOR		

4	PRENSAS DE SOLDADURA		
5	CREMALLERA AJUSTE DESCARGA MALLA		

Ubicación puntos de inspección, limpieza y engrase.

1	PLACAS DOBLADORAS	<p>1A</p> 
2	CATARINA Y CADENA	<p>2A</p>  <p>2B</p> 
3	DESCANSOS EJE MOTRIZ	<p>3A</p> 
4	JUEGO EXCÉNTRICO-BIELA	<p>4A</p>  <p>4B</p> 

Página 2

Ubicación puntos de inspección.				
1	CILINDROS NEUMÁTICOS		<p>1A</p> <p>Revisar nivel de lubricación</p>  	
2	CILINDROS ELEVADORES DE MESA	<p>2A</p> <p>Inspección de mecanismo</p> 	<p>2B</p> <p>Inspección de mecanismo</p> 	<p>2C</p> <p>Revisar nivel de aceite</p> 
3	CUERPO SOLDADOR	<p>3A</p> <p>Evidenciar fugas de aire, agua o aceite</p> 		
4	ELECTRODOS Y MAGNETOS	<p>4A</p> <p>Revisar estado de magnetos</p> 	<p>4B</p> <p>Inspeccionar funcionamiento y estado superficial</p> 	
5	UNIDAD FRL Y TABLERO ELECTRICO	<p>5A</p> <p>Revisar presión, nivel de aceite y fugas</p> 	<p>5B</p> <p>Revisar estado de botoneras, selectores y sistemas de seguridad</p> 	

7.11 Check List Inspección Operacional Bergandi.



Célula: PEC Equipo: BERGANDI Mes: SEPTIEMBRE Año: 2017







REVISIÓN: 0				L	M	M	J	J	S	D	L	M	M	J	J	S	D	L	M	M	J	J	S	D	L	M					
1	CUERPO SOLDADOR	- Verificar buen contacto en electrodos. - Observar anomalías como fugas de agua, aire, olor extraño o desgaste de mecanismos. - Revisar estado de chicotes.		1A 2A 3A	N																										
					M																										
					T																										
2	MESA DE AVANCE Y CIZALLA	- Verificar desgaste en rieles de carro y comprobar que no exista trabamiento en su desplazamiento. - Evidenciar desgastes en rodillos guía y cuchillos.		2A 2B	N																										
					M																										
					T																										
3	RODILLOS DE ENDEREZADO Y RUEDAS DE ARRASTRE	- Evidenciar desgaste tanto en rodillos como ruedas de arrastre. - Girar rodillos para desochar agripamiento.		3A 3B	N																										
					M																										
					T																										

4	DEVANADORES Y PRESIÓN NEUMÁTICA	- Revisar estado estructural de brazos devanadores. - Evidenciar desgastes rodillos guía. - Revisar nivel de presión neumática en el sistema.		4A 4B	N																									
					M																									
					T																									
5	PANTALLA DE CONTROL Y SISTEMAS DE SEGURIDAD	- Comprobar buen funcionamiento de botoneras, selectores y paradas de emergencia. - Verificar estado estructural de protecciones de seguridad.		5A 5B	N																									
					M																									
					T																									












Multiplicador de Mantenimiento					COMO MARCAR: <input checked="" type="checkbox"/> Inspección sin anomalías <input type="checkbox"/> anomalía o defecto, generar tarjeta azul.		Oír Tocar Gustar Observar Oler			
Hora de Seguridad										
Firma semana 1		Firma semana 2		Firma semana 3					Firma semana 4	






Observaciones Importantes:
 - El Multiplicador de Mantenimiento Autónomo deberá supervisar el buen uso de este documento y el cumplimiento de éste.
 Equipo de Hora de seguridad controlará semanalmente el registro del documento.

Ubicación puntos de inspección.

1	CUERPO SOLDADOR	<p>1A Evidenciar fugas</p>		<p>1B Desgaste de partes piezas</p>		<p>1C Revisar estado de chicotes</p>	
2	MESA DE AVANCE Y CIZALLA	<p>2A Revisar desgaste y desplazamiento</p>		<p>2B Revisar desgaste de rodillos y cuchillas</p>			
3	RODILLOS DE ENDEREZADO Y RUEDAS DE ARRASTRE	<p>3A Evidenciar desgaste y revisar agripamiento</p>		<p>3B Evidenciar desgaste y revisar agripamiento</p>			
4	DEVANADORES Y PRESIÓN NEUMÁTICA	<p>4A Evidenciar desgaste y revisar agripamiento</p>			<p>4B Revisar nivel de presión en el sistema</p> 		
5	PANTALLA DE CONTROL Y SISTEMAS DE SEGURIDAD	<p>5A Revisar botoneras, selectores y paradas de emergencia</p>			<p>5B Estado de protecciones</p> 		

7.12 Check List Inspección Operacional Dobladoras Pilares y Cadenas

ARMACERO MATCO S.A.		INSPECCIÓN OPERACIONAL																																																											
Célula: PEC				Equipo: Dobladora Pilares y Cadenas												Mes: SEPTIEMBRE				Año: 2017																																									
REVISIÓN: 0				<table border="1"> <tr> <th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>S</th><th>D</th><th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>S</th><th>D</th><th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>S</th><th>D</th><th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>S</th><th>D</th><th>L</th><th>M</th> </tr> </table>																												L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M																																
Item	Parte/Cuerpo	Especificación	Tipo de inspección	Ubicación	FUF	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																										
1	PLACAS DOBLADORAS	- Verificar estado de placas, comprobar si existe desgaste o fisuras. - Realizar cambio si es necesario.		1A	N																																																								
					M																																																								
					T																																																								
2	JUEGO EXENTRICA BIELA	- Verificar visualmente el alineamiento de excéntricas. - Evidenciar desgastes en juntas y acoplamientos. - Comparar con cinta métrica.		2A 2B	N																																																								
					M																																																								
					T																																																								
3	MECANISMO MOTOR CATARINA	- Identificar anomalías como fugas de aceite, ruidos u olor extraño en motor. - Observar desgastes en cadena, correas y dientes de piñones. - Evidenciar defectos estructurales en tapa de seguridad.		3A 3B	N																																																								
					M																																																								
					T																																																								
4	ESTRUCTURA DE MÁQUINA	- Revisar estado estructural de la máquina, evidenciar deformaciones, quiebres o fisuras. - Evidenciar estado de anclaje de la máquina.		4A	N																																																								
					M																																																								
					T																																																								
5	PEDALERA Y SISTEMAS DE SEGURIDAD	- Revisar el accionamiento de la pedalera. - Verificar el buen accionamiento de parada de emergencia.		5A 5B	N																																																								
					M																																																								
					T																																																								
Multiplicador de Mantenimiento Hora de Seguridad						COMO MARCAR: ✓ Inspección sin anomalías ✗ anomalía o defecto, generar tarjeta azul.				 Oír	 Tocar	 Gustar	 Observar	 Oler																																															
Firma semana 1 Firma semana 2 Firma semana 3 Firma semana 4		Observaciones Importantes: - El Multiplicador de Mantenimiento Autónomo deberá supervisar el buen uso de este documento y el cumplimiento de éste. Equipo de Hora de seguridad controlará semanalmente el registro del documento.																																																											

Ubicación puntos de inspección.				
1	PLACAS DOBLADORAS		1A Revisar desgaste fisuras	
2	JUEGO EXENTRICA BIELA	2A Revisar medida y desgaste		2B Revisar alineamiento y desgaste
				
3	MECANISMO MOTOR CATARINA	3A Revisar estado de cadena		3B Revisar correa
				
4	ESTRUCTURA DE MÁQUINA		4A Revisar grietas o fisuras	
5	PEDALERA Y SISTEMAS DE SEGURIDAD	5A Estado superficial		5B Asegurar buen funcionamiento de sistema de seguridad
				

7.13 Tabla resumen con los distintos tipos de mantenimiento

Mantenimiento	Concepto	Ventajas	Desventajas	Aplicación
Correctivo	Se ejecuta en caso de falla notable en el rendimiento operativo del equipo o inactividad total.	<p>Genera costo ante falla existente.</p> <p>Una mayor duración de los equipos como de las instalaciones</p>	<p>Incertidumbre sobre cuándo se producirá la falla.</p> <p>Fallas originadas al momento de la ejecución.</p>	En todos los casos.

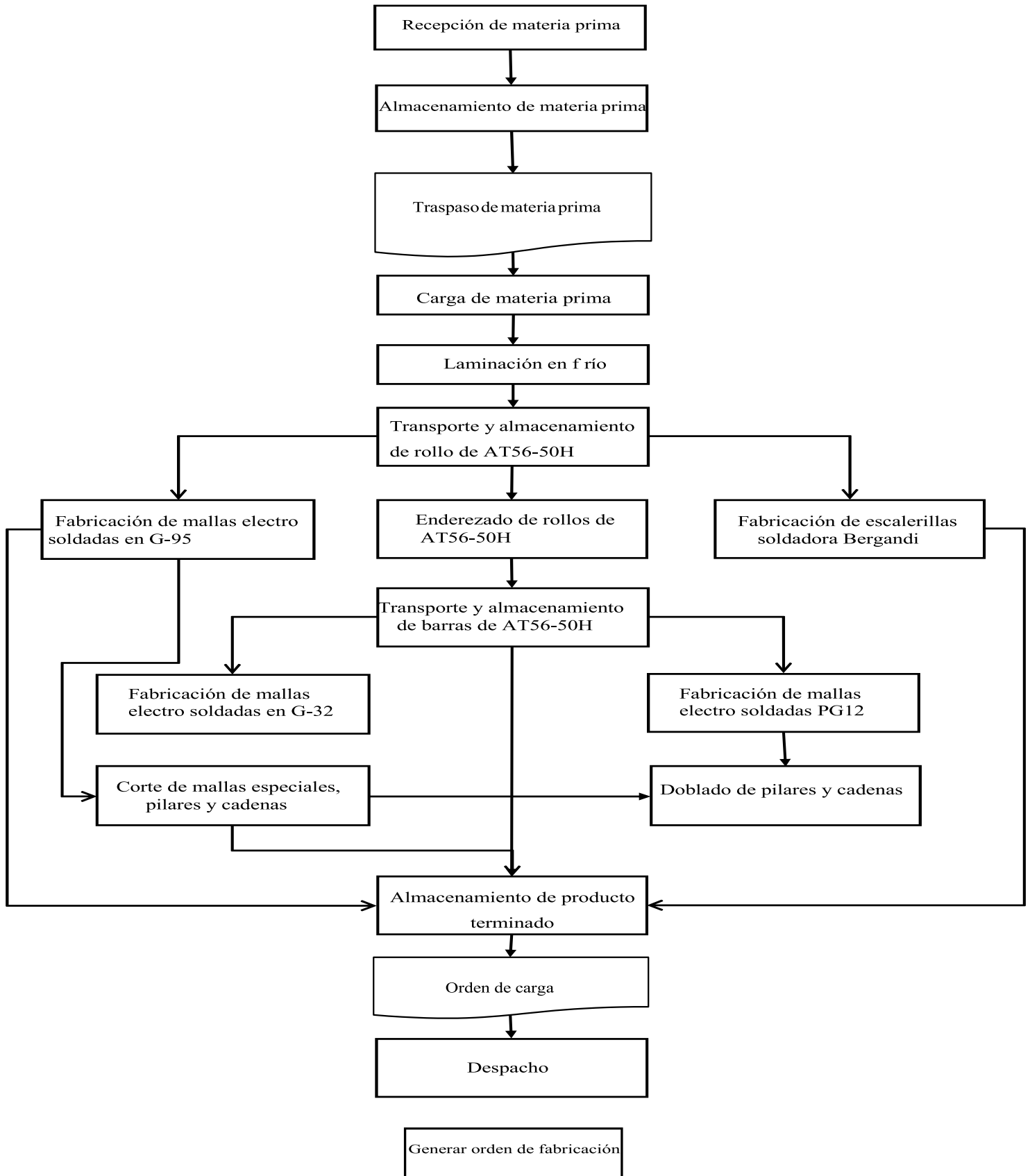
Mantenimiento	Concepto	Ventajas	Desventajas	Aplicación
		<p>Reducción en los costos de reparaciones.</p> <p>Logra uniformidad en cuanto a la carga de trabajo para el personal encargado del mantenimiento.</p> <p>Mejores condiciones de seguridad para los trabajadores.</p>	<p>Existencia de costos de reparación muy elevada.</p> <p>Poca exactitud en los tiempos para reparación de fallas.</p> <p>Se asumen riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes.</p>	
Preventivo	<p>Considera el historial de fallas en máquinas iguales para la programación de paradas y verificación.</p>	<p>Mantenimiento programado para el momento productivo oportuno.</p> <p>El riesgo de alguna falla o fuga, según sea el caso, es disminuido considerablemente</p> <p>El costo de este mantenimiento es menor a comparación con el correctivo</p> <p>La aparición de paros imprevistos es reducida</p> <p>Facilita una mejor planeación y un mejor control sobre el mantenimiento aplicado tanto en los dispositivos como en las instalaciones.</p>	<p>El mantenimiento puede ser innecesario.</p> <p>Dificulta determinar de manera precisa el nivel de depreciación o desgaste de las piezas que conforman los distintos equipos</p> <p>Es necesario tanto que el personal encargado del mantenimiento cuente con experiencia en los dispositivos, así como atender las recomendaciones hechas por el fabricante.</p> <p>Se cambian componentes que normalmente están en buen estado, desconociendo el estado real de los mismos hasta que desmontamos</p>	<p>Generalizada. No aplicable cuando las posibles averías no generan grandes gastos comparados con los de mantenimiento.</p>

Mantenimiento	Concepto	Ventajas	Desventajas	Aplicación
		<p>Mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento al ser aplicado en los equipos.</p>		
Predictivo	<p>Monitoreo programable de variables indicativas del funcionamiento. Se ejecuta el mantenimiento cuando alguna/s de ellas se aleja/n de su/s valores promedio.</p>	<p>Se evitan desarmes innecesarios y se conoce el estado de la máquina.</p> <p>Da la oportunidad a la empresa de realizar un proceso de producción más continuo puesto.</p> <p>Los equipos y sus repuestos duraran más, debido a revisiones periódicas.</p> <p>Se genera mayor confiabilidad entre cliente y propietario puesto que al certificar dichas revisiones se obtienen resultados más exactos</p>	<p>Un monitoreo mal implementado o llevado superficialmente puede conllevar a que la maquinaria falle.</p> <p>Si hay un daño inmediato y necesita reparación pronta se requiere esperar pues las urgencias también son programadas.</p> <p>Se debe contar con un personal altamente calificado.</p> <p>Se requieren equipos más costosos y actualizados</p>	<p>Cuando el costo de paradas (para una reparación más profunda en el caso de mantenimiento Correctivo, o de paradas innecesarias en el caso de mantenimiento Preventivo) justifica la implementación de este tipo.</p>

7.14 Avisos de Anomalías y defectos célula PEC

FECHA	HRS DE FALLA	HRS DE CORRE	TIEMPO DE FALLA	NOMBRE COLABORADOR	SOLUCIONADO POR	N° BARRA	TIPO	DESCRIPCIÓN DE FALLA
04/03/2017	1:30:00	2:30:00	60	Gaston Barra	Ignacio Guerrero			Se roda hilo de piston hacia transversales
06/03/2017	15:30:00	16:50:00	80	Julio Quiroga	Ignacio Guerrero			Piston de hota barril hilo rodoado
08/03/2017	11:30:00	12:30:00	60	Julio Quiroga	Ignacio Guerrero			Piston de evacuación se rodo el hilo
13/03/2017	4:30:00	6:00:00	90	Roberto Silva	Ignacio Guerrero			Contador de transversales trabaja con problema queda pegado
21/03/2017	14:30:00	16:00:00	90	Roberto Silva	Ignacio Guerrero			se rompen pernos del brazo de los embolos que afirman el carro
28/03/2017	20:50:00	23:00:00	130	Roberto Silva	Ignacio Guerrero			guía de evacuación necesita ser reforzada ya que cuesta sacarla
30/03/2017	19:30:00	21:00:00	90	Roberto Silva	Ignacio Guerrero			Guía de manilla desdoblada
31/03/2017	8:40:00	9:50:00	70	David Vergara	Jaime Mereses			Piston hacia vanilla con hilo rodoado
05/04/2017	14:10:00	15:30:00	80	Roberto Silva	Mario Duque			manguera del carro con fuga de aire, sale de la vanilla
10/04/2017	6:30:00	10:00:00	210	Roberto Silva	Ignacio Guerrero			Toma de barra muy abollados, no deja entrar la toma de la barra
11/04/2017	22:25:00	23:00:00	35	Roberto Silva	Mario Duque			Eje que sujeta el piston para levantar se sale de posición.
11/04/2017	19:30:00	21:00:00	90	Roberto Silva	Mario Duque			Eje del piston elevador quebrado
12/04/2017	19:45:00	22:00:00	135	Roberto Silva	Mario Duque			El Porta el cetro inferior no aprieta
17/04/2017	10:25:00	12:30:00	125	Roberto Silva	Mario Duque			Piston del carro se encuentra quebrado
08/04/2017	8:20:00	12:20:00	240	Roberto Silva	Mario Duque			las prensas no bajan y no suelta al hacer ciclo
21/04/2017	22:45:00	23:45:00	60	Roberto Silva	Mario Duque			La pieza que va fija al carro se encuentra con desgaste.
24/04/2017	0:45:00	2:10:00	85	Roberto Silva	Mario Duque			Piston hacia vanilla no llega al final de ciclo
24/04/2017	0:35:00	1:00:00	25	Roberto Silva	Mario Duque			Rótula en mal estado provocando desgaste
29/04/2017	8:25:00	17:20:00	555	David Vergara	Mario Duque			Tuerca rodoado no no izquierdo
07/05/2017	0:50:00	2:00:00	70	David Vergara	Mario Duque			Botón de encendido no funciona
06/05/2017	16:30:00	17:00:00	33	Julio Quiroga	Williams Depaul			Pedal se suelta
09/05/2017	8:30:00	9:30:00	120	Julio Quiroga	Williams Depaul			Ruido extraño en cartalina
10/05/2017	8:00:00	8:51:00	92	Jorge Bravo	Williams Depaul			Dobladora de cables con ruido y vibra
10/05/2017	19:40:00	22:00:00	47	Julio Quiroga	Mario Duque			Pedales se encuentran muy arriba
10/05/2017	14:00:00	16:00:00	54	Luis Duque	Mario Duque			Dobladora de cables con pedal en mala posición
11/05/2017	2:50:00	4:00:00	100	Felipe Mereses	Ignacio Guerrero			Medulina se traza, quedando las placas arriba y pedales inoperable
10/05/2017	1:00:00	2:00:00	60	Gaston Barra	Ignacio Guerrero			se quebra guía de evacuación.
11/05/2017	2:50:00	3:20:00	30	Gaston Barra	Ignacio Guerrero			Piston de evacuación no funciona
12/05/2017	1:00:00	2:00:00	60	Gaston Barra	Ignacio Guerrero			Problema con la cadena, tira 3 a 5 transversales
12/05/2017	5:00:00	5:35:00	35	Gaston Barra	Ignacio Guerrero			se rompe manguera de aire de carro
23/05/2017	4:20:00	6:00:00	1060	David Vergara	Aljaron Villagas			Pernos de sujeción de uno de sus brazos de los embolos quedaron
26/05/2017	5:38:00	22:00:00	92	Luis Duque	Mario Duque			Se corto perno del disco
27/05/2017	21:30:00	24:00:00	90	Roberto Silva	Mario Duque			caída de transversales se pasa y tira fierro de más
27/05/2017	19:00:00	20:30:00	90	Roberto Silva	Mario Duque			Guía de manilla quebrada
31/05/2017	21:00:00	22:40:00	100	Roberto Silva	Ignacio Guerrero			Guía se encuentra quebrada, caen dos longitudes en la guía
31/05/2017	4:20:00	5:40:00	80	Roberto Silva	Ignacio Guerrero	2148	Neumático	piston de hota vanilla se encuentra rodoado el hilo donde va la manguera

7.15 Diagrama del proceso productivo de la célula PEC.



7.16 Reporte Productividad PG-12, parte 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	T	U	V	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	
25								18.350	153.296,875	17.320	0,53			cam	lubric	reguic	calen	ensuz	evacu	carga	carga	rectif	reguic	falta	otros	totale
	Colaborador	Orden	Fecha	Turno	Código	Descripcion	Peso (Kg)	Producción (Un) Cua	Producción (Kg)	TIPO	Minutos	Horas	Minutos Teor	INTERRUPCIONES OPERACIONAL												
27	Patricio Santibañe	14407464	01-ago	M	119501017	MALLA PIL 15 x 15 x 8 x 3,0 m Retail	5,939	270	1603,530	PILAR	117	2,3	138	15		10		10	15	15					65	
28	Patricio Santibañe	14407214	01-ago	M	119500502	MALLA PIL 15 x 15 x 8,0 x 3,0 m	5,83	430	2506,900	PILAR	117	3,7	221													0
29	Felix Meneses	14407214	01-ago	T	119500502	MALLA PIL 15 x 15 x 8,0 x 3,0 m	5,83	460	2681,800	PILAR	117	3,9	236		30				15	10	10				65	
30	Gaston Barra	14407214	01-ago	N	119500502	MALLA PIL 15 x 15 x 8,0 x 3,0 m	5,83	445	2594,350	PILAR	117	3,8	228	10	10										20	
31	Gaston Barra	14407273	01-ago	N	119500503	MALLA PIL 15 x 15 x 8,0 x 3,4 m	6,52	457	2979,640	PILAR	100	4,6	274												0	
32	Patricio Santibañe	14407275	02-ago	M	119500506	MALLA PIL 15 x 15 x 9,2 x 3,4 m	8,36	435	3636,600	PILAR	85	5,1	307	45					10	15	15	10			95	
33	Patricio Santibañe	14407273	02-ago	M	119500515	MALLA CAD 1420 Econ.	8,92	32	285,440	CADENA	85	0,4	23												0	
34	Felix Meneses	14407273	02-ago	T	119500515	MALLA CAD 1420 Econ.	8,92	300	2676,000	CADENA	85	3,5	212	20	10	10	10	10	10	10					70	
35	Gaston Barra	14407278	02-ago	N	119500516	MALLA CAD 15 x 20 x 9,2 x 4,5 m	11,46	180	2062,800	CADENA	75	2,4	144	30	15				10				20		75	
36	Gaston Barra	14407273	02-ago	N	119500515	MALLA CAD 1420 Econ.	8,92	43	383,560	CADENA	85	0,5	30												0	
37	Gaston Barra	14407219	02-ago	N	119500528	MALLA CAD 15 x 20 Especial 8,0 x 4,5	9,165	332	3042,780	CADENA	75	4,4	266												0	
38	Patricio Santibañe	14407278	03-ago	M	119500516	MALLA CAD 15 x 20 x 9,2 x 4,5 m	11,46	200	2292,000	CADENA	75	2,7	160	30	20	10							10		70	
39	Patricio Santibañe	14407276	03-ago	M	119500513	MALLA CAD 15 x 30 x 9,2 x 4,5 m	12,09	110	1329,900	CADENA	75	1,5	88												0	
40	Felix Meneses	14407276	03-ago	T	119500513	MALLA CAD 15 x 30 x 9,2 x 4,5 m	12,09	382	4618,380	CADENA	75	5,1	306		30		10	10	15	10					75	
41	Gaston Barra	14407277	03-ago	N	119500505	MALLA CAD 15 x 25 x 9,2 x 4,5 m	11,766	340	4000,440	CADENA	62	5,5	329	20											20	
42	Gaston Barra	14407276	03-ago	N	119500513	MALLA CAD 15 x 30 x 9,2 x 4,5 m	12,09	310	3747,900	CADENA	75	4,1	248												0	
43	Patricio Santibañe	14407277	04-ago	M	119500505	MALLA CAD 15 x 25 x 9,2 x 4,5 m	11,766	372	4376,952	CADENA	62	6,0	360	30					15	15					60	
44	Patricio Santibañe	14407219	04-ago	M	119500528	MALLA CAD 15 x 20 Especial 8,0 x 4,5	9,165	175	1603,875	CADENA	75	2,3	140												0	
45	Felix Meneses	14407219	04-ago	T	119500528	MALLA CAD 15 x 20 Especial 8,0 x 4,5	9,165	287	2630,355	CADENA	75	3,8	230				10	10	10	10				40		
46	Patricio Santibañe	14407464	05-ago	M	119501017	MALLA PIL 15 x 15 x 8 x 3,0 m Retail	5,939	20	118,780	PILAR	117	0,2	10	30					15	15					60	
47	Patricio Santibañe	14407219	05-ago	M	119500528	MALLA CAD 15 x 20 Especial 8,0 x 4,5	9,165	430	3940,950	CADENA	75	5,7	344												0	
48	Felix Meneses	14407464	05-ago	T	119501017	MALLA PIL 15 x 15 x 8 x 3,0 m Retail	5,939	271	1609,469	PILAR	117	2,3	139				10	10	10	5					35	
49	Patricio Santibañe	14407464	06-ago	M	119501017	MALLA PIL 15 x 15 x 8 x 3,0 m Retail	5,939	500	2969,500	PILAR	117	4,3	256							10	10				20	
50	Felix Meneses	14407464	08-ago	M	119501017	MALLA PIL 15 x 15 x 8 x 3,0 m Retail	5,939	505	2999,195	PILAR	117	4,3	259	40			15		10	10					75	
51	Felix Meneses	14407273	08-ago	M	119500515	MALLA CAD 1420 Econ.	8,92	30	267,600	CADENA	85	0,4	21												0	
52	Gaston Barra	14407273	08-ago	T	119500515	MALLA CAD 1420 Econ.	8,92	320	2854,400	CADENA	85	3,8	226			10									10	

7.17 Reporte Productividad PG-12, parte 2

													21.215	0,58										
minut	colac	mito	capac	corte	falta	camb	otros	totale	probi	pistor	Freno	Carro	Probi	Probi	otro	totale	Min Operacion	Min Adm.	Mtto Programad	Min Disponi	Min Programad	Productivi		
					40	30		70	79						79		75	70	79	450	380	0,376		
15	30				##			165							0		120	165	0	540	375	0,587		
								0							0		0	0	0	450	450	0,336		
								0							0		0	45	0	450	405	0,143		
15	30							45							0		100	105	0	450	345	0,691		
								0							0		0	0	0	450	225	0,602		
10	30							40							0		25	225	40	450	410	0,531		
10	30							40							0		45	40	0	450	410	0,521		
15					##	20		185							0		45	185	0					
								0							0		0	0	0	450	265	0,747		
10	30							40							0		55	40	0					
								0							0		0	0	0	450	410	0,662		
15	30							120							0		95	120	0	450	330	0,642		
15	30							100							0		75	100	0	450	350	0,683		
10	30							55							0		55	55	0	450	395	0,584		
15	30							95							0		75	95	0	450	355	0,817		
	30							90							0		45	90	0	450	360	0,806		
15	30							95							0		75	95	0	450	355	0,775		
10	30				##	30		250							0		45	250	0	450	200	0,149		
15								45							15	15	55	45	15	0	405	405	0,536	
10					##	30		40							15	15	25	200	15	450	250	0,550		

7.18 Producción por Tiempos Muertos máquina PG-12

cam bic	lubrica	regulac	ca lenta	enzunc	evacua	carga d	carga d	rectific	regulac	falla de	otros	totales	minuto	colacio	mtto p	capacit	corte d	falta de	cam bic	otros	totales	proble	piston	Freno	Carro s	Proble	Proble	otro	totales
INTERRUPCIONES OPERACIONAL												INTERRUPCIONES ADMINISTRATIVAS						MANTENIMIENTO CORRECTIVO											
45				10	10	10						75						40	30		70	79						79	
		10		10	15	15					70	##	15	30					##			165							0
												0										0							0
												0										0							0
												0	15	30								45							0
35							10		10		45	##	10	30				65				105							0
												0										0							0
		10							15			25			90		##			15		225							0
		30		15	15	15	15					90	10	30								40							0
				10	15	10	10					45	10	30								40							0
45												45	15				##	20				185							0
												0										0							0
												0										0							0
10				10	15	10	10					55	10	30								40							0
												0										0							0
	60				10	15	10					95	15	30		45			30			120							0
30				15	10	10	10					75	15	30				55				100							0
				10	15	10	10	10				55	10	30						15		55							0
				15	15	15	15				15	75	15	30				30	20			95							0
		10			10	15	10					45		30					60			90							0
30					15	15	15					75	15	30				50				95							0

7.19 Reporte de Productividad máquina Bergandi

Parte de Prod. Unidad	Unidades Revisadas	Volumen (TM)	Volumen (TM)	INTERRUPCIONE. OPERACIONAL	INTERRUPCIONES ADMINISTRATIVA	INTERRUPCIONES MITO	Min Operacional	Min. Adm.	Mto Programado	Min Disponible	Min Programado	Productividad
696	696	939,600	939,600	10	15	15	0	10	15	0	435	0,130
1032	1032	1393,200	1393,200	10	15	15	0	40	60	0	390	0,214
1152	1152	1555,200	1555,200	30	5	30	0	45	50	0	400	0,233
840	840	1134,000	1134,000	20	45	30	0	60	120	0	330	0,206
936	936	1263,600	1263,600	30	30	30	0	95	45	0	405	0,187
1224	1224	1652,400	1652,400	20	15	30	0	45	45	0	405	0,245
552	552	745,200	745,200	60	30	30	0	160	60	0	390	0,115
1152	1152	1555,200	1555,200	10	10	30	0	30	65	0	385	0,242
1200	1200	1620,000	1620,000	10	15	30	0	55	45	0	405	0,240
528	528	712,800	712,800	30	15	45	30	125	90	30	360	0,119
336	336	453,600	453,600	10	15	15	0	50	15	0	435	0,063
1248	1248	1694,400	1694,400	10	30	30	0	40	45	0	405	0,230
912	912	1231,200	1231,200	20	15	30	0	115	45	0	405	0,182
600	600	810,000	810,000	10	15	15	0	100	15	0	450	0,112
768	768	1036,800	1036,800	105	15	30	0	195	45	0	405	0,154
		0,000	0,000	10	5	30	35	115	75	35	375	0,000
		0,000	0,000	0	15	30	0	0	45	0	405	0,000
456	456	615,600	615,600	10	15	30	0	10	45	0	405	0,091
840	840	1134,000	1134,000	30	15	30	40	125	45	40	405	0,168
456	456	615,600	615,600	40	100	45	0	100	0	0	450	0,082
960	960	1296,000	1296,000	0	0	0	0	0	0	0	450	0,173
384	384	518,400	518,400	5	15	30	0	140	45	0	450	0,187
552	552	745,200	745,200	0	0	0	0	0	0	0	405	0,187

7.20 Reporte de Productividad máquina Dobladora.

Parte de Prod. Unidad Dobladora	Usidadad Notificador	Tipo	Volumen (TM)	Volumen (TM)	OPERACIONES ADMINISTRATIVAS CORRECTIVAS	Min Operacion	Min Adm.	Mto Programado	Min Disponible	Min Programado	Productividad	
400	400	PILAR	2332,000	2332,000	20 20	40 10 30	30	70	0	40	70	0
440	440	PILAR	2613,600	2613,600	0	0	0	0	0	0	0	0
900	900	PILAR	5579,100	5579,100	20 20	40 10 30	30	70	0	40	70	0
300	300	PILAR	2508,000	2508,000	20 20	40 10 30 40	30	110	0	40	110	0
50	50	PILAR	291,500	291,500	0	0	0	0	0	0	0	0
450	450	PILAR	2934,000	2934,000	0	0	0	0	0	0	0	0
375	375	CADENA	4297,500	4297,500	25 20	45 10 30	30	70	0	45	70	0
325	325	CADENA	2980,250	2980,250	0	0	0	0	0	0	0	0
60	60	CADENA	550,200	550,200	0	0	0	0	0	0	0	0
396	396	CADENA	4547,080	4664,880	30 30	60 15 30	45	45	0	60	45	0
360	360	CADENA	3301,200	3301,200	0	0	0	0	0	0	0	0
160	160	CADENA	1884,800	1884,800	20 20	40 10 30	30	70	0	40	70	0
165	165	CADENA	1943,700	1943,700	0	0	0	0	0	0	0	0
640	640	CADENA	7731,200	7731,200	30 30	60 15 30	45	45	0	60	45	0
125	125	PILAR	1045,000	1045,000	20 20	40 10 30	30	70	0	40	70	0
160	160		1932,800	1932,800	0	0	0	0	0	0	0	0
25	25		229,250	229,250	0	0	0	0	0	0	0	0
420	420		3851,400	3851,400	0	0	0	0	0	0	0	0
1120	1120		6652,800	6652,800	25 20	45 10 30	30	70	0	45	70	0
200	200		1166,000	1166,000	25 20	45 10 30	30	70	55	45	70	55
160	160		950,400	950,400	0	0	0	0	0	0	0	0
600	600		5352,000	5352,000	0	0	0	0	0	0	0	0
300	300		2676,000	2676,000	25 20	45 10 30	30	70	0	45	70	0
520	520		5093,920	5093,920	0	0	0	0	0	0	0	0
400	400		4832,000	4832,000	25 20	45 10 30	15	55	0	45	55	0
420	420		3851,400	3851,400	0	0	0	0	0	0	0	0