



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
PARA MEJORAR EL INDICADOR DE EFICIENCIA DE
PRODUCCIÓN EN UNA LÍNEA CONVERTIDORA DE
PAPEL HIGIÉNICO MARCA FABIO PERINI MODELO
SINCRO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Marco Antonio Gonzales Veliz

Asesor:

Mg. Ing. Pedro Modesto Loja Herrera

Lima – Perú

2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Marco Antonio Gonzales Veliz**, denominada:

**“IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA MEJORAR EL
INDICADOR DE EFICIENCIA DE PRODUCCION EN UNA LINEA
CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIENICO MARCA FABIO PERINI MODELO
SINCRO”**

Ing. Pedro Modesto Loja Herrera
ASESOR

Ing. Juan Carlos Durand Porras
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Hans Clive Vidal Castañeda
JURADO

Ing. Michael Zelada Garcia
JURADO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que fueron parte fundamental de mi crecimiento personal y profesional y siempre estuvieron apoyándome en cada momento:

A mi padre ZENOBIO VELIZ (Papa Veliz), por cada una de sus enseñanzas y ejemplos, porque él siempre tuvo una palabra de aliento para levantarme y motivarme a seguir perseverando, con responsabilidad y compromiso.

A mis madres DORA ESPINOZA y DARIA VELIZ por su amor, paciencia y apoyo incondicional, porque siempre encuentro consuelo y cariño cuando lo necesito.

A mi Esposa JULIA GAGLIARDI por todo el apoyo y comprensión que me ha brindado durante este tiempo que duró carrera de Ingeniería Industrial, sacrificando muchas veces su tiempo, por tal este logro también le pertenece.

A mis hijos ALISSON, PIERA, JULISSA, MIGUEL, ALESSANDRO y JOSUE que son los motores en mi vida que me motivan a esforzándome y a seguir adelante logrando mis metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a mi Dios padre por haberme ayudado durante estos años, el sacrificio fue grande pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograr culminar mi carrera de Ingeniería Industrial, porque tu bendición y misericordia permitió que las cosas sucedan y pueda yo cumplir una de mis metas, este triunfo también es tuyo mi Dios.

Agradezco a mis profesores, asesores y todos los que me apoyaron de una u otra manera durante la elaboración de mi tesis.

10 El principio de la sabiduría es el temor a Jehová; buen entendimiento tienen aquellos que ponen esto por obra; su loor permanece para siempre.

SALMOS 11:10

8 Este libro de la ley nunca se apartará de tu boca, sino que de día y de noche meditarás en él, para que guardes y hagas conforme a todo lo que en él está escrito, porque entonces harás prosperar tu camino y todo te saldrá bien.

9 Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo dondequiera que vayas.

JOSUE 1:8-9

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	18
1.2.1. <i>Problema general</i>	18
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	18
1.3. Justificación.....	19
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i>	19
1.3.2. <i>Justificación Práctica</i>	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	20
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	20
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.2. Bases Teóricas	24
2.2.1. <i>OEE</i>	24
2.2.1.1. <i>Pérdidas por Disponibilidad</i>	24
2.2.1.2. <i>Pérdidas por Desempeño</i>	25
2.2.1.3. <i>Pérdidas por Calidad</i>	25
2.2.1.4. <i>Cálculo del OEE</i>	25
2.2.2. <i>Performance Cubed</i>	27
2.2.3. <i>Lean Manufacturing</i>	28
2.2.4. <i>5S's</i>	32
2.2.5. <i>TPM</i>	39
2.2.6. <i>Mantenimiento Autónomo</i>	41
2.2.7. <i>Cuidado Autónomo (Autonomus Care)</i>	42
2.3. Definición de términos básicos	44

CAPÍTULO 3. DESARROLLO	46
3.1. Presentación de la organización Fabio Perini S.P.A	46
3.2. Presentación de la línea Sincro_1	49
3.3. Implementación de Cuidado Autónomo en la línea Sincro_1	54
3.3.1. <i>Presentación del Prework</i>	55
3.3.2. <i>Entrenamiento día 01: Conceptos básicos de TPM - Cuidado Autónomo</i>	57
3.3.3. <i>Entrenamiento día 02: Conceptos de 5S, Limpiar para inspeccionar (CTI), pequeñas reparaciones en máquinas y aplicar CTI en Sincro_1</i>	73
3.3.4. <i>Entrenamiento día 03. Implementar pequeñas reparaciones, concepto y aplicación de contramedidas en la máquina y desarrollar estándares de trabajo</i>	80
3.3.5. <i>Entrenamiento día 04: Desarrollar diagrama de flujo para tratamiento de tarjetas de AC y aplicación LSW</i>	84
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	90
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS	94
ANEXOS	96
Anexo n.º 0-1. Cascada OEE según reporte del Performance Tool	96
Anexo n.º 0-2. Tarjeta de Seguridad de Cuidado Autónomo	97
Anexo n.º 0-3. Tarjeta de Calidad de Cuidado Autónomo	98
Anexo n.º 0-4. Tarjeta de Productividad y Procesos de Cuidado Autónomo	99
Anexo n.º 0-5. Formato Estándar de trabajo	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 2-1. Objetivo de OEE por tipo de pérdida	26
Tabla n.º 3-1. Lista maquinarias línea Sincro_1.....	50
Tabla n.º 3-2. Costo de inversión para el taller Cuidado Autónomo	54
Tabla n.º 3-3. Agenda Taller Cuidado Autónomo	58
Tabla n.º 3-4. Lista de materiales para la ejecutar Limpiar para inspeccionar	76
Tabla n.º 3-5 Seguimiento de tarjetas de CTI para detectar potenciales fallas	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1-1. Proceso de fabricación de papel.....	15
Figura n.º 1-2. Objetivo OEE máquina Sincro_1.....	16
Figura n.º 1-3. OEE máquina Sincro_1 (Oct-2015 a Mar-2016).....	16
Figura n.º 2-1. Cascada del OEE Objetivo de la máquina Sincro_1.....	26
Figura n.º 2-2. Cascada de parada de toda la línea Sincro_1.....	27
Figura n.º 2-3. Pilares de Lean Manufacturing.....	28
Figura n.º 2-4. Línea de tiempo de Lean Manufacturing.....	28
Figura n.º 2-5. Los 08 desperdicios de Lean Manufacturing.....	30
Figura n.º 2-6. 03 palancas de transformación Lean.....	32
Figura n.º 2-7. Cultura de 5S's.....	33
Figura n.º 2-8. Ejemplo de Selección en línea Sincro_1.....	34
Figura n.º 2-9. Ejemplo de Organización en Línea Sincro_1.....	35
Figura n.º 2-10. Ejemplo de Limpieza en Línea Sincro_1.....	36
Figura n.º 2-11. Ejemplo de Estandarización en la Línea Sincro_1.....	37
Figura n.º 2-12. Ejemplo de Disciplina de la Línea Sincro_1.....	38
Figura n.º 2-13. Pilares del TPM Global.....	39
Figura n.º 2-14. Pilares del TPM Estratégico.....	40
Figura n.º 2-15. Pilares de Cuidado Autónomo (Autonomus Care).....	42
Figura n.º 2-16. Ejemplo de Limpiar para Inspeccionar.....	43
Figura n.º 3-1. Plana de Fabio Perini S.P.A. (Italia – Lucca).....	46
Figura n.º 3-2. Planta de Fabio Perini S.P.A. (Brasil – Joinville).....	47
Figura n.º 3-3. Planta de Fabio Perini S.P.A. (Italia – Bologna).....	47
Figura n.º 3-4. Fabio Perini S.P.A. en el mundo.....	48
Figura n.º 3-5. Línea Convertidora Fabio Perini.....	49
Figura n.º 3-6. Diseño de la Línea productiva Sincro_1 (Parte 1).....	51
Figura n.º 3-7. Diseño de la Línea productiva Sincro_1 (Parte 2).....	52
Figura n.º 3-8. Layout de Línea Convertidora de papel marca Fabio Perini.....	53
Figura n.º 3-9. Análisis de OEE en líneas de producción (Oct-15 – Mar-16).....	55
Figura n.º 3-10. OEE máquina Sincro_1 (Oct-2015 a Mar-2016).....	56
Figura n.º 3-11. Grafico acumulado de Averías en Sincro_1.....	57
Figura n.º 3-12. Grafico acumulado de Paros menores en Sincro_1.....	57
Figura n.º 3-13. Foto de los comentarios sobre la dinámica N°1.....	60
Figura n.º 3-14. Ejemplo para comprender importancia de TPM (limpieza).....	61
Figura n.º 3-15. Foto de los comentarios sobre la dinámica N°2.....	62
Figura n.º 3-16. Foto de los comentarios sobre la dinámica N°3.....	65
Figura n.º 3-17. Ejemplo de Detección de falla de una máquina y/o equipo.....	67
Figura n.º 3-18. Ejemplo de Restauración de una máquina y/o equipo.....	67
Figura n.º 3-19. Ejemplo de Prevención de una falla de Máquina y/o equipo.....	68
Figura n.º 3-20. Ejemplo de Medición de máquina y/o equipo.....	68
Figura n.º 3-21. Pilares de Mantenimiento de excelencia TPM.....	69
Figura n.º 3-22. Figura nuevos roles para Operadores y Técnicos de mantenimiento.....	70
Figura n.º 3-23. Figura Intervalo entre Fallo potencial y Fallo funcional.....	71
Figura n.º 3-24. Pirámide de fallas de máquina.....	72
Figura n.º 3-25. Foto de dinámica N°4, Repaso del día 1.....	73
Figura n.º 3-26. 5S's alineado con la Seguridad y la Calidad.....	74
Figura n.º 3-27. Ejemplos de lo que se espera encontrar en la máquina.....	75
Figura n.º 3-28. Foto equipo antes de ingreso a máquina para el CTI.....	77
Figura n.º 3-29. Equipo de limpieza de zona de Rebobinado.....	77
Figura n.º 3-30. Tarjeta de identificación de fallas potenciales.....	78
Figura n.º 3-31. Foto dinámica N°5.....	79
Figura n.º 3-32. Ejemplo 1 de Contramedida.....	80
Figura n.º 3-33. Ejemplo 2 de Contramedida.....	80

Figura n.º 3-34. Ejemplo 3 de Contramedida.....	81
Figura n.º 3-35. Ejemplo 4 de Contramedida.....	81
Figura n.º 3-36. Formato de estándar de limpieza 1.....	82
Figura n.º 3-37. Formato de estándar de limpieza 2.....	83
Figura n.º 3-38. Diagrama de flujo para atender tarjetas del AC.....	85
Figura n.º 3-39. Flujograma de tratamiento de las tareas según LSW.....	86
Figura n.º 3-40. Charla de bienvenida al taller de Cuidado Autónomo.....	88
Figura n.º 3-41. Reconocimiento de personal operativo.....	88
Figura n.º 3-42. Reconocimiento de Entrenadores (TTT).....	89
Figura n.º 3-43. Diploma de Participación en taller de Cuidado Autónomo.....	89
Figura n.º 4-1. OEE de máquina Sincro_1 antes de implementar Mantenimiento autónomo.....	91
Figura n.º 4-2. OEE de máquina Sincro_1 después de implementar Mantenimiento autónomo....	91

RESUMEN

La presente investigación trata sobre la implementación del Mantenimiento Autónomo para mejorar la eficiencia de producción en una línea convertidora de papel higiénico de la marca Fabio Perini modelo SINCRO, esta se desarrolló en la planta de conversión de papel de la empresa corporativa KCC líder del mercado de papel higiénico, papel toalla y papel Institucional.

En el 2010 como parte de los lineamientos de la corporación se desea mejorar los indicadores del área de Conversión, por tal se realizó la implementación de LEAN MANUFACTURING, en 02 de sus líneas Convertidoras de papel y posteriormente se cascadean a las demás líneas convertidoras, luego en el 2013 se realiza la implementación de TPM con la finalidad de mejorar la gestión del área de Mantenimiento, pero en este año 2016 se desea implementar el Mantenimiento Autónomo en el área de Conversión, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la línea, ya que esta contara con la participación de los operadores de la línea involucrándose en la detección de falas potenciales durante la jornada del Limpiar para inspeccionar (CTI) y atacando las principales causas de paro.

En la presente investigación se utilizó como referencia los datos del Performance Cubed de los meses de Oct 2015 y Mar 2016, esta data fue analizada con la herramienta de Pareto o conocida también como el 80/20 para determinar cuál es la línea con mayor pérdida en la Eficiencia de producción (OEE), siendo la línea con mayor oportunidad la línea FUTURA_1 seguida de la línea SINCRO_1 con 55.6% y 60.2% de OEE respectivamente. Por motivos de disponibilidad no fue posible implementar el Mantenimiento autónomo (Cuidado autónomo) en la FUTURA_1, por tal se tuvo que implementar inicialmente en la línea Convertidora SINCRO_1.

Posteriormente se analiza con la herramienta de Pareto cuales son las principales causantes de paradas de la línea SINCRO_1, siendo los paradas que más afectan en el indicador de eficiencia de producción (OEE) las paradas por Averías con 9,2% y las paradas por Paros menores con 9,5%, considerando estas 02 mayores paradas se tenía una pérdida de 18,7% de OEE siendo el objetivo de ellos de 12,7%, lo que nos equivale a una pérdida de \$ 78 624,00 dólares por el exceso de OEE.

La fecha de implementación del taller de Cuidado Autónomo fue en Junio del 2106, se capacitaron 02 grupos entre Operadores y Técnicos de mantenimiento durante 04 días cada grupo.

En el primer día compartimos Conceptos de Lean Manufacturing y los 8 desperdicios, de TPM y de Mantenimiento autónomo (Cuidado Autónomo) y Análisis de causa raíz, así como la participación de dinámicas para alinear y conocer cuál es el conocimiento que tienen los operadores y técnicos de mantenimiento sobre Mantenimiento autónomo.

En el segundo día presentamos la importancia de 5's y el concepto de contramedidas, se realizó la jornada de "Limpiar para Inspeccionar" con la participación de los líderes de planta, se identificando 344 oportunidades en la línea las cuales fueron rotuladas con las tarjetas de AC.

En el tercer día se realizó en conjunto con los participantes (operadores y técnicos) los Estándares de limpieza y al final se realizaron las presentaciones a los líderes de planta.

Al final en el cuarto día desarrollamos el Leader Estándar Works bajo los lineamientos que deben ser Fácil, Simple y Seguros, la cual es con la participación de los líderes de la planta (Gerente y Jefes de área) para definir cuál será el flujo para el tratamiento de las tarjetas de seguridad, Calidad y Procesos según corresponda, luego definir también el plan de sostenibilidad del Mantenimiento autónomo.

Como resultado al final de la implementación del Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) entre los meses de Julio a Diciembre del 2016 en la línea Convertidora de papel higiénico SINCRO_1 se obtuvo una disminución de 1.9% en el OEE de Averías y 2.1% en el OEE de Paros menores, lo que nos permitió incrementar en 4.0% la eficiencia de producción de la línea Convertidora, la cual nos representa un ahorro de \$ 52 416,00 dólares.

ABSTRACT

This research deals with the implementation of Autonomous Maintenance to improve the production efficiency in a SINCRO brand of toilet paper converting machine, this was developed in the paper conversion plant of the KCC corporate company, leader in the market of toilet paper, paper towel and institutional paper.

In 2010, as part of the corporation's guidelines, it is desired to improve the indicators of the Conversion area, for which the implementation of LEAN MANUFACTURING was carried out, in 02 of its paper converting lines, and subsequently the other converter lines were cascaded, then In 2013, the implementation of TPM was carried out in order to improve the management of the Maintenance area, but in this year 2016 we want to implement the Autonomous Maintenance in the Conversion area, in order to improve the efficiency of the line, since that this will count with the participation of the operators of the line involved in the detection of potential falas during the day of the Clean to inspect (CTI) and attacking the main causes of unemployment.

In the present investigation, the Performance Cubed data for the months of Oct 2015 and Mar 2016 were used as a reference, this data was analyzed with the Pareto tool or also known as the 80/20 to determine which is the line with the highest loss in Production Efficiency (OEE), the line with the greatest opportunity being the FUTURA_1 line followed by the SINCRO_1 line with 55.6% and 60.2% of OEE respectively. For reasons of availability it was not possible to implement autonomous Maintenance (autonomous Care) in FUTURA_1, for this reason it had to be initially implemented in the SINCRO_1 Converting line.

Subsequently analyzed with the Pareto tool which are the main causes of stops of the SINCRO_1 line, being the stops that most affect the production efficiency indicator (OEE) the breakdowns by 9.2% and stops by Paros minors with 9.5%, considering these 02 major stops, there was a loss of 18.7% of OEE, with 12.7% being their goal, which is equivalent to a loss of \$ 78 624.00 dollars for the OEE excess.

The implementation date of the Autonomous Care workshop was in June 2106, 02 groups were trained between operators and maintenance technicians for 04 days each group. On the first day we shared Concepts of Lean Manufacturing and the 8 wastes, of TPM and of Autonomous Maintenance (Autonomous Care) and Root cause analysis, as well as the participation

of dynamics to align and know what is the knowledge that operators and maintenance technicians have about Autonomous Maintenance.

On the second day we presented the importance of 5's and the concept of countermeasures, the "Clean up to Inspect" day was held with the participation of the plant leaders, identifying 344 opportunities in the line which were labeled with AC cards.

On the third day, the cleaning standards were carried out together with the participants (operators and technicians) and the presentations were made to the plant leaders at the end.

At the end on the fourth day we developed the Leader Standard Works under the guidelines that should be Easy, Simple and Safe, which is with the participation of the plant leaders (Manager and Area Managers) to define what will be the flow for the treatment of security cards, Quality and Processes as appropriate, then also define the sustainability plan for autonomous Maintenance.

As a result of the implementation of the Autonomous Maintenance (Autonomous Care) between the months of July to December 2016 in the SINCRO_1 toilet paper converting line, a decrease of 1.9% was obtained in the OEE of breakdowns and 2.1% in the OEE of Minor stoppages, which allowed us to increase the production efficiency of the Converting line by 4.0%, which represents a saving of \$ 52,416.00 dollars.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los años 1857, el estadounidense Joseph C. Gayetty lanzó al mercado un producto de hojas sueltas de papel manila, casi 20 años después, el inglés Walter Alcock utilizó rollos de hojas para ser arrancadas, separadas por líneas de perforación pero fueron los hermanos estadounidenses Edgard y Clarence Scott los que impusieron su producto de manera comercial, introduciendo al mercado marcas líderes en el mundo como SCOTT.

Las plantas de fabricación de papel higiénico cuentan 02 áreas principales Manufactura y Conversión, el proceso de fabricación de papel higiénico se inicia con la compra de la materia prima, fibra virgen o fibra reciclada (recortaría). Las etapas son las siguientes:

a. Preparación de la pasta de papel.- A través de procesos físicos y químicos, se elimina los aditivos e impurezas del papel reciclado para quedarse con la fibra, etapas:

1.- Triturado o desfibrado, 2.- Depuración de pasta y 3.- Blanqueo de pasta.

b. Formación.- La pasta de papel pasa por bandas de tejido sintético, posteriormente lo hace por un fieltro la cual es comprimida a fin de eliminar la humedad excedente.

c. Secado.- La hoja de papel se lleva a un cilindro que es calentado con vapor hasta 110°C, además recibe chorros de aire caliente de 450°C que terminan de secar la hoja de papel.

d. Crepeado.- A la salida del secador el papel es sometido a un proceso de micro plegado o arrugado para darle la característica de la absorción.

e. Bobinado.- Al final el papel se enrolla en grandes bobinas de 1800mmm de diámetro y 2750mm de ancho, para luego ser llevado al área de Conversión.

f. Desbobinado.- Acá se inicia el proceso de Conversión, se colocan en la máquina 02 bobinas de papel para desenrollarlo.

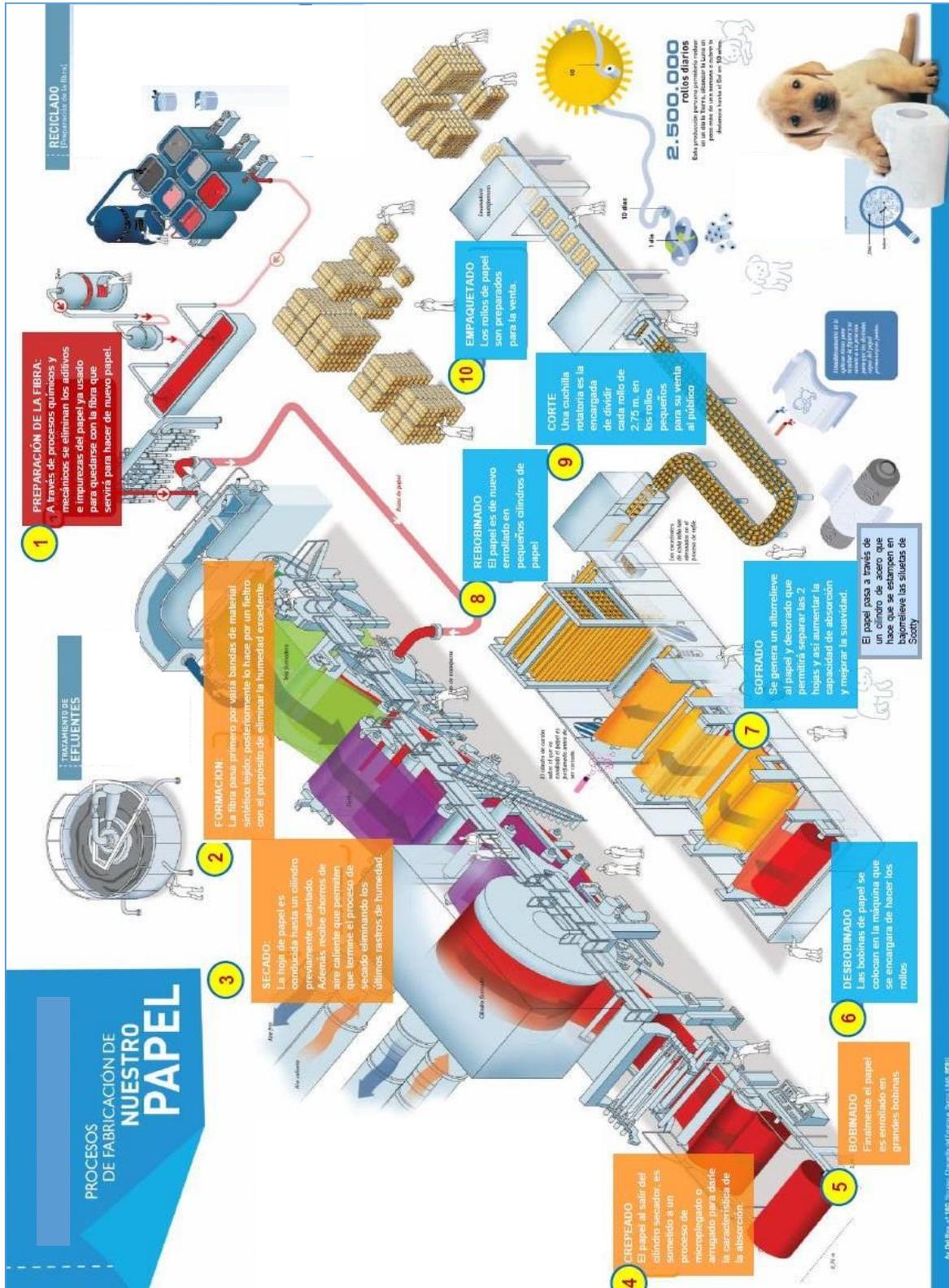
g. Gofrado.- En esta etapa el papel se somete a un grabado de bajo relieve y decorado que permitirá unir las 2 hojas y así aumentar la capacidad de absorción y mejorar la suavidad.

h. Rebobinado.- El papel es de nuevo enrollado en pequeños cilindros de papel de 100mm de diámetro y 2750mm de largo.

i. Corte.- Una cuchilla rotatoria es la encargada de dividir cada rollo de 2,75 metros en los rollos pequeños de 96mm para su venta al público.

j. Empaquetado.- Finalmente los rollos de papel son preparados para la venta en paquetes que contienen 2, 4, 6, 8, 12, 16 o 24 unidades.

Figura n.º 1-1. Proceso de fabricación de papel



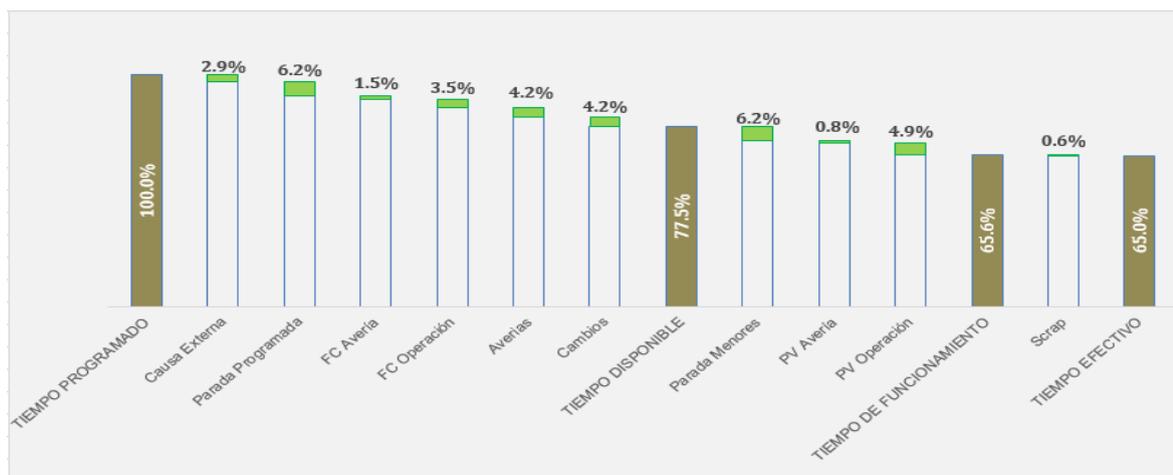
Fuente: <http://fabricaideas.pe/wp-content/uploads/2014/04/KCC-Proceso-de-papel.pdf> (2017)

La presente implementación de mejora fue realizado en una línea Convertidora de papel higiénico marca Fabio Perini modelo Sincro, dentro de una fábrica Manufacturera de Papel.

El trabajo consta en la implementación del Mantenimiento Autónomo que es un pilar de TPM y a su vez el TPM es una herramienta de la Cultura de Lean Manufacturing.

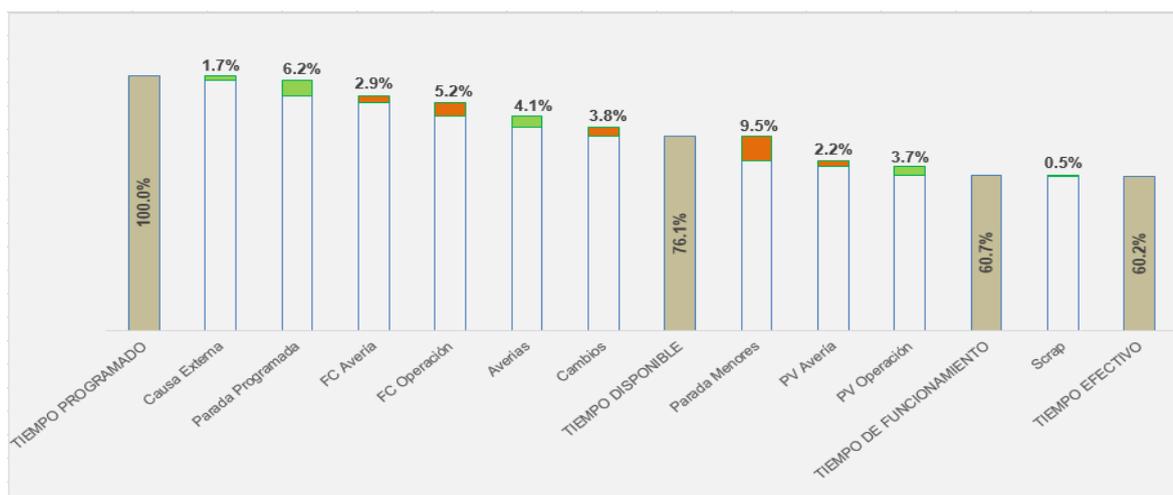
Según los lineamientos corporativos como primera etapa en el 2013 se implementó en las plantas la Cultura de Lean Manufacturing y como segunda etapa a partir del 2016 se dio prioridad de implementar el pilar de Mantenimiento Autónomo que para nuestra empresa es considerada como Cuidado Autónomo.

Figura n.º 1-2. Objetivo OEE máquina Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 1-3. OEE máquina Sincro_1 (Oct-2015 a Mar-2016)



Fuente: Elaboración propia

Entre los meses de Octubre del 2015 y Marzo del 2016 (promedio de 06 meses) la línea Sincro_1 presentaba una pérdida de la Efectividad Global de Equipos (OEE) de 60.2%, siendo las paradas que más nos impactan el OEE de Averías con 9.2% y el OEE por Paradas menores con 9.5%, impactando en la disponibilidad de la línea y en la rentabilidad del negocio.

La línea Sincro_1 tiene como objetivo una pérdida de OEE por Averías no mayor a 6.5% además de una pérdida de OEE por Paradas Menores no mayor a 6.2%.

La desviación de OEE de Averías = OEE Actual – OEE Objetivo = 9.2% - 6.5% =2.7%

La desviación de OEE Paradas Menores = OEE Actual – OEE Objetivo = 9.5% - 6.2% =3.3%

El impacto acumulado de pérdida de OEE es de 6.0% que nos representa 89 865.00 USD perdidos por máquina parada.

Nº de horas en 100% de OEE = Horas al mes * Días trabajados al mes * Nº de meses

$$24 * 26 * 6 = 3744$$

Nº de horas en 1% de OEE = Nº de horas en 100% de OEE / 100

$$3744 / 100 = 37.44$$

Nº de horas de parada de máquina = % de parada de máquina * Nº horas en 1% de OEE

$$6.0 * 37.44 = 224.64$$

Costos de pérdida en la línea Sincro_1:

Según lineamientos de la empresa 01 hora de parada de una maquina Convertidora de papel por falla, equivale a perder 400 USD.

Costos pérdida (USD) = Costo 01 hora de máquina parada * Nº de horas de máquina parada

$$400 * 224.64 = 89856.00$$

La implementación del Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) además de evitar paradas de máquina y pérdidas de producción, nos va a permitir fortalecer la comunicación entre áreas ya que existen paradigmas que se tienen dentro de las áreas de Producción y Mantenimiento, siendo las más importantes:

El operador dice: “Yo solo opero y tú solo reparas”,

El electricista dice: “La falla es Mecánica, llama al mecánico”,

El mecánico dice: “La falla es Eléctrica, llama al electricista”,

El técnico de mantenimiento dice: “Esta falla fue por una mala operación”, etc, etc...

La implementación también nos va a permitir conseguir un mayor involucramiento y compromiso de los Operadores Líderes de máquina, Operadores 2 de máquina, Técnicos de Mantenimiento Mecánico, Técnicos de mantenimiento Eléctrico/Electrónico, Supervisores de Producción, Coordinadores de Mantenimiento, Jefes de área y Gerente de planta, para mantener en mejores condiciones la línea Convertidora de papel Sincro_1, mejorando el indicador de Productividad y disminuyendo el indicador de OEE de Averías y el OEE de Paradas menores.

Posterior a la implementación se ha llegado a los siguientes indicadores:

OEE Averías 7.3% y OEE Paradas Menores 7.4%

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

1.- ¿La implementación de Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) mejorará el indicador de eficiencia de producción en una línea Convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro?

1.2.2. Problemas específicos

2.- ¿La participación de los Operadores en el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) ayudará a disminuir los tiempos de parada por Averías de la máquina Convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro?

3.- ¿La participación de los Operadores en el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) ayudará a disminuir los tiempos de parada por Paros menores de la máquina Convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Teórica

La presente investigación se realiza con el propósito de demostrar que con la implementación de Mantenimiento Autónomo que es uno de los pilares del TPM, se puede incrementar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) de las líneas Convertidoras de papel higiénico.

Esto se fundamenta básicamente en el libro de Cuestas Alvarez, Antonio y el Instituto Japonés de Mantenimiento de plantas (1999). "Mantenimiento Autónomo por operarios", el cual recomienda involucrar a los operadores en el mantenimiento de sus propias máquinas, también aprenderán como hacer inspecciones para detectar potenciales de fallas cuando se está limpiando la maquinaria para mejorar el funcionamiento del equipo, se demuestran los beneficios cuando los operarios están informados y motivados mejorando su sentido de responsabilidad. El libro también nos proporciona herramientas de gestión.

La implementación se realizó en la línea Sincro_1 y podemos decir que con el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) mejoramos el indicador de eficiencia de producción e incrementamos el OEE en 4.0%, representando un ahorro de \$ 52 416,00 dólares.

1.3.2. Justificación Práctica

La presente investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) de las líneas Convertidoras de papel higiénico, según el análisis de Pareto (80-20) realizado durante los meses de Oct-2015 y Mar-2016, la máquina con mayor pérdidas de OEE es la línea Sincro_1 con 60.2% teniendo un objetivo 65.0% y según la cascada de pérdidas del Performance cubed las mayores pérdidas son Paradas por Averías (eléctricas y mecánicas) con 9.2% y por Paradas por Paros Menores con 9.5%.

Se propone la implementación del Mantenimiento Autónomo (Cuidado autónomo) que es uno de los pilares del TPM, en nuestra máquina Sincro_1 no solamente para mejorar el indicador de Eficiencia (OEE) sino que también se va a mejorar el sentido de pertenencia y la Autonomía en el cuidado de la máquina por parte de los operadores de la línea Sincro_1 con la detección de fallos potenciales encontrados durante la participación de la jornada de Limpiar para inspeccionar (CTI).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar como el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) nos ayudará a mejorar el indicador de eficiencia de producción en la línea Convertidora de papel higiénico marca Fabio Perini modelo Sincro.

1.4.2. Objetivos específicos

1.- Evaluar como la participación de los Operadores en el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) nos ayudará a disminuir los tiempos de parada por Averías de la máquina Convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro.

2.- Evaluar como la participación de los Operadores en el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) nos ayudará a disminuir los tiempos de parada por Paros menores de la máquina Convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

1.- Según Milton Bocanegra Alfaro y Lucio Nicola Calvo Vega (Lima-2016) en su tesis de titulación *“Implementación de herramientas de mantenimiento Autónomo para incrementar eficiencia y eliminar pérdidas en la planta de producción Mondelez”*, implementaron el Mantenimiento Autónomo en la empresa Mondelez, con la finalidad de incrementar la productividad de 58.7% a 85% y reducir la merma de 8.9% a 4%, Luego de implementar el Mantenimiento Autónomo la Línea de producción incrementó la producción en 6.07% y redujo la merma en 5.07%, demostrando que la efectividad de la herramienta.

Ellos tomaron como base la herramienta de 5S, poniéndole foco a la eliminación de fuentes de contaminación y desarrollaron una matriz de priorización, la cual es similar a nuestra propuesta de Implementación de Mantenimiento Autónomo en una línea Convertidora de papel higiénico mara Fabio Perini modelo Sincro.

2.- Según Edwin Portal Arribasplata y Pablo César Salazar Alza (Lima-2016) en su tesis para titulación *“Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierra en la empresa Multiservicios Punre SRL”*, nos habla de cómo en la empresa Multiservicios Punre SRL implementaron el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en su Gestión del área de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las máquinas de movimiento de tierras, durante los años 2012 y 2013.

Se analizó la condición inicial de la Gestión de mantenimiento, identificando los cuellos de botella que ocasionan las pérdidas de producción. Como herramienta principal se utilizaron herramientas de análisis como Ishikawa, Pareto y la Matriz causa efecto, para identificar los principales problemas la cual en su Gestión de mantenimiento en los equipos de movimientos de tierras, esta les permitió una visión completa del problema.

Nosotros al igual de ellos también utilizamos la herramienta de Pareto para determinar cuál es la máquina con mayor oportunidad de perdida de producción y merma para poder implementar el Mantenimiento Autónomo.

3.- Según Ruth Leonardo Reynaldo (Lima-2016) en su tesis para titulación *“Mejora de procesos en la máquina aplicadora de liner de tapas coronas en la empresa Packing Products del Perú usando la metodología Lean”* la cual fue enfocada a mejorar las deficiencias en el área de Ensamblado porque les generaba productos defectuosos y con el fin de mejorar la productividad decidieron implementar la metodología Lean Manufacturing para la reducción y/o eliminación de desperdicios.

Una de las herramientas a utilizar fue el TPM y como parte del TPM el Mantenimiento Autónomo, por lo cual implementaron formatos para hacer seguimiento a la correcta limpieza de la máquina y la capacitación al personal explicándoles lo importante que es el correcto llenado de los registros.

Con la implementación de Lean Manufacturing ellos redujeron los productos no conformes en la fabricación de tapas coronas y mejoraron los re-procesos.

Esta parte de la Limpieza y la Capacitación coincide con nuestra propuesta puesto que nosotros también capacitamos al personal de operaciones y mantenimiento antes de realizar la limpieza y así poder inspeccionar después, porque la consideramos fundamental para soportar la implementación del Mantenimiento autónomo.

4.- Según Mario Daniel Salas Maceda (Lima-2012) , en su tesis para titulación *“Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las tapas de pre hilado e hilado en una fábrica textil”*, nos presenta dentro de su tesis los 07 pasos para la implementación del mantenimiento autónomo en una empresa, siendo los siguientes:

Paso 1: Limpieza e inspección, se relaciona con las tres primeras S's (Seiri, Seiton y Seiso),

Paso 2: El operador identifica las zonas de contaminación de su máquina y las corrige.

Paso 3: Preparar estándares para mantener la limpieza con las 2 “S's” (Seiketsu y Shitsuki).

Paso 4: Entrenar a operadores para realizar las inspecciones y reparaciones menores.

Paso 5: Verificar lo ejecutado y eliminar las causas que ocasionen pérdidas.

Paso 6: Inspección autónoma para asegurar y confirmar el cumplimiento de la limpieza.

Paso 7: Control autónomo del cumplimiento de producción y ahorros de costos de mantto.

En esta tesis nos habla al igual que nosotros sobre la importancia de una metodología de limpieza para ubicar defectos y posibles fallas, así como la preparación de estándares realizadas por los operadores, con la finalidad de mantener las condiciones de la máquina.

5.- Según Lisseth Vargas Monrroy (Bogota-2016), en su tesis *“Implementación del pilar Mantenimiento Autónomo en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S.”*, los costos en mantenimiento en la empresa FINART S.A.S representaban el 40% de los costos totales de planta y las reparaciones por emergencia cuestan el triple de lo que costaría si se hubiera evitado y el 58% del gasto por reparación es a causa de la mala operación y el 17% por falta de limpieza y lubricación del equipo.

La planta tenía la costumbre de continuar produciendo “hasta que falla la máquina” (Mantto Correctivo), debido a esta condición ellos deciden implementar el Mantenimiento Autónomo con la finalidad de controlar las fallas y paradas de las maquinarias.

Como Resultado final ellos mejoraron los indicadores de MTBF de 250min a 162min y el OEE paso de 48% en Agosto 2016 a 71% en Abril del siguiente año. Los indicadores son herramientas fundamentales que permiten conocer la realidad de una operación, en este caso los indicadores evalúan -el desempeño de las máquinas y le permite a la alta Gerencia tomar decisiones frente a estos.

Ellos mejoraron su clima laboral del centro de vibrado, porque la tensión o estrés que les generaba las constantes paradas por averías fueron mejoradas.

La empresa FINART al igual que nosotros enfocó sus mejoras la implementación de tareas de en la limpieza y lubricación con apoyo de los operadores de máquina.

6.- Según Daniel Galván Romero Moisés (Mexico-2012) en su tesis de Maestría titulación *“Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales.”* Analiza las oportunidades desde el punto de vista Financiero es llamado opciones reales porque se incluye la valoración de activos como edificios, maquinarias, terrenos, etc. Desde el punto de vista de esta metodología de evaluación financiera les permite un mayor alcance para la toma de decisiones en inversiones de nuevos proyectos de mejora.

En el punto 1.4 detallan la importancia del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y los 7 pasos para implementar el mantenimiento Autónomo, resaltando que las 02 principales áreas para una producción eficiente son Operaciones y Mantenimiento, de ahí que debemos capacitar a los operarios para corregir fallas menores en las máquinas de producción.

Coincidió con ellos que las principales actividades del Mantenimiento Autónomo son la Limpieza, lubricación y Fijación (reajuste de piezas)

2.2. Bases Teóricas

Les mostraremos los conceptos teóricos de la implementación del Mantenimiento autónomo (Cuidado autónomo):

2.2.1. OEE

Es la Eficiencia Global de los Equipos, es una herramienta para evaluar el funcionamiento de los equipos de fabricación en comparación con su meta teórica, también se le puede decir que es una medida de capacidad real, conocida también como “Capacidad efectiva”.

En términos simples representa el ratio entre unidades buenas realmente producidas en un periodo frente a las unidades buenas que podrían producirse si los equipos no sufrieran pérdidas debido a Averías, Cambios, mala calidad o reducción de velocidad.

Las pérdidas más conocidas y relevantes en el OEE se agrupan en 03 categorías de pérdidas:

Perdida por Disponibilidad, Perdida por Desempeño y Perdida por Calidad.

2.2.1.1. Pérdidas por Disponibilidad

Son pérdidas de tiempo de Operación que interrumpen la producción planificada, estando incluidas las Pérdidas por Averías y Pérdidas por Cambios.

- Pérdidas por Causas externas (OEE Causas externas).- Pertenece a la categoría de pérdidas por Disponibilidad, son aquellas paradas de máquinas de producción no planificadas, como por ejemplo el Corte de energía externa, Falla de la grúa puente, etc.
- Pérdidas por Paradas programadas (OEE Paradas programadas).- Pertenece a la categoría de pérdidas por Disponibilidad, son aquellas paradas de máquinas de producción no planificadas, como por ejemplo el Mantenimiento preventivo, Pruebas de máquinas por nuevos productos, etc.
- Pérdidas por Falta de capacidad (OEE Falta de capacidad).- Pertenece a la categoría de pérdidas por Disponibilidad, son aquellas paradas de máquinas de producción no planificadas, como por ejemplo la falta de materia prima, Falla en etapa de empaque, etc.
- Pérdidas por Averías (OEE Averías).- Pertenece a la categoría de pérdidas por Disponibilidad, son todas aquellas paradas de máquinas de producción no planificadas, como por ejemplo el Mantenimiento no programado, Fallas mecánicas, Falla eléctricas, etc.

- Pérdidas por Cambios (OEE Cambios).- Pertenecen a la categoría de pérdidas por Disponibilidad, son aquellas paradas por cambio de producto o cambio de herramientas, como por ejemplo el cambio de producto de 22metros a producto de 30metros.

2.2.1.2. Pérdidas por Desempeño

Son pérdidas de tiempo de Funcionamiento que interrumpen la producción planificada, estando incluidas las Pérdidas por Paradas menores y Pérdidas por Reducción de velocidad.

- Pérdidas por Paradas menores (OEE Paradas menores).- Pertenecen a la categoría de pérdidas por Desempeño, son aquellas paradas de máquinas de producción no planificadas menores a 10 min, por ejemplo Aros de papel, limpiezas, regulaciones, etc.
- Pérdidas por Velocidad reducida (OEE Pérdida de velocidad).- Pertenecen a la categoría de pérdidas por Desempeño, son aquellas condiciones de máquinas no planificadas que nos obliga a reducir la velocidad de la máquina por debajo de la velocidad objetivo, como por ejemplo Desgaste de equipos, Ajustes de operarios, etc.

2.2.1.3. Pérdidas por Calidad

Son pérdidas de tiempo por Calidad que interrumpen la producción planificada, estando incluidas las Pérdidas por Scrap (Descarte) y Pérdidas por Re-trabajo.

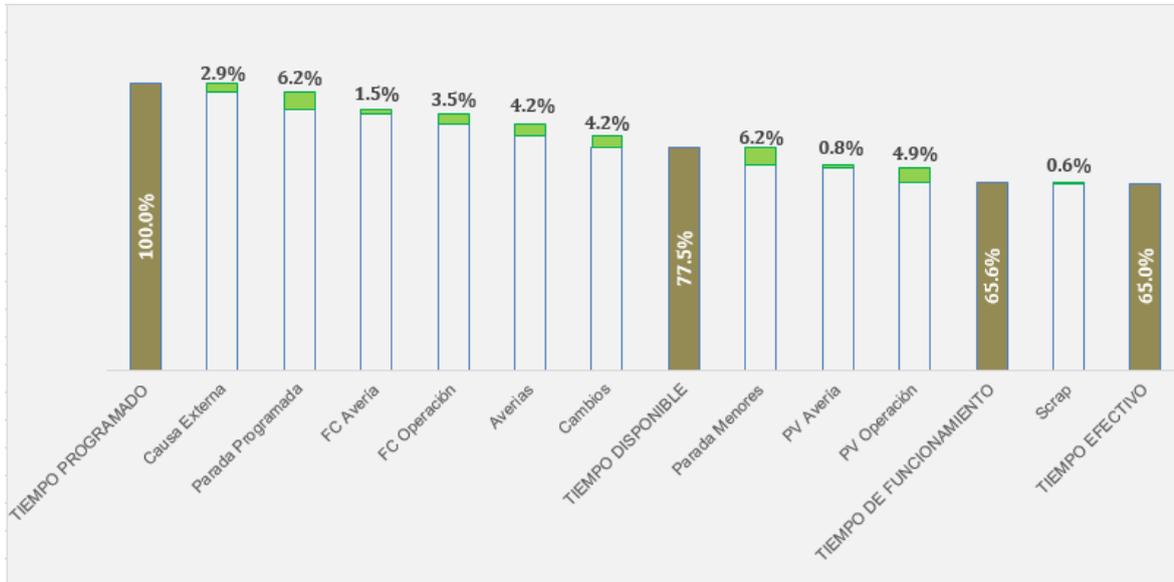
- Pérdidas por Descarte – Scrap (OEE Scrap).- Pertenecen a la categoría de pérdidas por Calidad, son aquellas pérdidas de producción no planificadas por productos defectuosos producidas durante la operación normal, como por ejemplo Equipos defectuosos, Problemas con insumos, etc.

2.2.1.4. Cálculo del OEE

Nuestra empresa considera y obtiene el cálculo del OEE de las máquinas productivas por intermedio de la siguiente fórmula:

$$OEE = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Producción programada}}$$

Figura n.º 2-1. Cascada del OEE Objetivo de la máquina Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 2-1. Objetivo de OEE por tipo de pérdida

TIPO PERDIDAS	OEE ACUMULADO	OBJETIVO OEE
TIEMPO PROGRAMADO	100.0%	
Causa Externa	97.1%	2.9%
Parada Programada	90.9%	6.2%
FC Avería	89.4%	1.5%
FC Operación	85.9%	3.5%
Averías	81.7%	4.2%
Cambios	77.5%	4.2%
TIEMPO DISPONIBLE	77.5%	
Parada Menores	71.3%	6.2%
PV Avería	70.5%	0.8%
PV Operación	65.6%	4.9%
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	65.6%	0.0%
Scrap	65.0%	0.6%
TIEMPO EFECTIVO	65.0%	

Fuente: Elaboración propia, como referencia el Lean book

2.2.2. Performance Cubed

El performance cubed o OEE Tool, es un software que nos ayudara a realiza los cálculos del OEE en cada uno de los turnos

Los datos de operación y tiempos de parada son ingresados por los operadores cada 02 horas y son revisadas en las reuniones Bi-horarias, donde se comparte cuáles fueron las principales causas de parada de la línea.

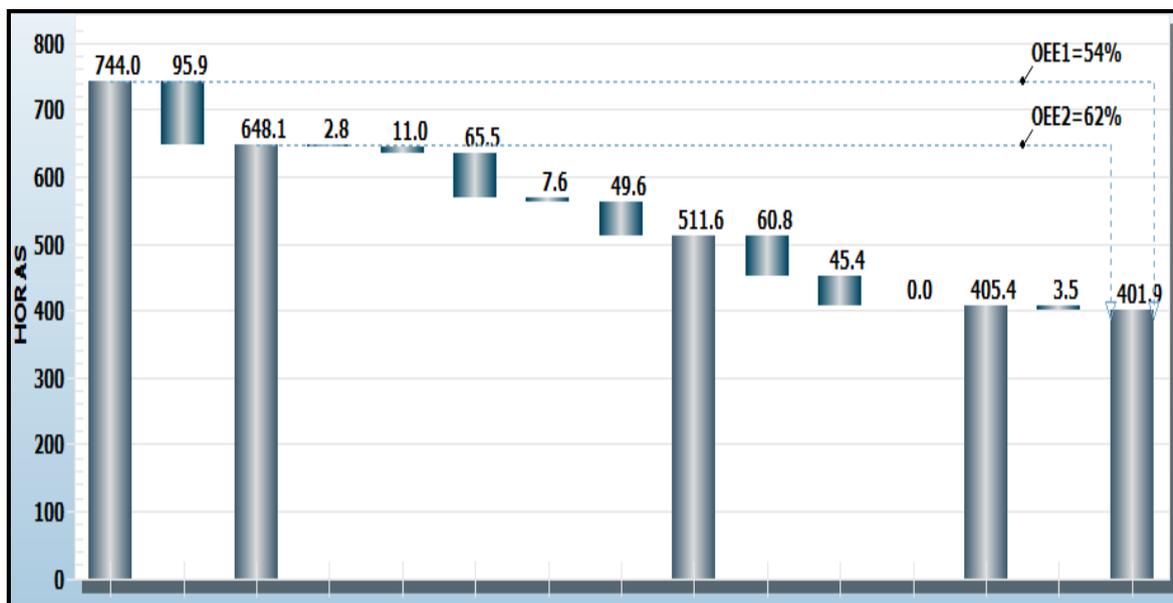
Los diálogos de desempeño nos ayudan para poder solucionar los problemas a diarios en máquina con ayuda de todo el equipo.

Entender cuáles son las categorías principales de OEE y cuáles son las causas raíz detrás de cada una de ellas

Discutir qué tipo de herramientas y soluciones se pueden implementar para disminuir cada una de las pérdidas

La herramienta Performance Cubed nos ayuda a visualizar rápidamente cual ha sido tipo o motivos de más impacto.

Figura n.º 2-2. Cascada de parada de toda la línea Sincro_1



Fuente: Lean book de la compañía KCC

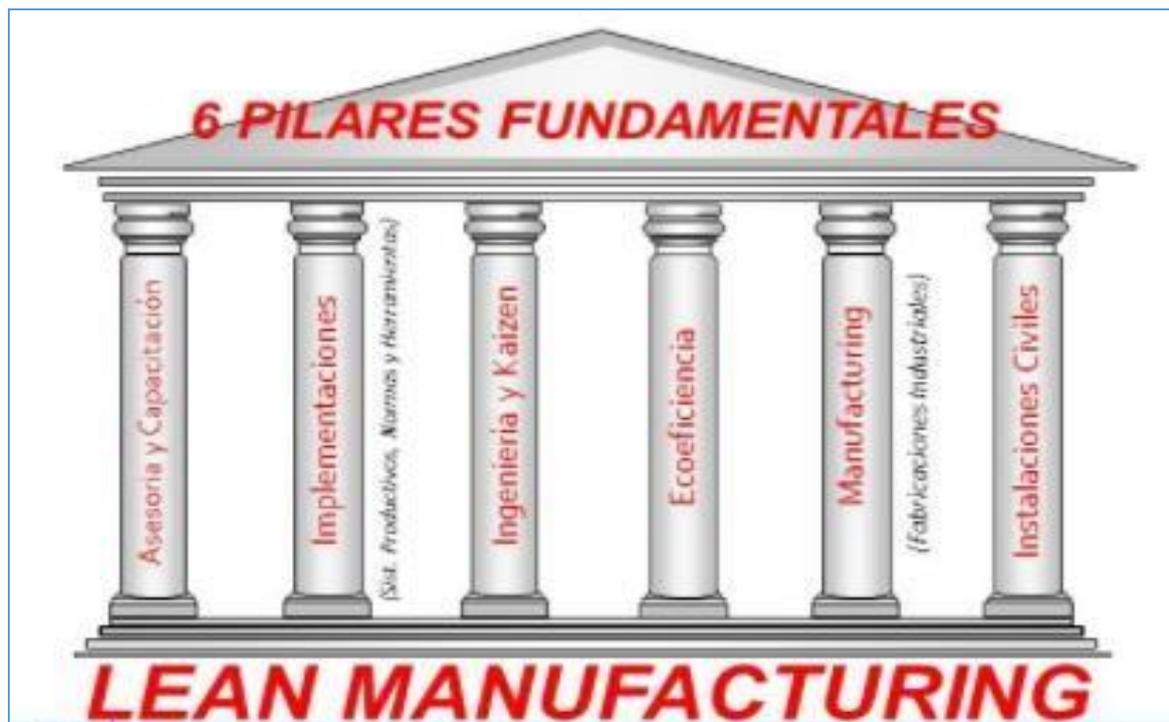
2.2.3. Lean Manufacturing

Al final de la segunda guerra mundial (1941) los japoneses realizan estudios con la finalidad de mejorar la productividad de su industria y toman como referencia la filosofía utilizada por Henry Ford la cual se basa en 03 principios:

1. Principio de intensificación.- Reducir los tiempos de producción
2. Principio de economicidad.- Reducir costos de materia prima por improductivo
3. Principio de productividad.- Aumentar productividad del operador en su jornada laboral

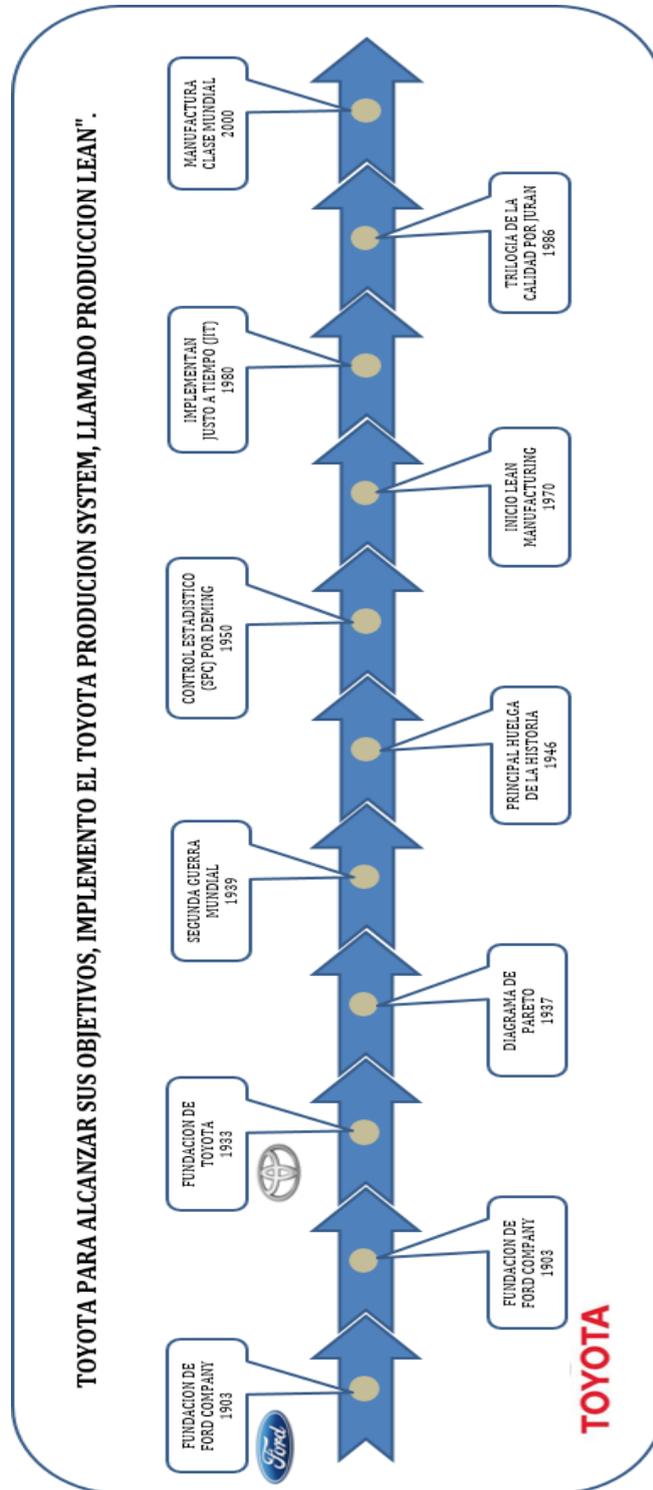
Es así que en los años 1950 Sakichi Toyota aplica los principios de H. Ford, Frederick W. Taylor para dar paso implementado a “Toyota Production System enfocada al beneficio de los clientes, proveedores y productos de Toyota, utilizando las herramientas JIKODA (Verificación del proceso) y JUST IN TIME (Justo a tiempo).

Figura n.º 2-3. Pilares de Lean Manufacturing



Fuente: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-lean-manufacturing>

Figura n.º 2-4. Línea de tiempo de Lean Manufacturing



Fuente: Elaboración propia, teniendo como referencia

<https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-lean-manufacturing>

En los años 1970 se da inicio a Lean Manufacturing o Manufactura esbelta, la cual está enfocada en la eliminación de las 08 principales perdidas:

1. Producción excesiva.- Realizar producción por encima de la demanda.
2. Tiempo de espera.- Esperar por piezas, máquinas,
3. Transporte.- traslado de materiales, productos o equipos innecesarios
4. Sobre procesamiento.- Realizar productos con altos niveles de exigencias
5. Inventarios innecesarios.- Excesivo almacenamiento de materia prima
6. Re-trabajo.- Actividad que sea consecuencia de un error anterior
7. Movimientos innecesarios.- Todo traslado que no agregan valor
8. Talento humano.- Por falta de capacitación

Figura n.º 2-5. Los 08 desperdicios de Lean Manufacturing



Fuente: Lean book de la compañía KCC

En la Corporación la estructura de Lean Manufacturing se incluyen todos los pilares que se ha estudiado dentro de la filosofía, pero las cuales están integradas dentro de las 03 palancas fundamentales que nos ayudan a mejorar nuestro desempeño:

- a. Sistema operativo.- Que vienen a ser las herramientas, procesos y los principios que estaremos utilizando para garantizar la operatividad de nuestros equipos y/o maquinarias, para lo cual utilizaremos las siguientes herramientas:
 1. 5-S's
 2. Diagnóstico de OEE
 3. Talleres SMED
 4. TPM
 5. Procedimientos estándares

- b. Infraestructura de gestión.- Son aquellos sistemas, procesos e indicadores que se van a implementar con la finalidad de poder controlar el avance de la Gestión y así también nos ayuda a mantener el rendimiento de lo implementado, se soporta en las siguientes herramientas:
 1. Tablero de control (Bihorario)
 2. Diálogo de desempeño
 3. Roles definidos
 4. Agenda de reuniones

- c. Mentalidades y capacidades.- Se define como la forma en la que nuestra gente piensa, siente y actúa en base a la cultura de Lean Manufacturing, estará soportado con las siguientes herramientas:
 1. Programa de agentes de cambio
 2. Entrenamiento aplicado de campo
 3. Role modeling de líderes

Figura n.º 2-6. 03 palancas de transformación Lean



Fuente: Lean book de la compañía KCC

2.2.4. 5S's

Es una cultura que se origina en el Japón estructurada con la finalidad de organizar nuestro puesto de trabajo, así poder optimizar el proceso por medio de una cultura de disciplina y orden, no se trata simplemente de limpiar un área sino de mantenerla limpia.

Esta es una herramienta fundamental de Lean Manufacturing la cual debe ser la primera en implementarse, tiene como principal función mantener el puesto de trabajo ordenado, limpio y seguro.

Los pasos para implementar 5s son las siguientes:

SEIRI (Selección).- Se trata de eliminar todo lo que es innecesario.

SEITON (Organizado).- Se ordena lo que ha quedado en operación.

SEISO (Limpieza).- Crear una rutina de limpieza

SEIKETSU (Estandarización).- Creación de estándares como apoyo del orden.

SHITSUKE (Disciplina).- Monitorear y verificar el cumplimiento

Figura n.º 2-7. Cultura de 5S's



Fuente: <http://informatizarte.com.ar/blog/?p=338> (2017)

Los beneficios obtenidos con la implementación de 5S's son:

En personas:

Mayor seguridad en el área al eliminar lo inservible

Ambiente de trabajo más limpio

Mayor responsabilidad y orgullo

En calidad:

Mejor visibilidad de errores

Fácil estandarización del trabajo

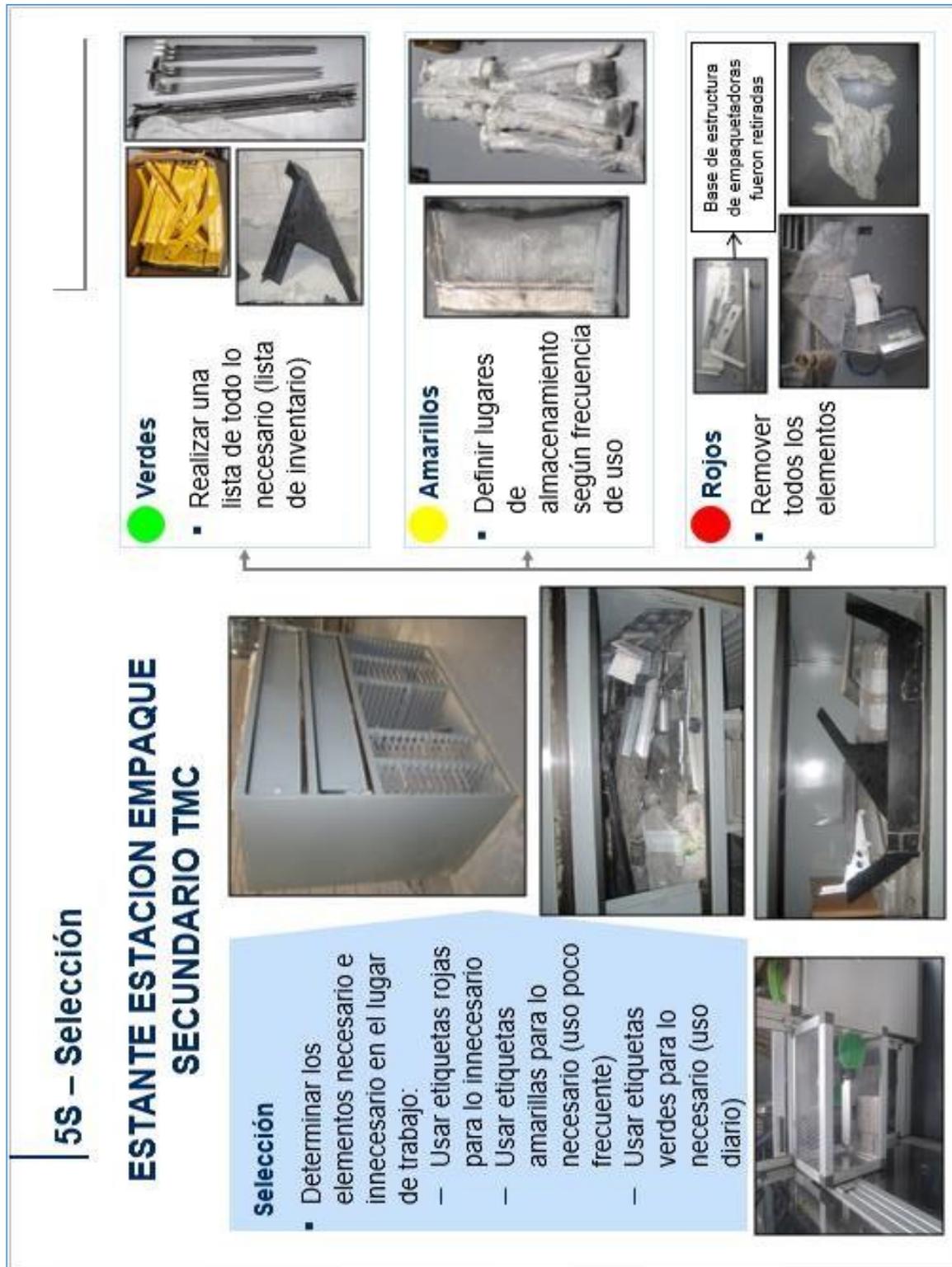
En desempeño:

Menor tiempo de cambio de producto

Menos pérdida de tiempo

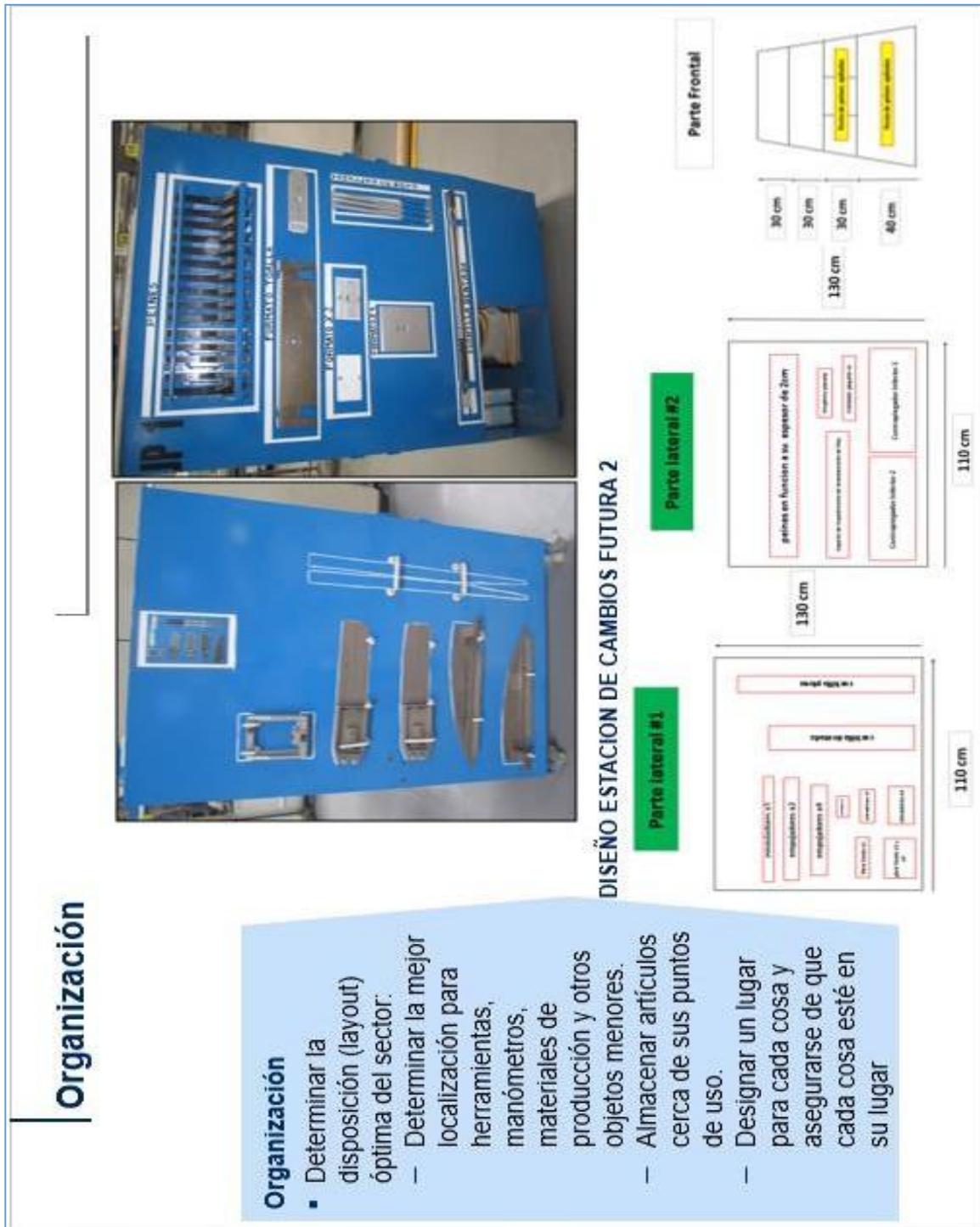
Crea las bases para el trabajo estandarizado

Figura n.º 2-8. Ejemplo de Selección en línea Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 2-9. Ejemplo de Organización en Línea Sincro_1



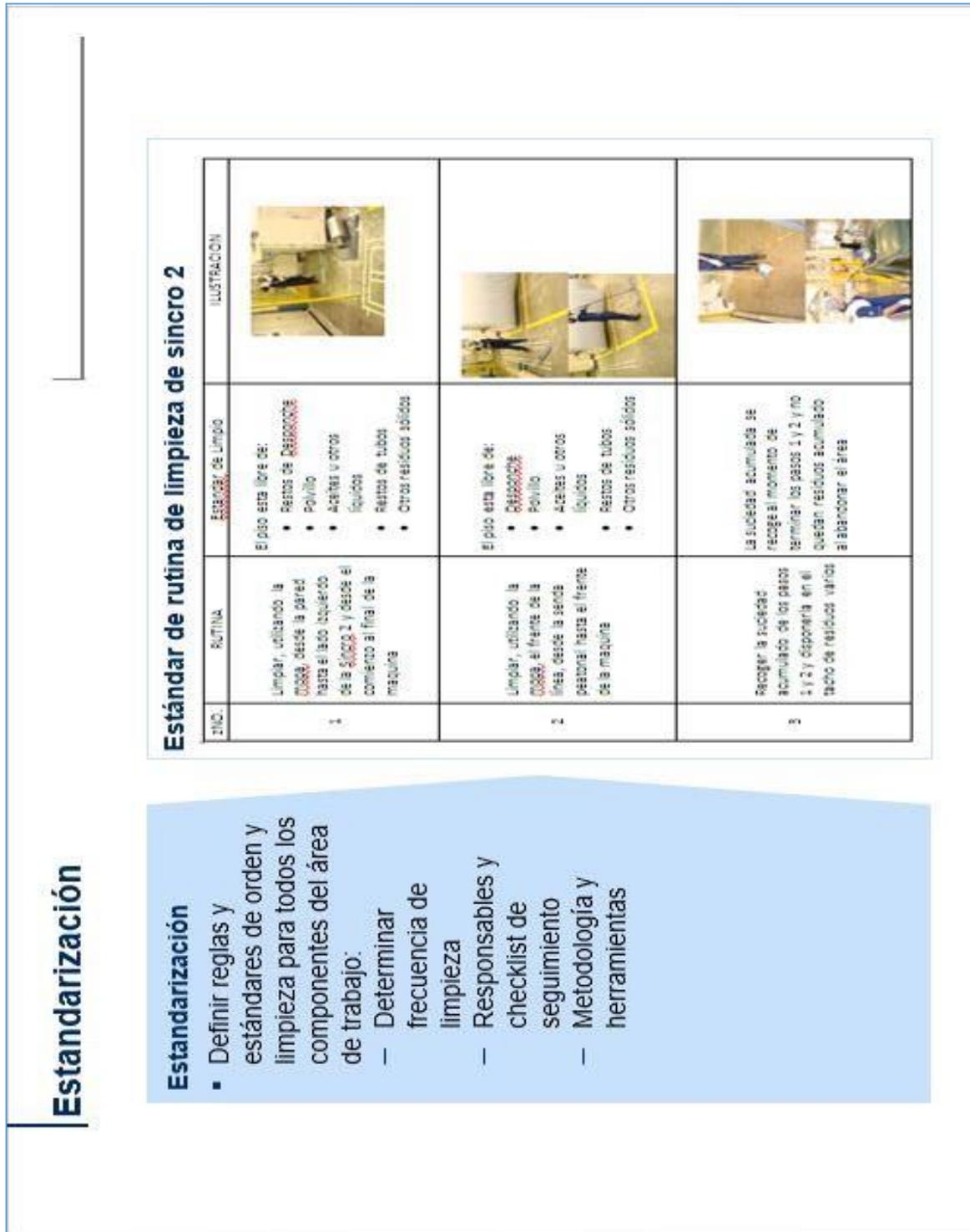
Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 2-10. Ejemplo de Limpieza en Línea Sincro_1

Rutina de limpieza del lugar de trabajo				
NO.	RUTINA	OBSERVACION	ILUSTRACION	
1	Limpiar el piso de la parte inferior de las fajas de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> -Limpiar desde la faja hasta el cruce peatonal. -Limpiar el piso de la faja desde el distribuidor hasta la envolvedora. 		
2	Limpiar el piso de ubicación de coche de cambio de formato.	-Sería recomendable limpiar el piso luego que el operador haya limpiado el coche y las piezas de cambio.		
3	Limpiar el piso inferior del armario y sus alrededores.	-Sería recomendable limpiar el piso luego que el operador haya limpiado la parte interna del armario y las piezas de cambio.		
4	Limpieza del piso de la envolvedora (lado derecho)	-Asegurarse limpiar la parte inferior de la envolvedora.		
5	Limpieza del piso de la envolvedora (lado izquierdo)	-Asegurarse limpiar la parte inferior de la envolvedora.		

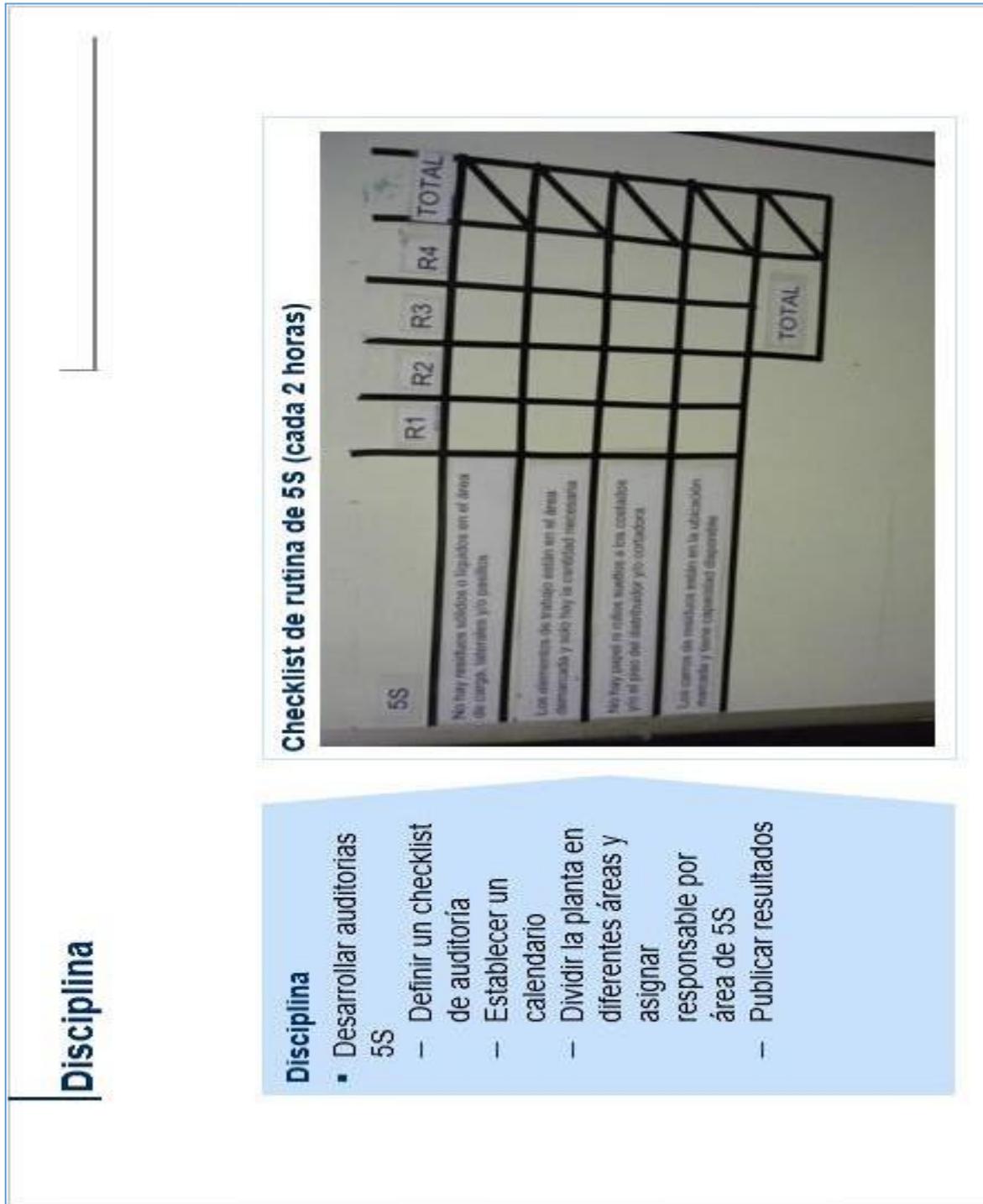
Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 2-11. Ejemplo de Estandarización en la Línea Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 2-12. Ejemplo de Disciplina de la Línea Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

2.2.5. TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de mantenimiento que optimiza la eficiencia de los equipos, reduce las averías y promueve el Mantenimiento Autónomo del operador y de toda la tripulación de operadores y técnicos.

Permite mejorar permanentemente la efectividad de los equipos con la activa participación de los operadores e involucra al personal de mantenimiento, operación, supervisores, jefes, etc.

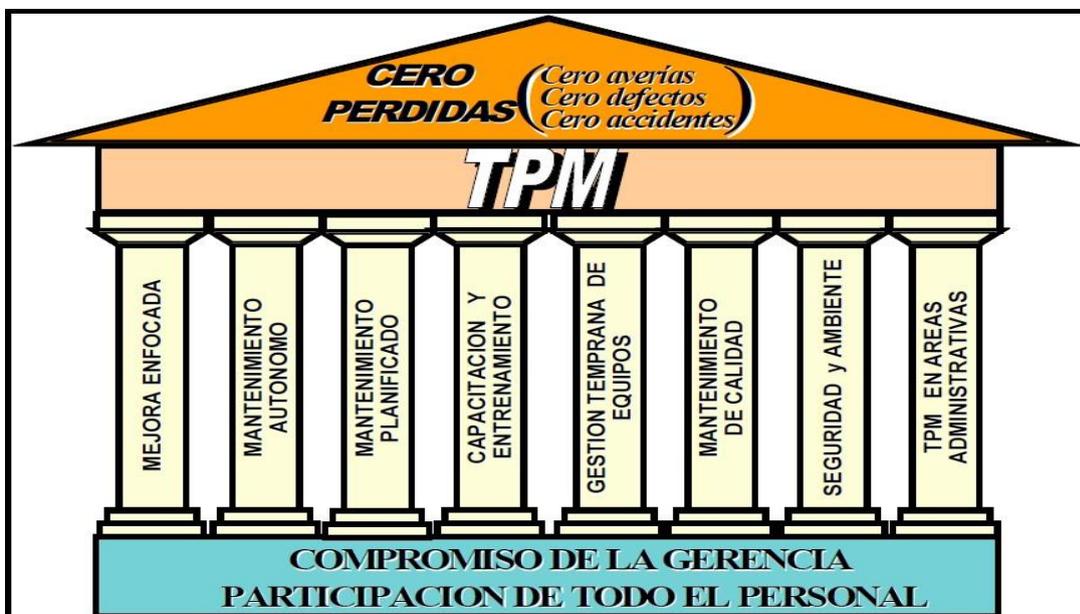
Se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de los rendimientos de los procesos y los medios de producción con la activa participación de todas las personas que participan en la producción.

El TPM sirve para lograr un alto nivel de productividad, este nivel de productividad se mide con el indicador llamado Efectividad Global de Equipos (OEE)

$$OEE = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}}$$

El TPM se dirige directamente a la obtención de una mayor productividad en planta, con la disminución de las causas que la limitan, es fundamental la participación de todo el personal, empezando desde la dirección.

Figura n.º 2-13. Pilares del TPM Global



Fuente: Lean book de la compañía KCC

En la Corporación se ha definido el TPM Estratégico para las plantas de la región, basado en 5 pilares con el objetivo de apoyar al proceso de producción con los niveles adecuados de disponibilidad, confiabilidad y operatividad, los cuales son:

1. Estrategia de mantenimiento de equipos.- Está soportado en el Plan Preventivo y Predictivo, según histórico de las Averías y Catálogos de fabricantes.
2. Mejora específica de equipos.- Enfocado en la eliminación de la causa raíz de las averías, además de evaluar las mejoras de máquinas y/o equipos.
3. Mantenimiento autónomo.- Diagnóstico del problema por parte de los operadores de la línea y la identificación temprana de los potenciales de falla.
4. Gestión inicial de equipos.- Es la gestión basada en el ciclo vital de los equipos, permite la toma de decisiones para la correcta selección.
5. Gestión de repuestos.- Basado en la Estandarización de equipos, Gestión y calificación de proveedores y el proceso de nuevos pedidos y reabastecimiento.

Con el TPM estratégico buscamos evitar paradas por fallos inesperados de equipos, evitar la Velocidad reducida de operación porque esta nos produce pérdidas de productividad por no llegar a la velocidad crucero, evitar reproceso porque producen pérdidas de tiempo al tener que rehacer piezas defectuosas o completar actividades no terminadas.

Figura n.º 2-14. Pilares del TPM Estratégico



Fuente: Lean book de la compañía KCC

2.2.6. Mantenimiento Autónomo

En el libro de *Mantenimiento autónomo por operarios* del Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIMP) nos habla de la importancia que tiene cuando los operadores se involucran con el mantenimiento de sus máquinas y se responsabilizan de su buen funcionamiento, los operarios deberían asumir ciertas reparaciones menores en las cuales han sido capacitados y ser capaces de detectar anomalías antes de fallo, es ahí que la filosofía del TPM llega a los mejores resultados de productividad.

Dentro de la filosofía Lean y de sus herramientas, podemos destacar el Mantenimiento Productivo Total (TPM), uno de los pilares del TPM es el de Mantenimiento Autónomo.

Son 7 los pasos que utilizados para implementar el Mantenimiento Autónomo:

1. Limpieza e inspección.- Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de "Fugas"
2. Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos.- Facilitar el acceso a los sitios difíciles para la inspección Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción el tiempo empleado para la limpieza
3. Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma.- Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva
4. Inspección general.- Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5. Inspección autónoma.- Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo
6. Estandarización de los elementos a ser controlados.- Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares
7. Control autónomo pleno.- Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen

2.2.7. Cuidado Autónomo (Autonomus Care)

Dentro de la filosofía que la corporación estamos promoviendo la Mejora continua así como el buen desempeño de las máquinas por tal hemos reemplazado el pilar de Mantenimiento Autónomo por el de Cuidado Autónomo, con la finalidad de generar el sentido de pertenencia del operador hacia su máquina, esto ve reflejado con un mayor compromiso.

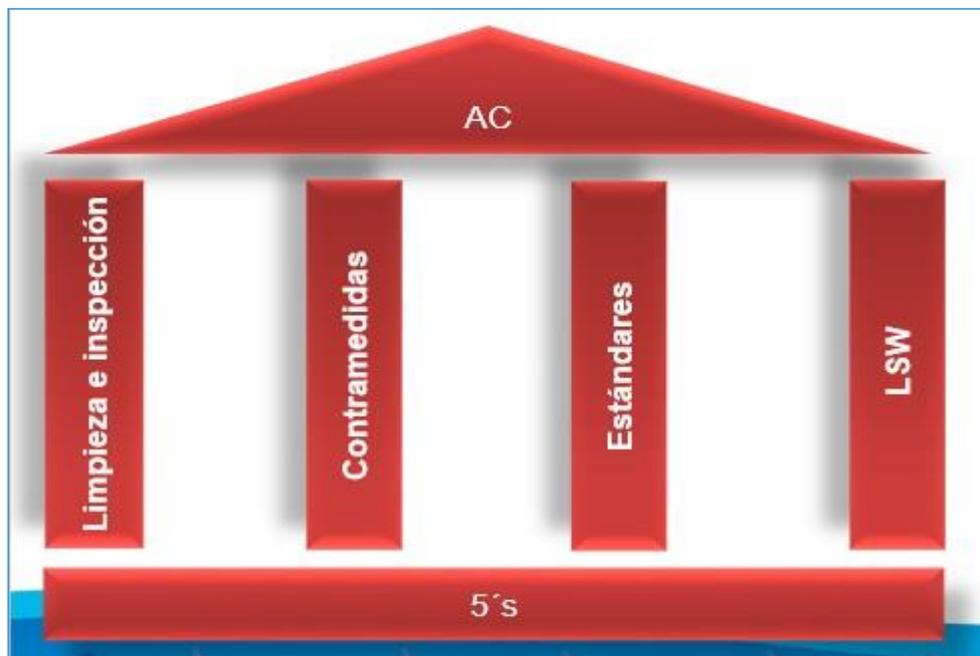
La base de la cultura de Cuidado Autónomo es la herramienta 5S's ya que todo inicia con una correcta limpieza y de manera continua.

Los pilares que soportan esta son:

1. Limpiar para inspeccionar.-
2. Contramedidas.-
3. Estándares.-
4. Lider Standar Work (LSW).-

Se filosofía de la cultura de Cuidado Autónomo o Autonomus Care se ha cascadeado de manera progresiva la a cada una de las plantas de la región andina entre los años 2013 y 2016. Llegando a Perú en Junio del 2016.

Figura n.º 2-15. Pilares de Cuidado Autónomo (Autonomus Care)



Fuente: Lean book de la compañía KCC

Los 07 pasos para el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo):

- 1.- Realizar la limpieza inicial.- Se debe limpiar la suciedad y cualquier otro tipo de contaminación iniciando desde el centro de máquina hacia afuera del equipo y/o maquinaria.
- 2.- Atacar las Fuentes de Contaminación.- Se deben identificar defectos en los equipos y/o máquinas, luego aplicar las contramedidas para el control de la fuente de contaminación.
- 3.- Establecer estándares de limpieza y lubricación.- Se deben implementar estándares y/o rutinas de limpieza y lubricación.
- 4.- Inspección del equipo/maquinaria.- Crear y capacitar procedimientos de inspección de rutina para detectar cambios específicos en condición e implementar indicadores visuales.
- 5.- Mejorar el conocimiento de los procesos.- Se debe realizar limpieza, lubricación, ajuste, inspección y reparación menor. Compartir los estándares para su reparación.
- 6.- Mejorar la organización del lugar de trabajo.- Se debe mejorar la organización, cada equipo debe tener un lugar de almacenamiento y/o zona de trabajo y debe estar demarcado.
- 7.- Realizar Administración Autónoma.- Crear un equipo multidisciplinario de Mejora para implementar el ciclo de mejora continua y establecer los indicadores.

Figura n.º 2-16. Ejemplo de Limpiar para Inspeccionar



Fuente: Lean book de la compañía KCC

2.3. Definición de términos básicos

LEAN MANUFACTURING

Se dice que una metodología que está orientada a la eliminación de las principales pérdidas en el proceso con el objetivo de mejorar e incrementar la producción.

Lean esta soportada por herramientas como 5S, TPM, SMED, ACR, indicadores de Gestión,

TPM

TPM es una cultura de mejora de la Eficiencia operacional y confiabilidad de la máquina, con la participación de todos los empleados afectados en el cuidado, compra, y la mejora de nuestro equipo.

DESPERDICIO

Es el material sobrante o actividad innecesaria que no agrega valor.

5S

Es una herramienta que nos ayuda a mejorar las áreas de trabajo y optimización de los procesos y nos ayuda a mantenerlos en las mejores condiciones posibles, siendo los pasos a seguir:

- a. Seleccionar (Seiri),
- b. Organizar (Seiton),
- c. Limpiar (Seiso),
- d. Estandarizar (Seiketsu) y
- e. Disciplina (Shitsuke).

AUTONOMIA

Se dice que un autonomía es poder manejar su trabajo y sus propias tareas, involucrando a todo el equipo para decidir por ellos mismo como el trabajo se debe de llevar a cabo y distribuido a través de todos sus miembros.

CONTRAMEDIDAS

Son mejoras y/o reparaciones provisionales o temporales utilizando cualquier elemento tales como papel, cartón, madera, láminas de metal, cintas adhesivas, etc que nos ayuda a reducir la necesidad o el tiempo de limpiar, lubricar, ajustar, inspeccionar, o reparar.

CRIBADO

Es el proceso que nos permite separar los contaminantes sólidos de la pasta de papel, mediante el paso de matices u orificios pequeños la cual es impulsada por una bomba centrífuga.

PULPER

También llamado Hidrapulper, esta se encuentra en la etapa de Molienda, es un equipo de gran potencia cuenta con un motor de 405KW, el Hidrapulper tiene como función principal la molienda y desintegración de la fibra (Virgen o Reciclada) de papel que es mezclada con agua y químicos oxidantes.

REUNION BI-HORARIA

Son reuniones informativas, las cuales se llevan a cabo cada 02 horas, en la misma línea de producción, estas lideradas eradas por el Operador líder de línea

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Presentación de la organización Fabio Perini S.P.A.

El empresario e inventor Fabio Perini nació en Italia en 1940, dueño y fundador de la Industria Fabio Perini S.p.A. en 1966. y del Astillero Perini Navi en 1983. A sus cortos 19 años inicia su carrera en la industria del papel automatizando una máquina de corte de papel, su capacidad inventiva le permite innovar el mundo de la ingeniería Náutica y Mecánica creando patentes.

En el año 1966 funda en Italia la empresa Fabio Perini S.P.A. la cual desarrolla maquinas Convertidoras de papel higiénico revolucionando la industria de papel, desarrollando y fabricando innovadoras máquinas Convertidoras de papel tissue, la empresa tiene un éxito creciente y en 1973 se convierte en un grupo multinacional al año siguiente ya contaba con oficinas en Italia, Estados Unidos, y Brasil, convirtiéndose en líder mundial abarcando el 75% del mercado con las máquinas Convertidoras de papel Tissue.

En el año 1994 Fabio Perini decide vender la compañía Fabio Perini S.p.A. al Grupo alemán KORBER Paperlink, desligándose totalmente de la compañía y desde entonces deja de tener alguna relación con la administración de la empresa.

Figura n.º 3-1. Plana de Fabio Perini S.P.A. (Italia – Lucca)



Fuente: <https://www.fabioperini.com/es> (2017)

Figura n.º 3-2. Planta de Fabio Perini S.P.A. (Brasil – Joinville)



Fuente: <https://www.fabioperini.com/es> (2017)

Figura n.º 3-3. Planta de Fabio Perini S.P.A. (Italia – Bologna)



Fuente: <https://www.fabioperini.com/es> (2017)

A comienzos de los años dos mil (2003), Fabio Perini, después de vender la empresa que lleva su mismo nombre a la empresa transnacional alemana KORBER Paperlink, comenzó en el campo de las máquinas industriales de papel tissue con una nueva empresa metalúrgica llamada Futura Converting.

La empresa Fabio Perini S.P.A. cuenta con 07 plantas a nivel mundial.

Veamos la Misión y Visión de la empresa Fabio Perini S.P.A.

Misión de Fabio Perini S.P.A.:

Continuamente crecer siendo el líder reconocido del mercado, el empleador preferido y el socio preferido que proporciona tecnologías innovadoras y servicios integrados a la medida para la industria global de conversión y empaque.

Visión de Fabio Perini S.P.A.:

Ser el líder en el mercado y líder en tendencias de la industria, respetando cada vez más el orgullo apasionado de todas las fábricas del mundo en cualquier momento.

Figura n.º 3-4. Fabio Perini S.P.A. en el mundo



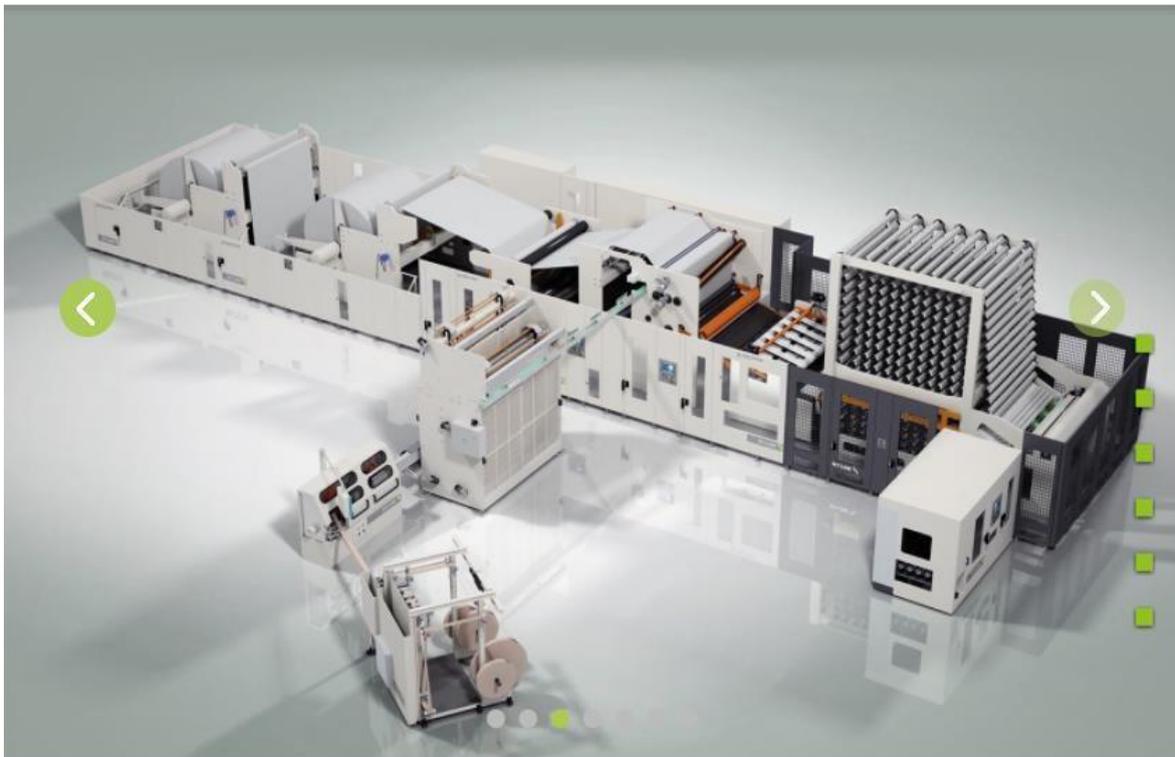
Fuente: <https://www.fabioperini.com/es> (2017)

3.2. Presentación de la línea Sincro_1

Nuestra línea convertidora de papel higienico marca Fabio Perini S.P.A. fue contruida en el año 1995 en la planta de Fabio Perini S.P.A. Brasil y cuenta con las siguientes características:

1. Ancho 300 cm x Largo 3200 cm x Altura 500 cm
2. Cuenta con tecnología Siemens y Controlador de ejes Robox
3. Alimentación trifásica 460VAC
4. Velocidad de Desenrollado de 500metros/min.
5. Velocidad de Rebobinado entre 20 log/mmin y 30 log/min.
6. Cuenta con transferencia de log automática
7. Velocidad de Corte de 160 cortes/min
8. Velocidad de Empaque primario 120 paq/min
9. Velocidad de Empaque secundario 12 paq/min

Figura n.º 3-5. Línea Convertidora Fabio Perini



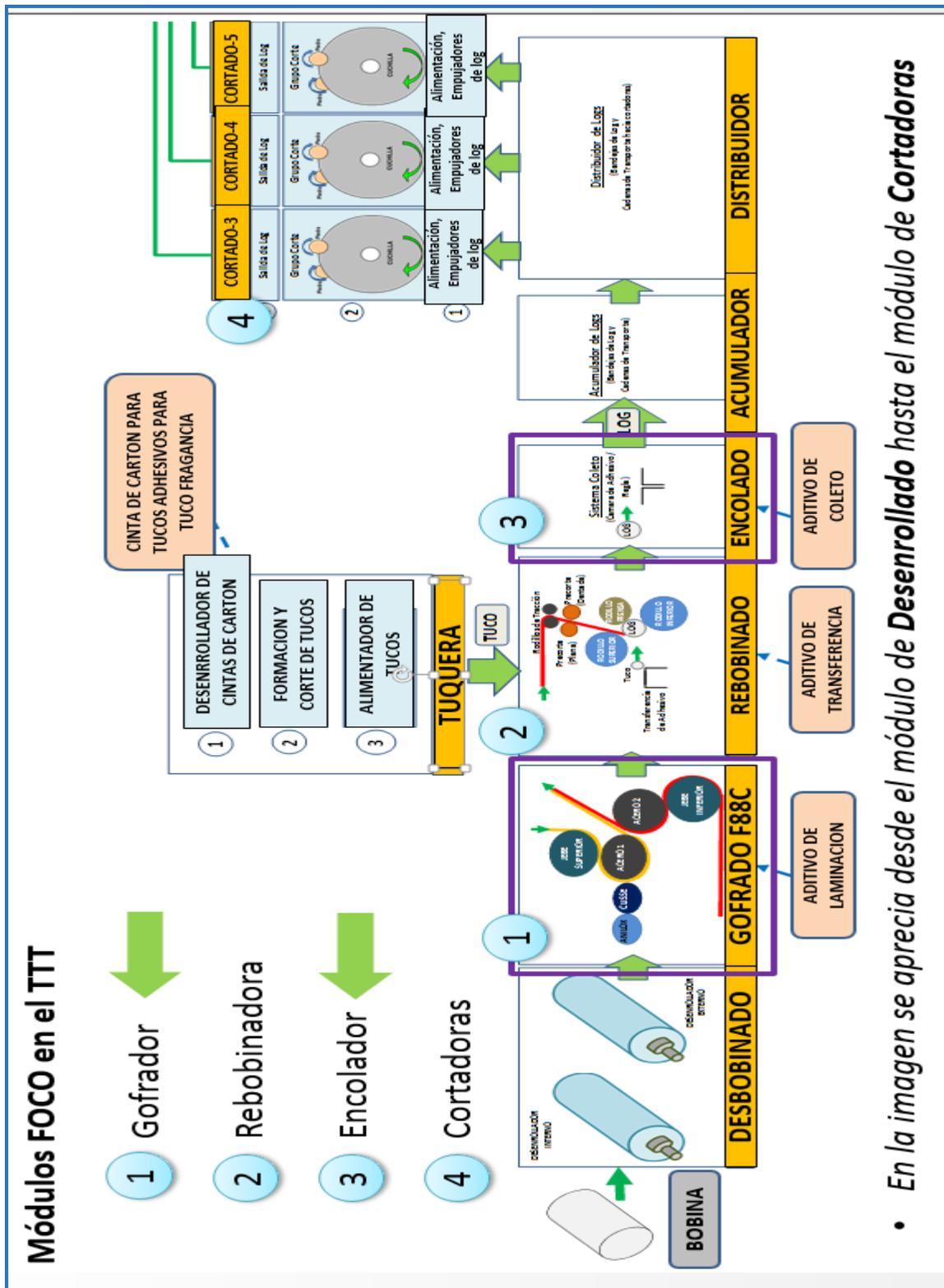
Fuente: <https://www.fabioperini.com/es> (2017)

Tabla n.º 3-1. Lista maquinarias línea Sincro_1

DATOS DE EQUIPOS EN LA LÍNEA SINCRO_1			
MAQUINA	MODULO	MARCA	MODELO
SINCRO_1	DESBOBINADORA N°1	FABIO PERINI	4810
SINCRO_1	DESBOBINADORA N°2	FABIO PERINI	4810
SINCRO_1	GOFRADOR N°1	FABIO PERINI	472B
SINCRO_1	GOFRADOR N°2	FUTURA	F88-C
SINCRO_1	REBOBINADORA	FABIO PERINI	SINCRO 7.6
SINCRO_1	SELLADOR DE COLA	FABIO PERINI	560C
SINCRO_1	ACUMULADOR	FABIO PERINI	511
SINCRO_1	DISTRIBUIDOR	FABIO PERINI	619
SINCRO_1	TUQUERA	FABIO PERINI	211
SINCRO_1	ELEVADOR DE TUCOS	FABIO PERINI	611
SINCRO_1	CORTADORA N°1	FABIO PERINI	164E
SINCRO_1	CORTADORA N°2	FABIO PERINI	164E
SINCRO_1	CORTADORA N°3	FABIO PERINI	164E
SINCRO_1	EMPAQUE PRIMARIO N°1	CASMATIC	EM21 R
SINCRO_1	EMPAQUE PRIMARIO N°2	CASMATIC	EM21 R
SINCRO_1	EMPAQUE PRIMARIO N°3	CASMATIC	EM21 R
SINCRO_1	DIVERTER	TMC	SELECTA
SINCRO_1	EMPAQUE SECUNDARIO	TMC	UNO

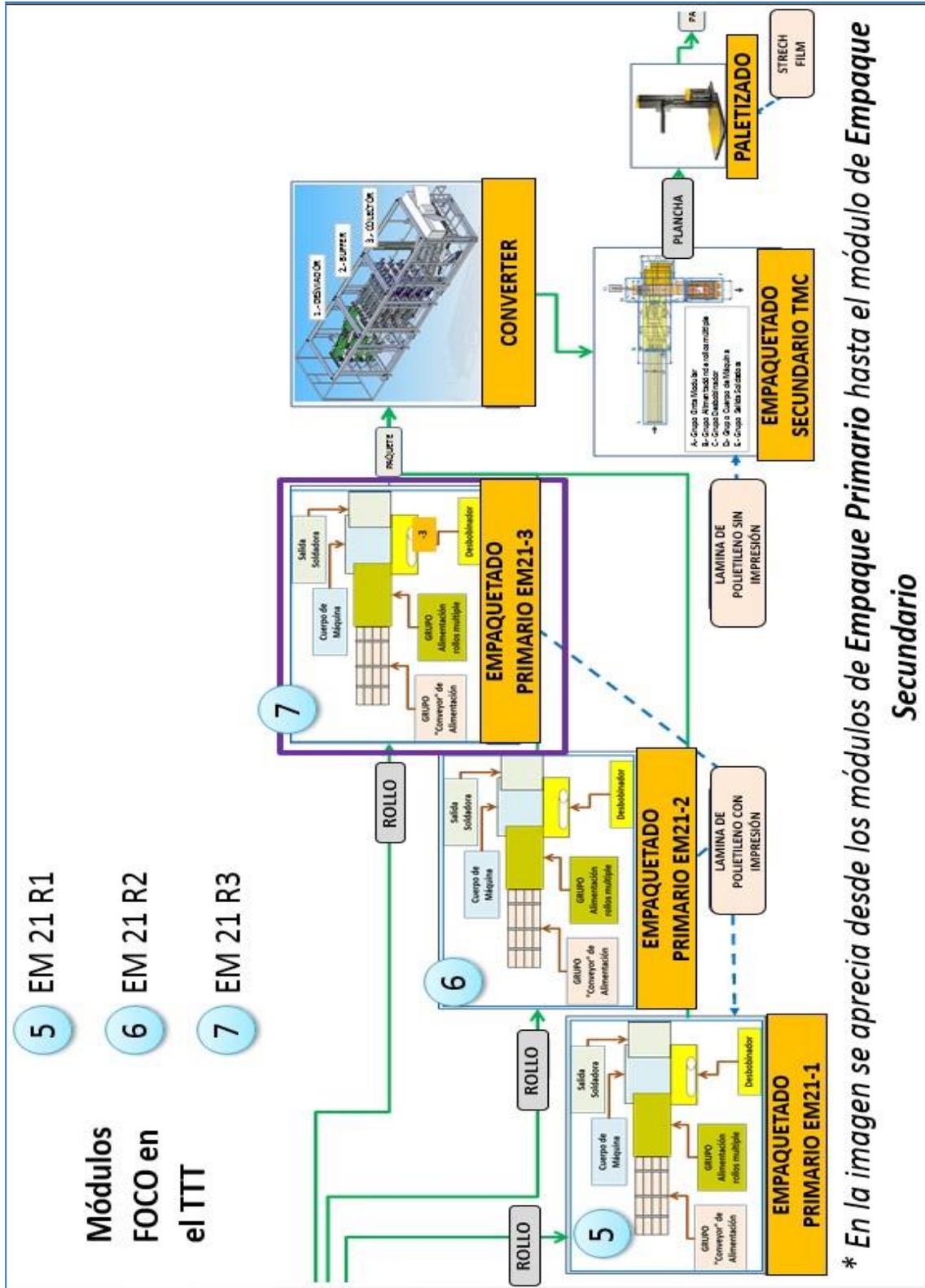
Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 3-6. Diseño de la Línea productiva Sincro_1 (Parte 1)



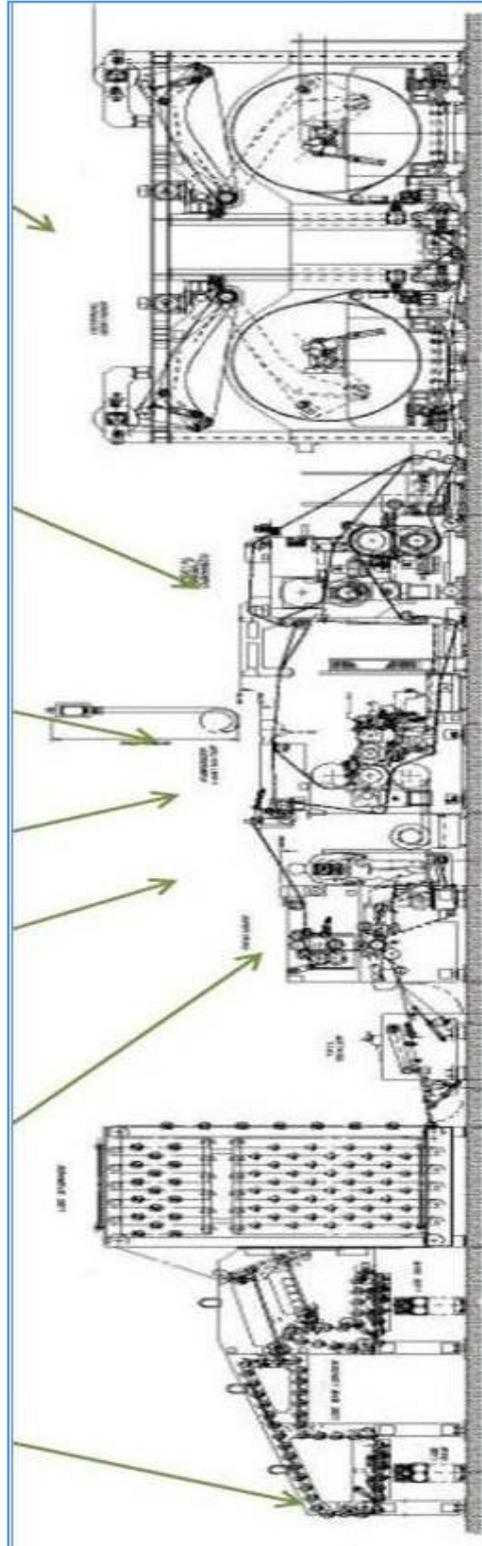
Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 3-7. Diseño de la Línea productiva Sincro_1 (Parte 2)



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 3-8. Layout de Línea Convertidora de papel marca Fabio Perini



Fuente: Compañía KCC

3.3. Implementación de Cuidado Autónomo en la línea Sincro_1

El costo de inversión para este proyecto fue mínimo debido a que se utilizó recursos internos el personal entrenador fue de la planta:

Tabla n.º 3-2. Costo de inversión para el taller Cuidado Autónomo

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	SUELDO BASE	COSTO INVERTIDO	COSTO TOTAL
1	3	Entrenadores	S/. 4,000.00	S/. 1,333.00	S/. 3,999.00
2	18	Operadores	S/. 1,600.00	S/. 215.00	S/. 3,870.00
3	12	Electricistas	S/. 2,000.00	S/. 266.00	S/. 3,192.00
4	8	Mecánicos	S/. 2,000.00	S/. 266.00	S/. 2,128.00
5	1	Materiales		S/. 2,020.00	S/. 2,020.00
6	1	EPP's		S/. 2,400.00	S/. 2,400.00
TOTAL INVERSION TALLER CUIDADO AUTONOMO POR MAQUINA					S/. 17,609.00

Fuente: Elaboración propia

La implementación del Taller de Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en la línea Sincro_1, se llevó a cabo en Junio 2016 con la participación de 18 Operadores, 12 Técnicos Electricistas y 8 Técnicos Mecánicos. Se formaron 02 grupos de 19 personas cada uno y de 04 días por grupo.

El taller se ha elaborado en 03 etapas:

1. Prework

Se analiza la base de datos para determinar cuál de las líneas productivas presenta una mayor oportunidad con la finalidad utilizarlo como línea de prueba en la implementación de Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo).

2. Implementación

Está enfocado a todas las actividades que se van a realizar durante la ejecución del taller de Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo), en esta etapa se desarrollan los siguientes pilares: Limpiar para inspeccionar, Contramedidas y Estándares.

3. Sostenibilidad

En esta etapa se consolida todos los planes que nos ayuden a mantener la filosofía de Mantenimiento autónomo (Cuidado Autónomo), en esta etapa se desarrolla el pilar de Líder Estándar Work (LSW).

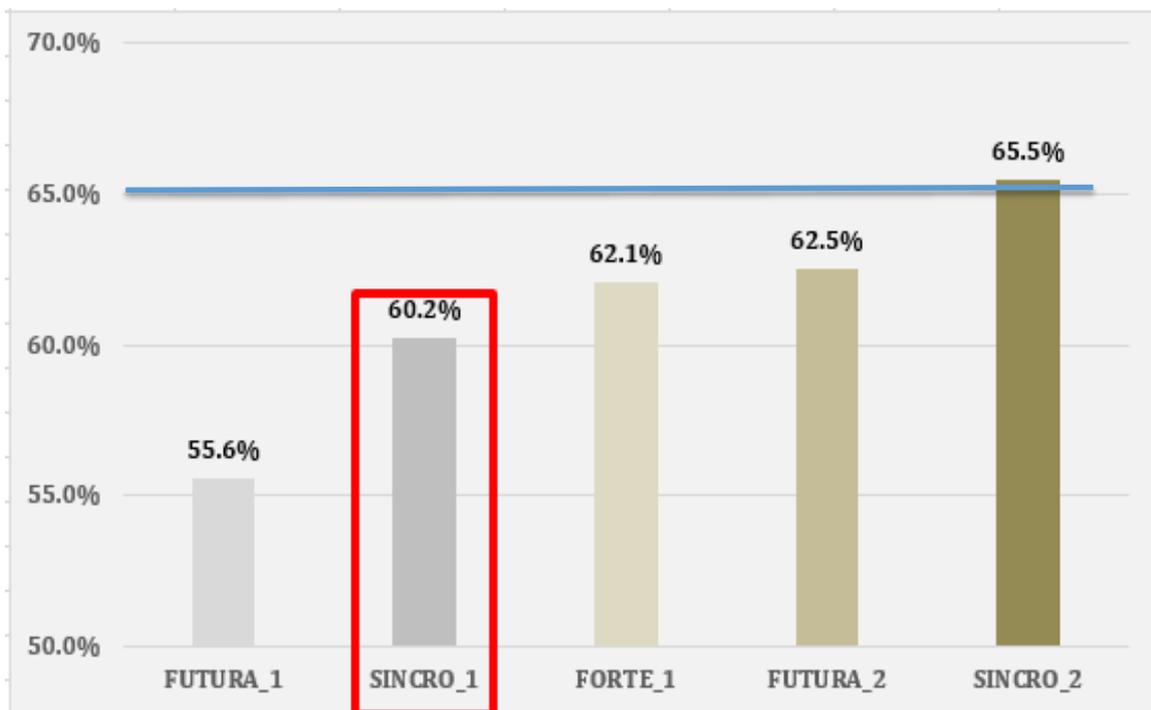
3.3.1. Presentación del Prewrite

¿Qué debería estar pasando?

Nuestra línea Convertidora de papel higiénico marca Fabio Perini Sincro_1, actualmente presenta el indicador de OEE de producción de 60.2% siendo el objetivo 65.0%, según la cascada de OEE las mayores pérdidas que tenemos en máquina son por paradas de máquina por Averías (eléctricas y mecánicas) y paradas de máquina por Paros Menores.

El OEE perdido por Averías en la línea SINCRO_1 debería lograr el objetivo de 6.5%, las paradas por Paros menores 6.2%

Figura n.º 3-9. Análisis de OEE en líneas de producción (Oct-15 – Mar-16)

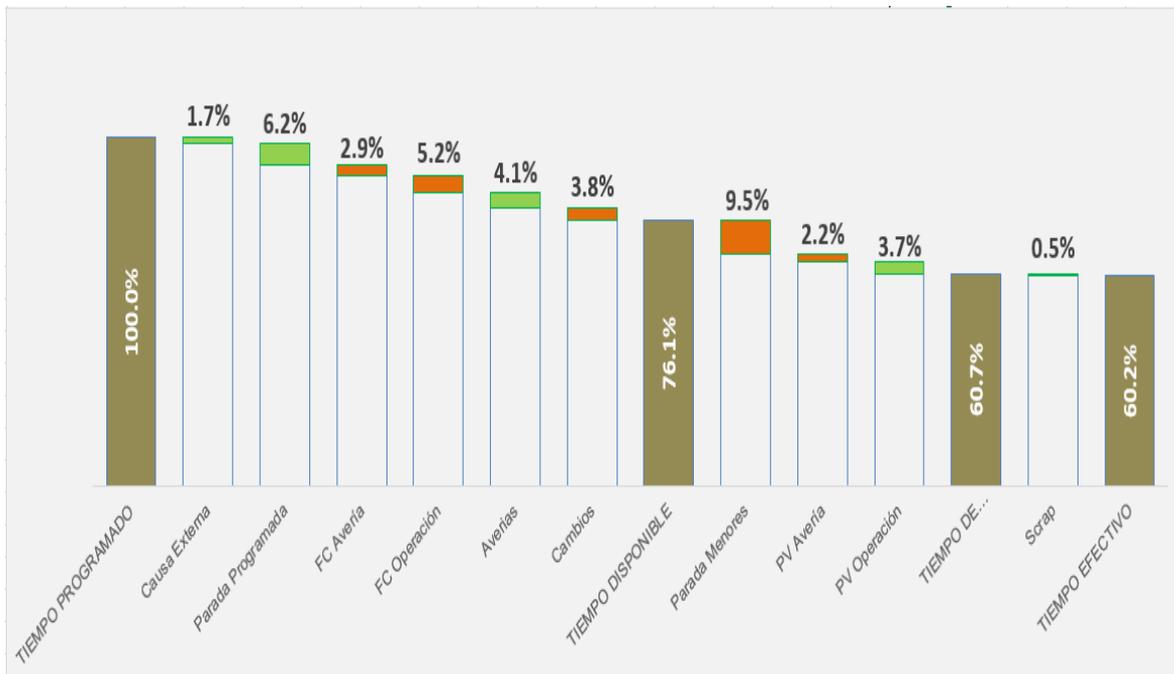


Fuente: Elaboración propia

¿Qué realmente está pasando?

Actualmente la línea Sincro_1 presenta un OEE de 60.2% siendo el OEE por Averías de 9.2% y el OEE de Paros menores de 9.6% (Promedio últimos 6 meses); acumulando un delta de 6.1% pérdida, impactando en la disponibilidad de la línea y en la rentabilidad del negocio.

Figura n.º 3-10. OEE máquina Sincro_1 (Oct-2015 a Mar-2016)



Fuente: Elaboración propia

¿Cuál es el impacto?

- La desviación del OEE de Averías es 2.7%
- La desviación del OEE de Paros menores es 3.3%

Total pérdida de OEE es 6.0% representa 89 856.00 USD perdidos por máquina parada.

Figura n.º 3-11. Grafico acumulado de Averías en Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 3-12. Grafico acumulado de Paros menores en Sincro_1



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Entrenamiento día 01: Conceptos básicos de TPM - Cuidado Autónomo

Iniciamos el taller de Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) con las palabras de bienvenida a cargo del Gerente de Planta y el Jefe del área, a los integrantes del taller.

Presentaremos las reglas con la finalidad de prestar la máxima atención durante el desarrollo del taller de Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo):

- Preguntar para aclarar dudas.
- Celulares en Vibración, salir si tienes que Atender.
- 100% de atención a las presentaciones y reportes.
- 100% Participación (evento y presentaciones).
- Aprender haciendo.

Seguidamente presentamos la Agenda que estaremos desarrollando durante el Taller:

Tabla n.º 3-3. Agenda Taller Cuidado Autónomo

Lunes		Martes		Miércoles		Jueves				
06/06/2015		07/06/2015		08/06/2015		09/06/2015				
08:00	08:30	Exposición en Sala	Break	Exposición en Sala	Break	Diseño de estándares y de flujo de trabajo para tarjetas AC	Break			
08:30	09:00							Implementar mejoras, pequeñas reparaciones y contramedidas en máquina	Break	Leader Standar Work
09:00	09:30									
09:30	10:00	Clean to Inspect	Break	Almuerzo y Revisión de Correos	Exposición en Sala	Almuerzo y Revisión de Correos	Consolidación de Trabajos			
10:00	10:30							Presentaciones a los Jefaturas y Gerencia de lo aprendido e implementado por los asistentes	Break	Preparar presentaciones de los TTT para la 2da Semana
10:30	11:00									
11:00	11:30	Almuerzo y Revisión de Correos	Break	En piso generar el plan para realizar contramedidas y reparaciones menores	Exposición en Sala	Break	Revisar agenda para el siguiente día			
11:30	12:00							Exposición en Sala	Break	
12:00	12:30									
12:30	13:00	Exposición en Sala	Break	Exposición en Sala	Break	Revisar agenda para el siguiente día	Revisar agenda para el siguiente día			
13:00	13:30							Exposición en Sala	Break	
13:30	14:00									
14:00	14:30	Exposición en Sala	Break	Exposición en Sala	Break	Revisar agenda para el siguiente día	Revisar agenda para el siguiente día			
14:30	15:00							Exposición en Sala	Break	
15:00	15:30									
15:30	16:00	Exposición en Sala	Break	Exposición en Sala	Break	Revisar agenda para el siguiente día	Revisar agenda para el siguiente día			
16:00	16:30							Exposición en Sala	Break	
16:30	17:00									
17:00	17:30	Revisar agenda para el siguiente día		Revisar agenda para el siguiente día		Revisar agenda para el siguiente día				

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Luego se inicia con la presentación de los colaboradores que participan en el taller, se forman parejas y se comparte las siguientes preguntas que serán desarrolladas entre ambos y luego uno de ellos presentara a su compañero y después cambiaran el rol, esto se realiza con la finalidad de poder integrar a los miembros del equipo, para esta dinámica contamos con 15min.

Nombre, Área, Cargo, años en la compañía

¿Cuál es su expectativa respecto a Mantenimiento Autónomo?,

¿Qué espera aprender?

¿Qué espera aplicar?

¿Cuál cree que es el objetivo de Mantenimiento Autónomo?

¿Porque estamos aquí?

Propósito de implementar Mantenimiento Autónomo

Mejorar la Clima laboral de todos los colaboradores de KC.

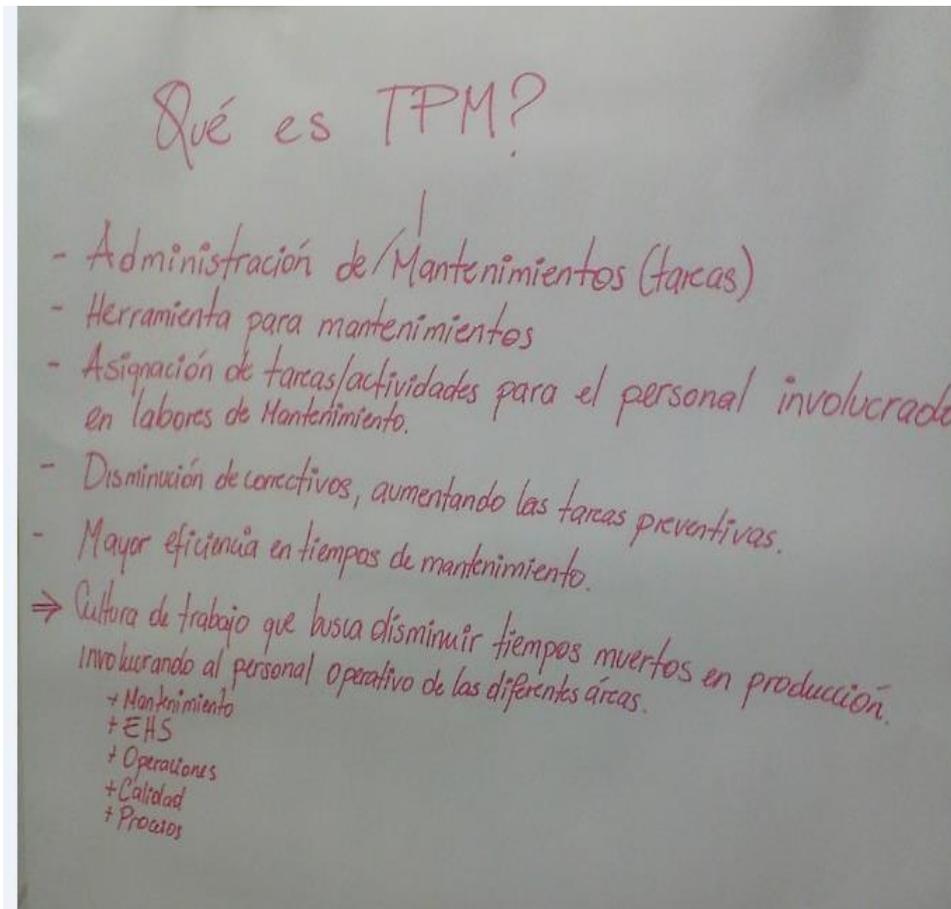
Introducir el concepto de Manufactura Productiva Total (TPM).

Introducir concepto de Cuidado autónomo

Dinámica N°1.- La primera dinámica se realiza con la finalidad de poder conocer cuál es el concepto que tienen los colaboradores (Operadores y Técnicos de mantenimiento) acerca de la herramienta TPM y sus pilares:

- a. Para esta dinámica contaremos con 20min y estará a cargo del líder del equipo
- b. Se utilizara paleógrafo para plasmar los comentarios de los miembros del grupo
- c. Luego seleccionaran a un representante del equipo para que explique las conclusiones brevemente.
- d. Contesta lo siguiente pregunta: Que significa TPM?

Figura n.º 3-13. Foto de los comentarios sobre la dinámica N°1



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

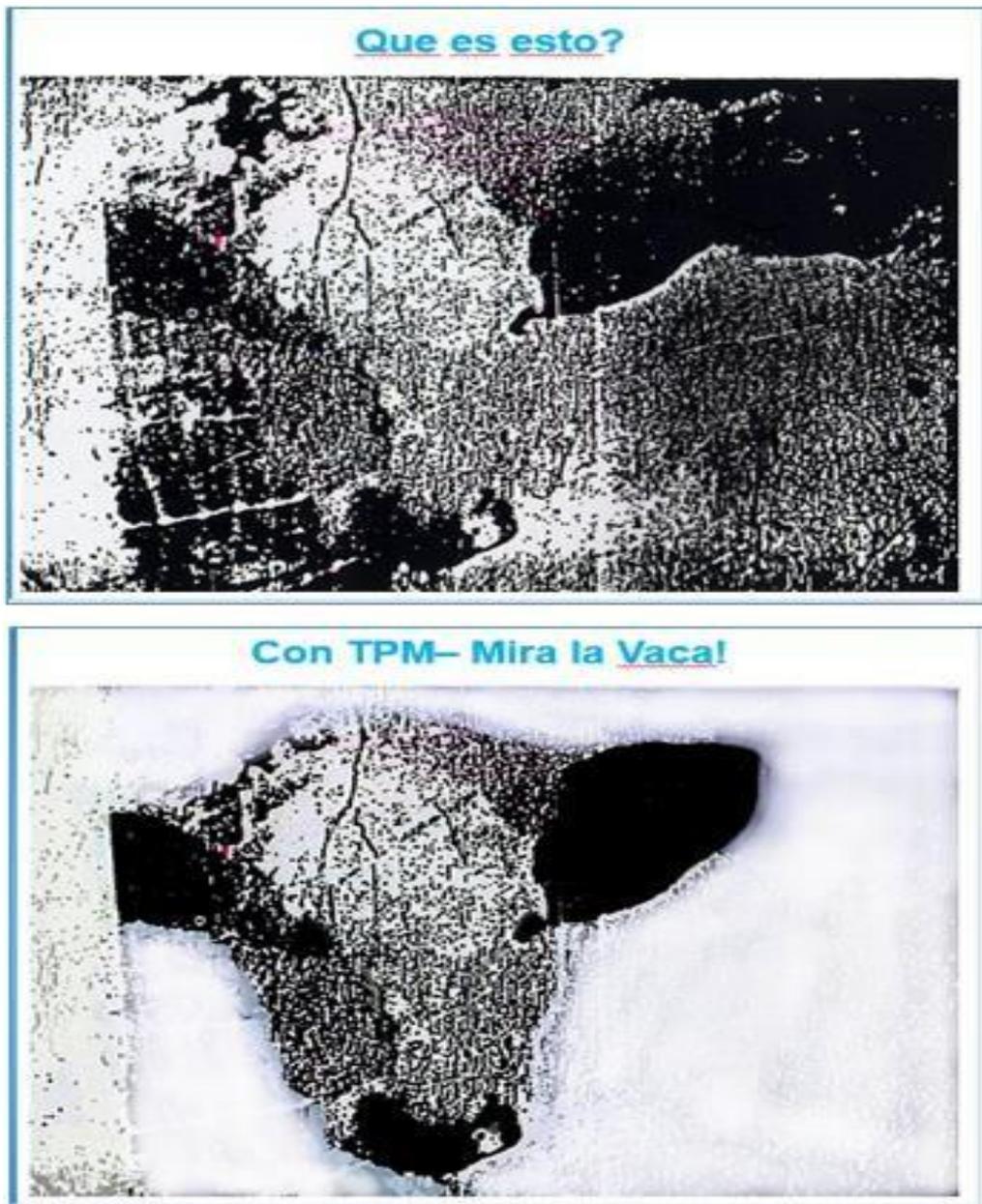
Como resultado de la dinámica se observa que la mayoría del personal tiene el concepto que TPM como una herramienta desarrollada para el área de mantenimiento, son pocos los operadores que consideran a TPM como una herramienta de apoyo para mejorar las condiciones de trabajo.

Por parte del personal técnico también ven a TPM como una herramienta de apoyo, ya que consideran que se tratan de tareas de mantenimiento que serán realizadas por el operador durante su las paradas de máquina.

Importancia de 5S utilizando imagen de la vaca:

Con la finalidad de poder alinear los mismos objetivos y enseñar la importancia de 5S se les comparte la figura de la vaca antes y después de aplicar 5S's, para que de forma didáctica pueda observar el cambio que existe cuando hay desorden y suciedad:

Figura n.º 3-14. Ejemplo para comprender importancia de TPM (limpieza)

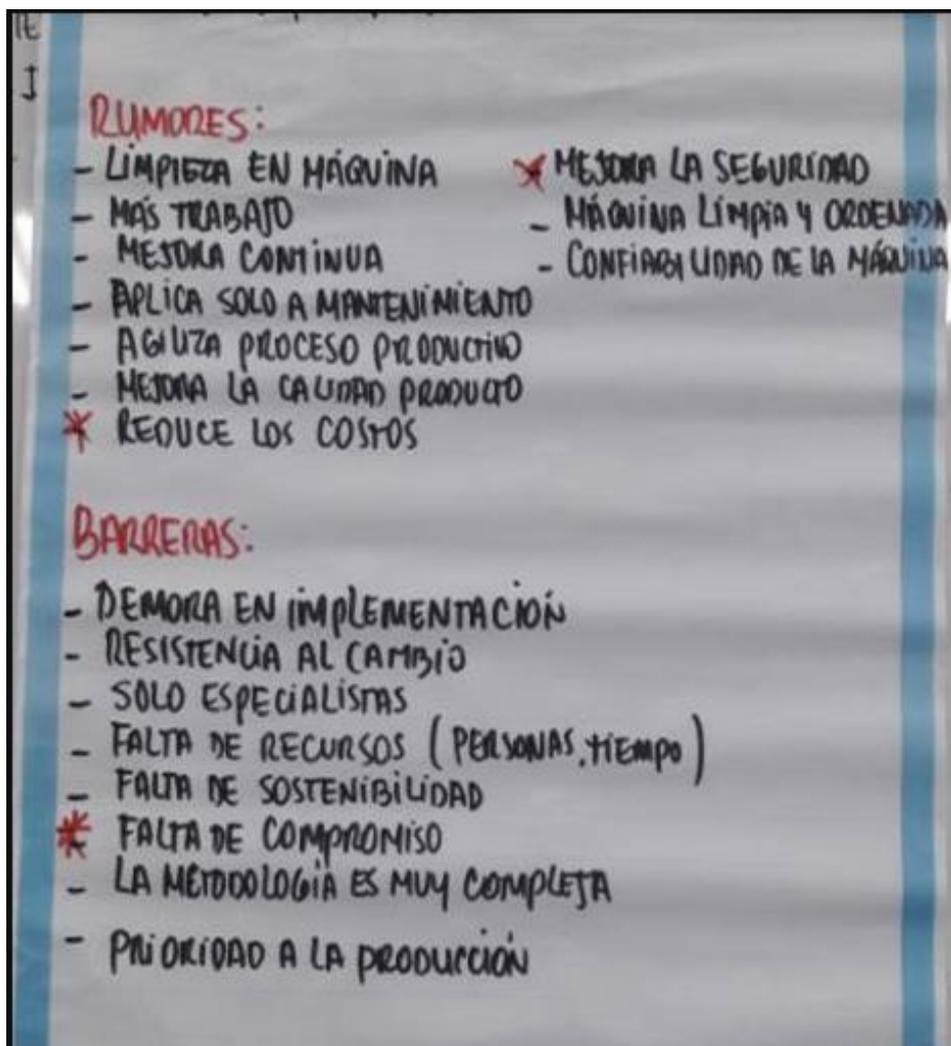


Fuente: Lean book de la compañía KCC

Dinámica N°2.- Para la segunda dinámica veamos que comentarios tienen los Operadores y Técnicos de mantenimiento sobre TPM, Para esta dinámica contaremos con 20min y estará a cargo del líder del equipo

- Se utilizara paleógrafo para plasmar los comentarios de los miembros del grupo
- Luego seleccionaran a un representante del equipo para que explique las conclusiones brevemente.
- Que rumores has escuchado acerca de TPM y cuáles son las barreras?

Figura n.º 3-15. Foto de los comentarios sobre la dinámica N°2



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Como conclusión podemos decir que el personal piensa que:

- (-) TPM y Cuidado Autónomo les generara más carga de trabajo
- (-) Esta herramienta aplica solo al área de Mantenimiento
- (+) Agiliza el proceso productivo
- (+) Mejora la Calidad del producto
- (+) Maquina limpia y ordenada

El personal ve como principales barreras para la implementación de Cuidado Autónomo:

- (-) Demora en la implementación
- (-) Resistencia al cambio por asumir nuevas responsabilidades
- (-) Falta de sostenibilidad después de la implementación
- (-) Falta de compromiso del personal
- (-) Falta de recursos como (personal, tiempo, etc)

Se les comparte a los colaboradores el concepto de TPM:

Que es TPM?

Es una cultura de mejora de la Eficiencia operacional y confiabilidad de la máquina, con la participación de todos los empleados afectados en el cuidado y la mejora de nuestro equipo.

Es un proceso para mejorar la eficiencia operacional por Reducir perdidas de Seguridad a cero, Reducir los defectos de Calidad a cero, Reducir los tiempos perdidos a cero, Reducir costos y Mejorar el desempeño de la máquina para obtener una ventaja competitiva.

Visión del TPM:

Todos los equipos críticos, las instalaciones y los servicios deberán estar disponibles para operar según lo programado, a la velocidad designada, cumpliendo con un ambiente saludable, seguridad, medio ambiente y estándares de calidad.

Que no es TPM:

No es un programa de Mantenimiento

Se trata de un proceso de mejora de Operaciones

De hecho, lo llamamos Mantenimiento de Excelencia

Esto no significa reducir gente

Hay mucho trabajo por hacer

Mantenimiento de excelencia ha adicionado más trabajos de lo que se han eliminado

No es una solución rápida

Esto toma más de 05 años para lograr TPM de clase mundial

Existen puntos que los resultados empiezan inmediatamente

Se les hace las siguientes preguntas a los operadores y técnicos, con la finalidad que puedan analizar el momento actual y como nos ha ido hasta el momento:

¿Dónde estamos?

Mecánicos demasiado ocupados reparando equipo para mantenerlo.

Pérdidas por paros menores “no reconocidas”

Hasta que el equipo está corriendo mal. hay que pararlo para mantenimiento.

Combinación de pérdidas esporádicas y crónicas

Especificaciones del equipo no bien entendidas

¿Cómo hemos llegado hasta aquí?

Edad del equipo

La escasez de mano de obra calificada

“Paredes” entre Operaciones y Mantenimiento

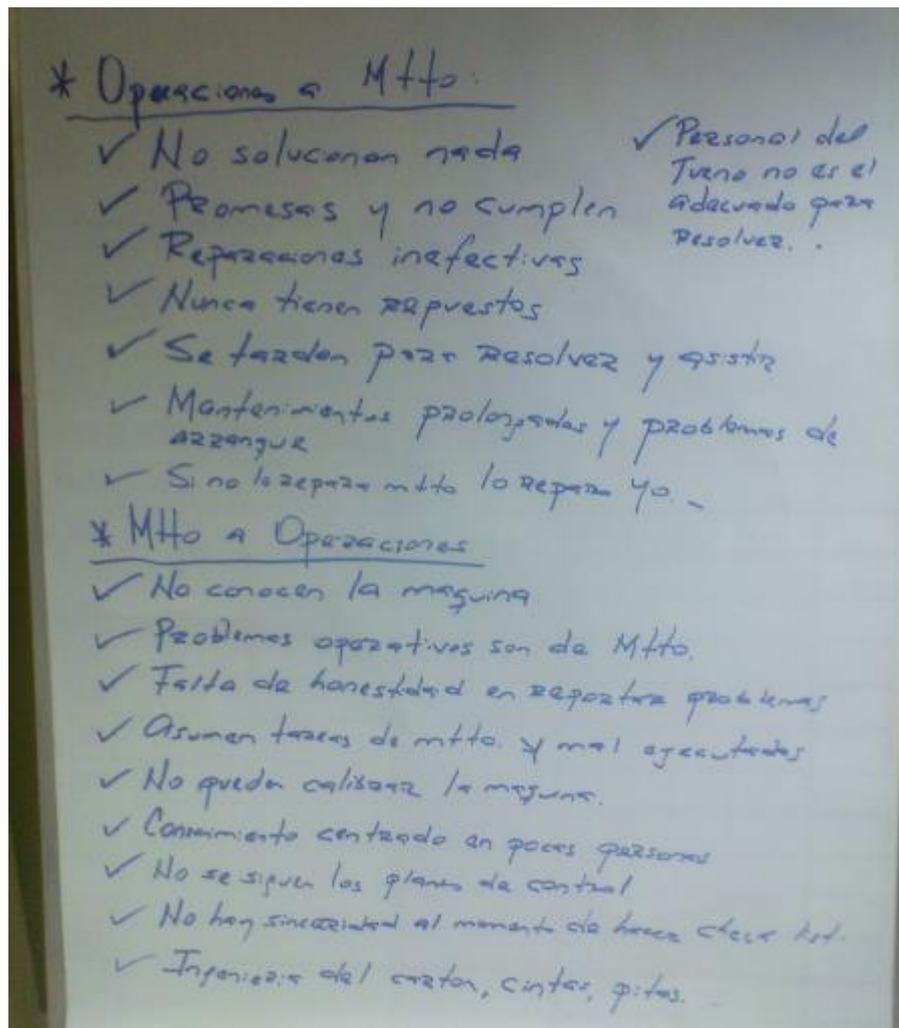
“Paredes” entre empleados y la gerencia

“Tradicional” paradigmas de manufactura (esta es la única manera que hay)

Dinámica N°3.- Para la tercera dinámica veremos que paradigmas hay entre los Operadores y Técnicos de mantenimiento, para esta dinámica contaremos con 20min y estará a cargo del líder del equipo

- Se utilizara paleógrafo para plasmar los comentarios de los miembros del grupo
- Luego seleccionaran a un representante del equipo para que explique las conclusiones brevemente.
- Que paradigmas tiene Producción acerca de Mantenimiento?
- Que paradigmas tiene Mantenimiento acerca de Producción?

Figura n.º 3-16. Foto de los comentarios sobre la dinámica N°3



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Resultado de la dinámica: Esta dinámica ayuda a integrarse entre operadores y Técnicos de mantenimiento debido a que expresan las oportunidades y fortalezas que tiene cada uno de ellos y que muchas veces no las conocen por falta de comunicación.

Principios del TPM.- Posteriormente se explica a los colaboradores cuales son los 04 principios del mantenimiento de TPM, la cual nos permite identificar las oportunidades y mejorar las condiciones de trabajo:

Detección:

- Usar métodos Preventivos y Predictivos para inspeccionar las máquinas y/o equipos
- Detectar pequeños defectos antes de fallar, evitando costo alto de mantenimiento.
- Limpiar y restaurar el equipo "como nuevo"
- Eliminar las fallas mediante la prevención de los errores de funcionamiento

Restauración:

- Restaurar en el equipo para que opere en las mejores condiciones
- Evalúe el equipo para seleccionar los elementos de mantenimiento preventivo
- Limpiar y restaurar el equipo "como nuevo"
- Eliminar las fallas mediante la prevención de los errores de funcionamiento

Prevención:

- Prevenir pequeños defectos antes que sean grandes fallas
- Construir un sistema de mantenimiento planificado
- Realizar análisis de Causa Raíz
- Implementar contramedidas

Medición:

- Monitorear el desarrollo para asegurar el progreso del equipo
- Instalación de indicadores para el control
- Elaborar planillas de control periódicas
- Rotular para hacer el seguimiento respectivo

Figura n.º 3-17. Ejemplo de Detección de falla de una máquina y/o equipo



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-18. Ejemplo de Restauración de una máquina y/o equipo



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-19. Ejemplo de Prevención de una falla de Máquina y/o equipo



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-20. Ejemplo de Medición de máquina y/o equipo



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Pilares del TPM (Mantenimiento de excelencia):

Mejora específica de los equipos

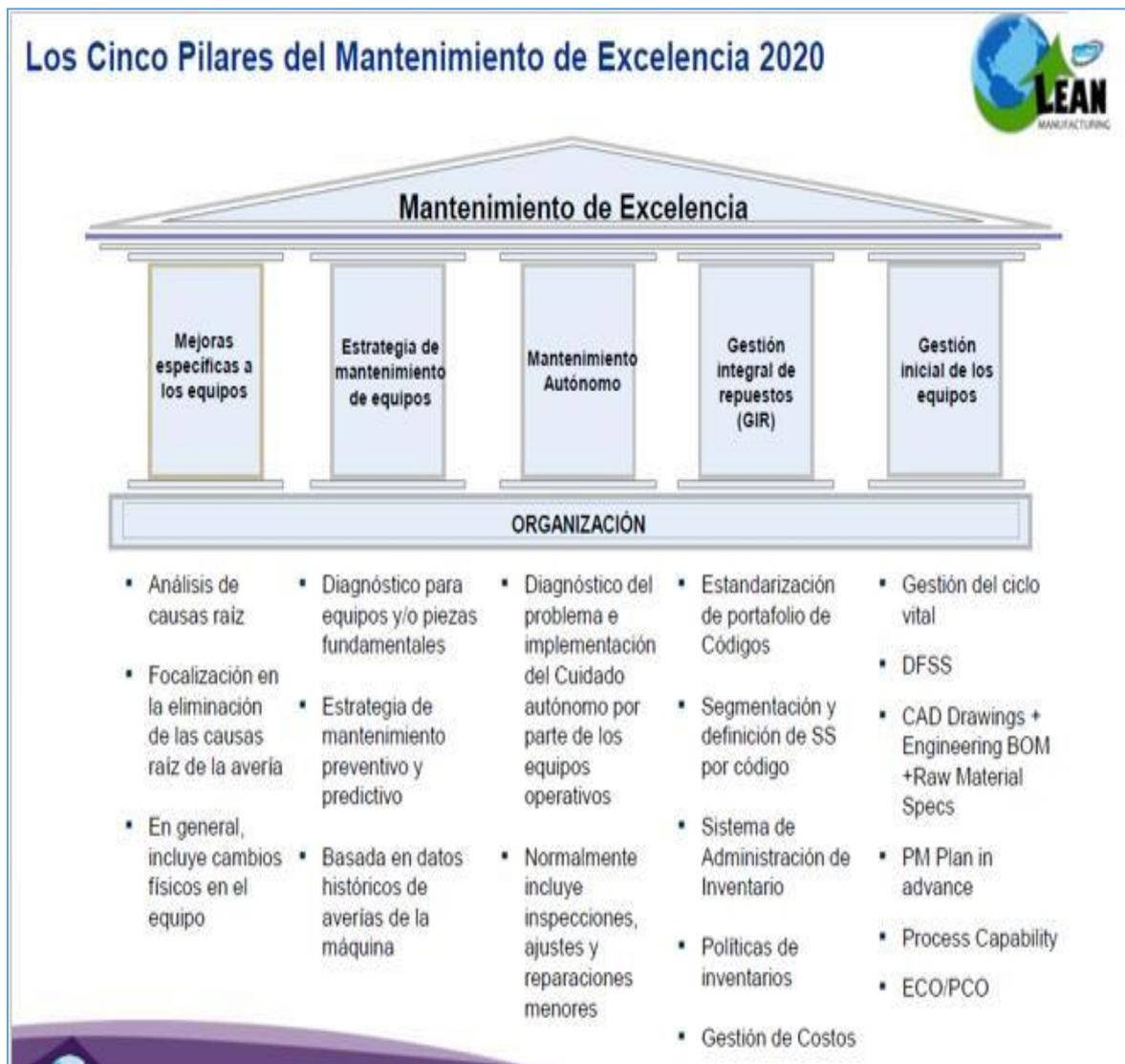
Estrategia de mantenimiento de equipos

Mantenimiento autónomo

Gestión integral de repuestos

Gestión inicial de equipos

Figura n.º 3-21. Pilares de Mantenimiento de excelencia TPM

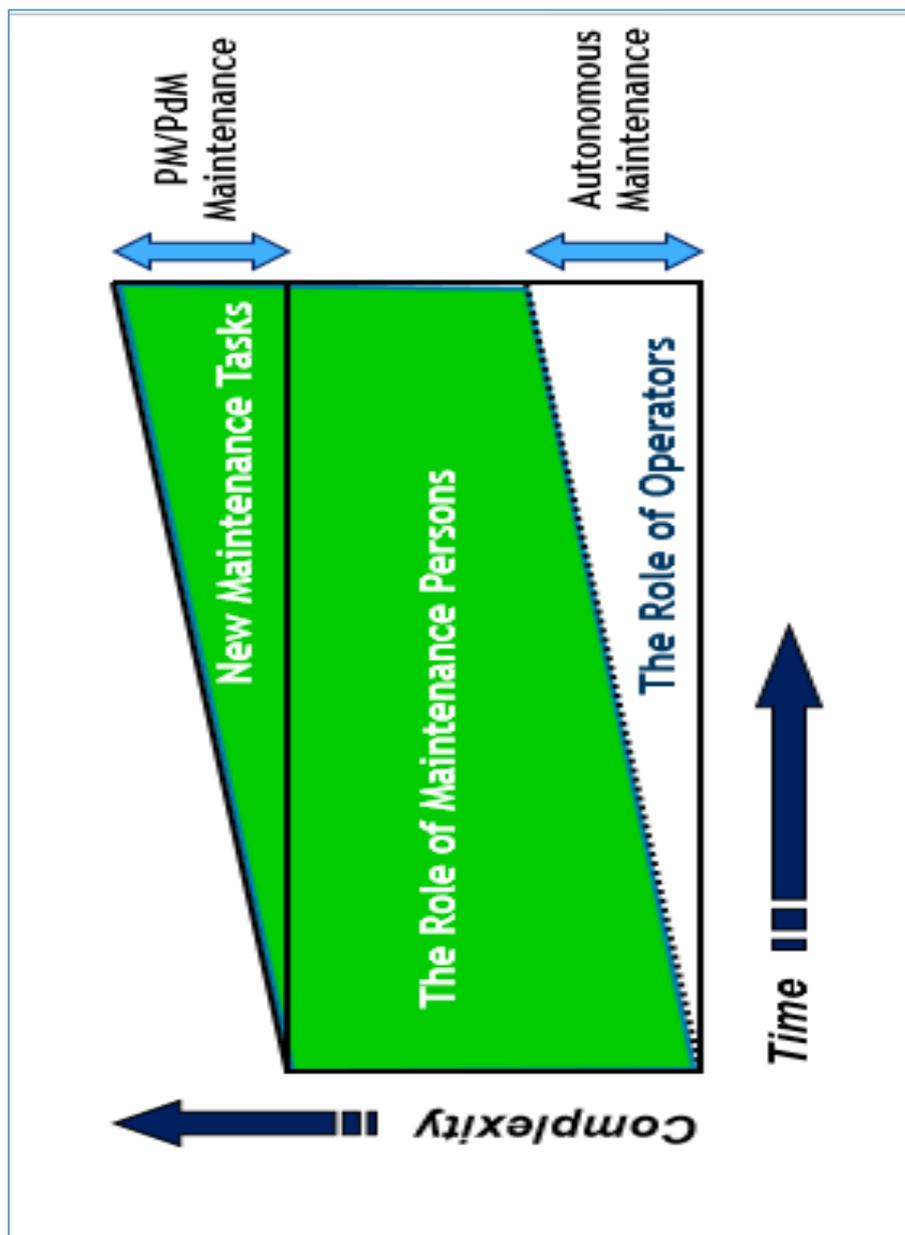


Fuente: Lean book de la compañía KCC

Presentaremos esta diapositiva para mostrar al equipo que si los operadores asumen nuevos roles dentro de mantenimiento, el personal técnico también asumiría nuevos roles en el trabajo realizado como resultado de la eliminación de actividades de no valor agregado.

El propósito de esta diapositiva es mostrar al equipo que todos mantienen el mismo nivel de trabajo más sin embargo hay cambios en el trabajo realizado como resultado de la eliminación de actividades de no valor agregado.

Figura n.º 3-22. Figura nuevos roles para Operadores y Técnicos de mantenimiento

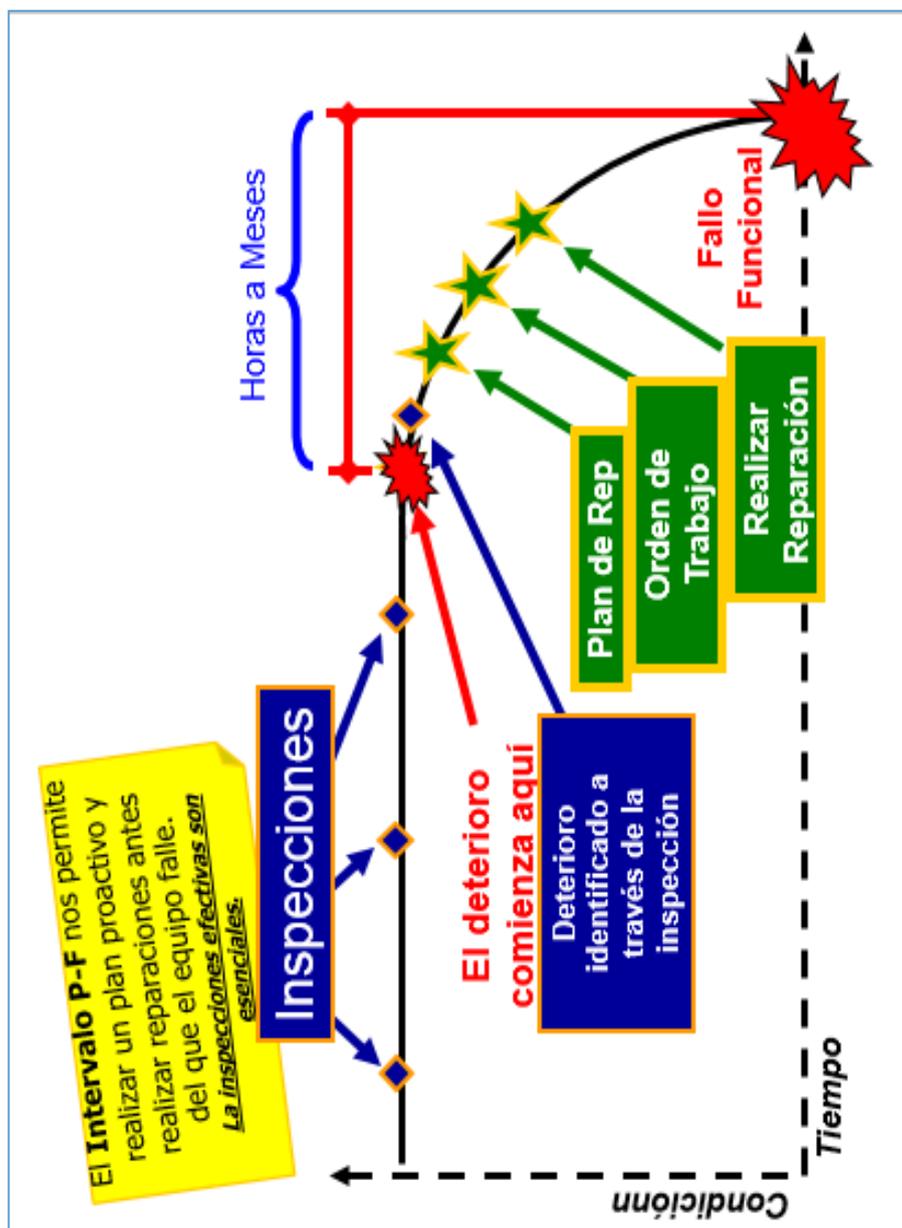


Fuente: Lean book de la compañía KCC

Mostraremos el impacto de inspeccionar con la frecuencia y tiempo apropiados, si no se lleva a cabo con la frecuencia adecuada tendremos fallos esporádicos. Inspeccionando de la manera correcta se detectara el problema a tiempo para realizar el reemplazo de sus partes.

No debemos de tener eventos calendarizados para inspeccionar. Ya que deberíamos de estar inspeccionando cada día. Cuántas veces hemos caminado por el área de producción y hemos visto fugas de aceite sin considerarlas un fallo potencial?

Figura n.º 3-23. Figura Intervalo entre Fallo potencial y Fallo funcional



Fuente: Lean book de la compañía KCC

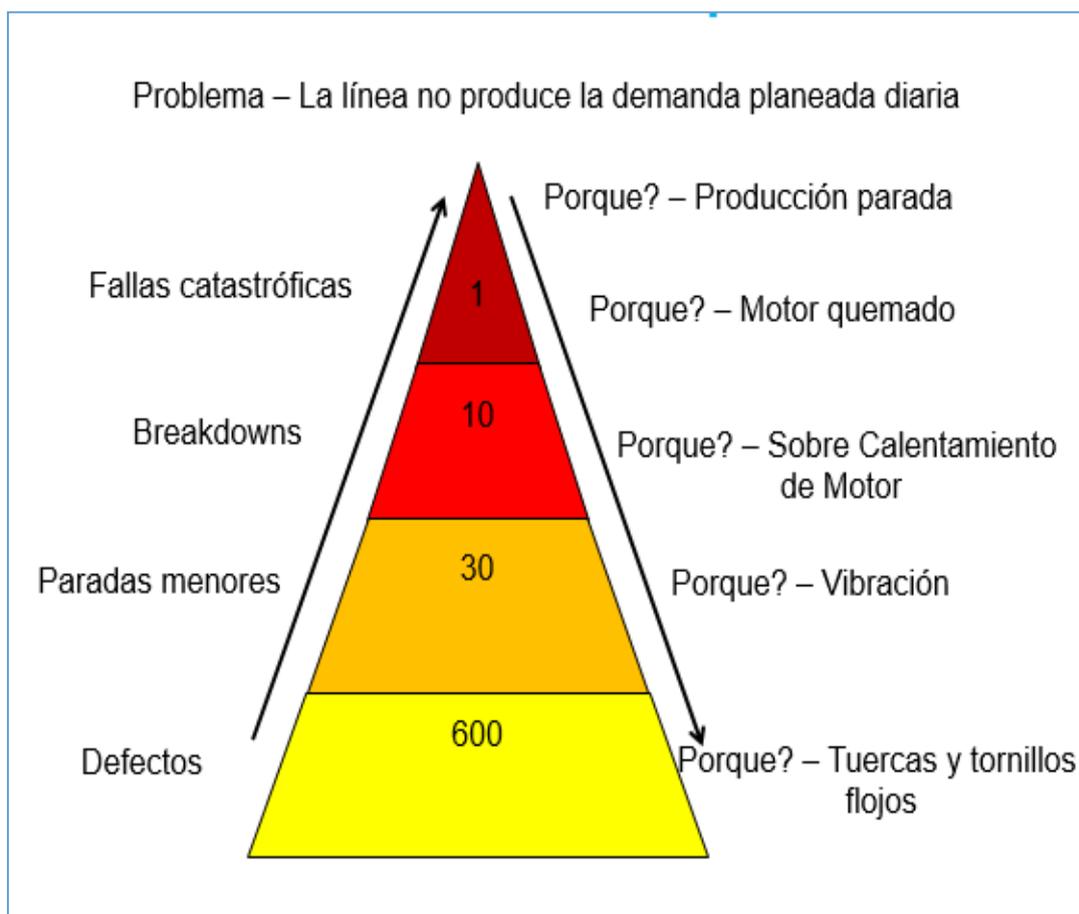
Pirámide de fallas de la máquina.

Del mismo modo que utilizamos la Pirámide de fallas que utilizamos seguridad, del mismo modo la podemos utilizar para proyectar los Fallos?, Usamos el mismo concepto para describir las fallas de la máquina. Por cada falla, hay muchas paradas. Y una falla menor es una condición deficiente o medio ambiente como a altas temperaturas, vibraciones, presión, polvo.

Fallas ocultas o anomalías son aquellas condiciones que pueden conducir a fallas menores, por ejemplo: tuercas sueltas, falta de lubricante, lubricante demasiado enchufados, los filtros, el exceso de suciedad, materias primas, suciedad, ruidos nuevos, etc.

Al realizar la resolución de problemas y llegar a la raíz del problema, a veces trabajamos nuestro camino hacia la pirámide.

Figura n.º 3-24. Pirámide de fallas de máquina



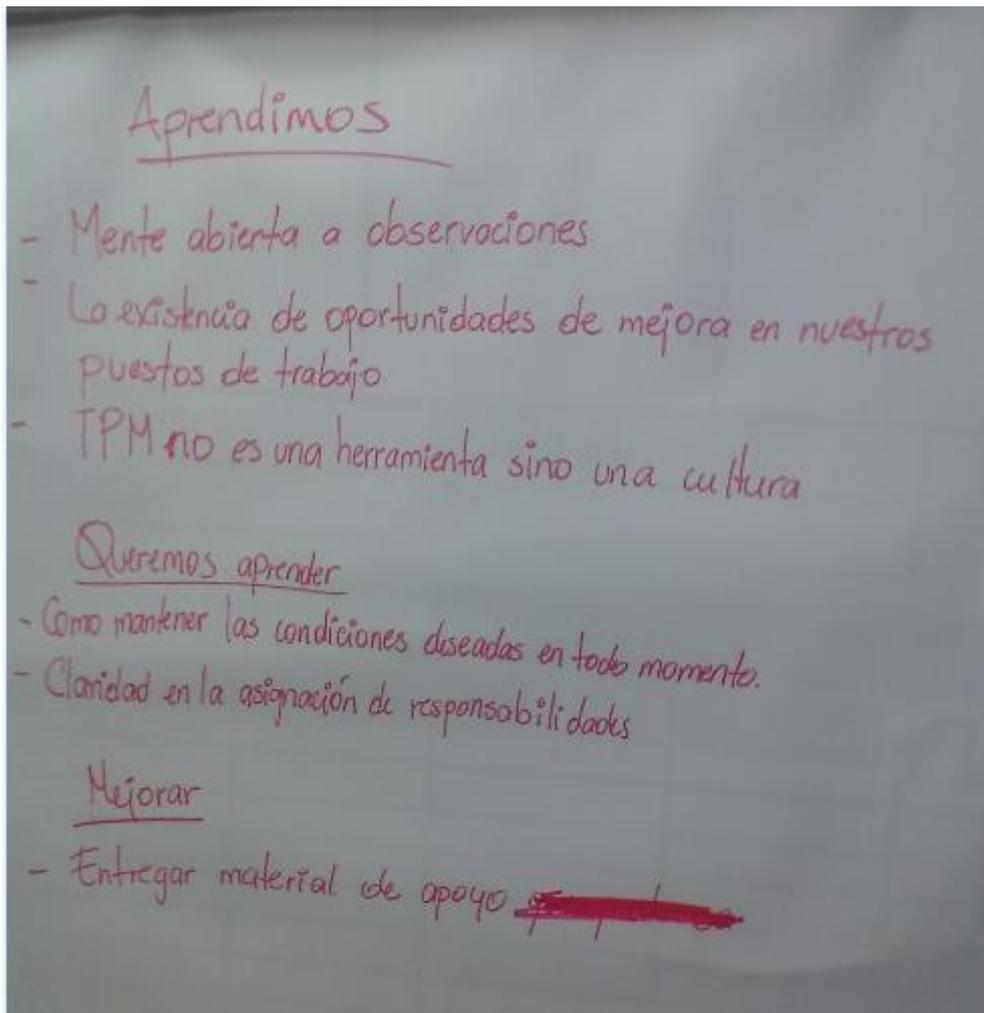
Fuente: Lean book de la compañía KCC

3.3.3. Entrenamiento día 02: Conceptos de 5S, Limpiar para inspeccionar (CTI), pequeñas reparaciones en máquinas y aplicar CTI en Sincro_1

Dinámica 4.- Comenzaremos el día haciendo una dinámica que nos ayude a hacer un repaso de los que aprendimos el día anterior, formaremos grupos interdisciplinarios, las preguntas:

- ¿Menciona una cosa que aprendió el día de ayer?
- ¿Menciona una cosa que usted quiere aprender un poco más?
- ¿Menciona qué harías para mejorar el proceso?

Figura n.º 3-25. Foto de dinámica N°4, Repaso del día 1



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Presentaremos la importancia de realizar 5S's dentro de las líneas de producción.

- a. Seleccionar.- distinguiendo claramente entre lo que es necesario y lo que no es necesario y la eliminación de lo innecesario. (Etiqueta Roja)
- b. Ordenar.- Organizar los elementos necesarios de modo que puedan ser utilizados y devueltos fácilmente.
- c. Limpiar.- Limpiar y aptos para el uso pisos, equipo y mobiliario en todas las áreas del lugar de trabajo.
- d. Estandarizar.- Mantener y mejorar el nivel de los tres primeros 5-S de.
- e. Sotener.- Lograr la disciplina o el hábito de mantener adecuadamente las correctas 5-S procedimientos.

Figura n.º 3-26. 5S's alineado con la Seguridad y la Calidad



Fuente: Lean book de la compañía KCC

Que problemas estamos buscando:

1. Contaminación, Suciedad, Polvo, Oxidación, Sarro, etc.
2. Evidencia de falta de lubricación / Corrosión / Escoria
3. Fugas de aire
4. Daños a, Líneas, Cables, Accesorios, Componentes
5. Suelto (Flojo), Tuercas, Pernos, Conectores
6. Abrasiones / Marcas de Quemaduras
7. Problemas de alineación

Figura n.º 3-27. Ejemplos de lo que se espera encontrar en la máquina



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Luego nos organizaremos para dirigirse a máquina a realizar el “Limpiar para inspeccionar”

Tabla n.º 3-4. Lista de materiales para la ejecutar Limpiar para inspeccionar

MATERIALES A UTILIZAR EN CUIDADO AUTONOMO					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Caja herramienta PVC de 24", Marca: STANLEY	4	UN	S/. 102.00	S/. 408.00
2	Cepillos industriales de bronce	24	UN	S/. 5.00	S/. 120.00
3	Tijera industrial de 200mm, Marca: ARTESCO	8	UN	S/. 32.00	S/. 256.00
4	Cinta métrica metálica de 03 metros, Marca: STANLEY	4	UN	S/. 8.00	S/. 32.00
5	Escobas para auto de nylon, Marca: REY	12	UN	S/. 4.00	S/. 48.00
6	Atomizador PVC de 01 litro	20	UN	S/. 6.50	S/. 130.00
7	Trapo industrial de color	12	KG	S/. 3.00	S/. 36.00
8	Desengrasante Industrial Ecológico (líquido)	4	GL	S/. 11.50	S/. 46.00
9	Espátula metálica de 03"(pulgadas), Marca: STANLEY	16	UN	S/. 6.00	S/. 96.00
10	Linterna LED de 02 pilas Tipo A, Marca: ENERGIZER	12	UN	S/. 48.00	S/. 576.00
11	Esponja verde laminada II, Marca: SCOTCH BRITE	48	UN	S/. 2.00	S/. 96.00
12	Escobas de nylon, Marca: REY	8	UN	S/. 12.00	S/. 96.00
13	Recogedores de basura de PVC, Marca: REY	8	UN	S/. 10.00	S/. 80.00
TOTAL COSTO					S/. 2,020.00

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Organizarse para dirigirse a máquina a realizar el “Limpiar para inspeccionar”

Figura n.º 3-28. Foto equipo antes de ingreso a máquina para el CTI



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-29. Equipo de limpieza de zona de Rebobinado



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-30. Tarjeta de identificación de fallas potenciales



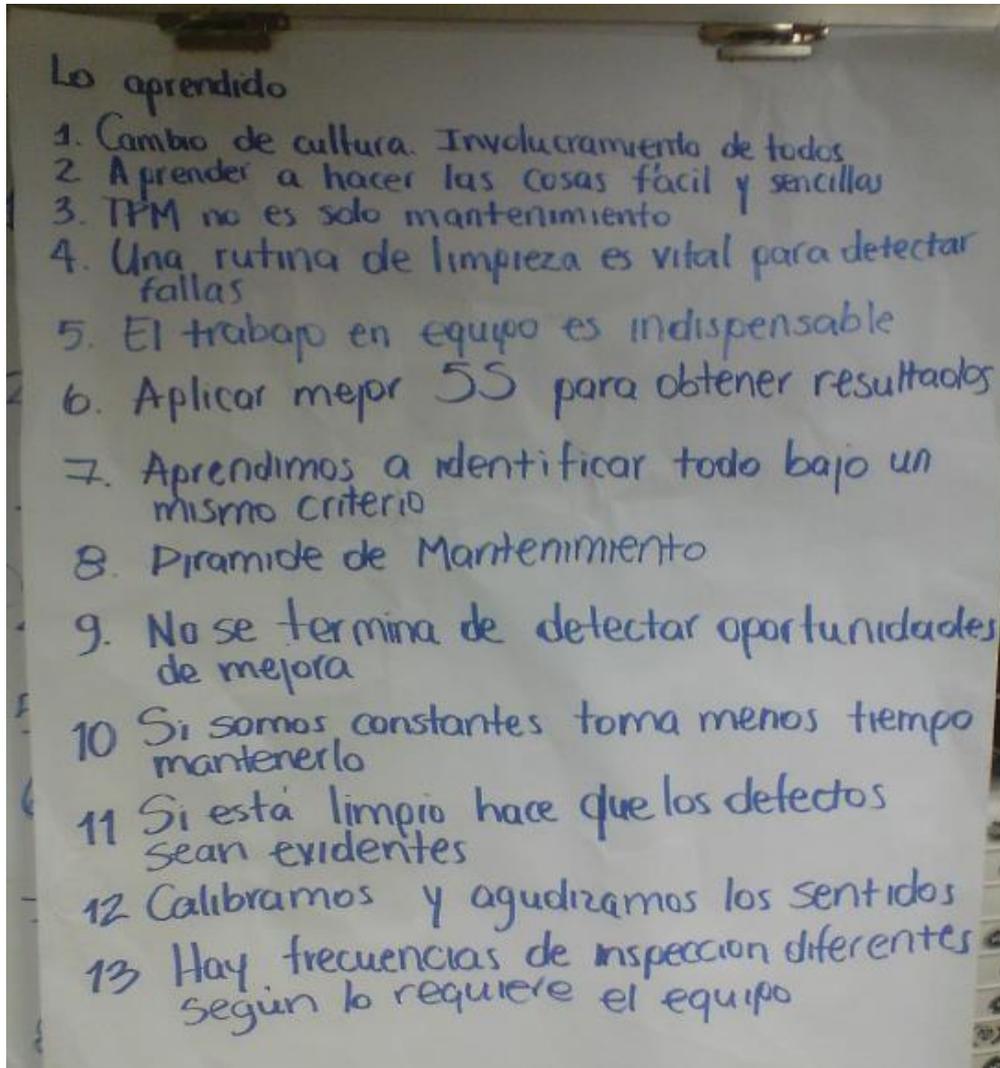
The figure shows three vertical identification cards for potential faults, each with a hole punch at the top. The cards are color-coded: red for 'SEGURIDAD', yellow for 'CALIDAD', and green for 'Productividad y Control de Procesos'. All cards have the number 'N° 00001' and the text 'CUIDADO AUTÓNOMO'. Each card includes fields for 'Nombre:', 'Fecha:', 'Línea / Sección:', and 'Problema:'. Below these is a large section for 'CUIDADO AUTÓNOMO' with a logo and a grid for recording data. The grid is divided into two main sections: 'Posibles soluciones' and 'Asignado a:'. The 'Asignado a:' section includes sub-sections for 'Mantenimiento Eléctrico' and 'Operación'. At the bottom of each card is a small box with the number 'N° 00001' and a logo.

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Dinámica 5.- haremos un resumen de cómo nos fue durante en este día, haremos una dinámica que nos ayude a hacer un repaso de los que aprendimos, formaremos grupos interdisciplinarios, para esta dinámica contaremos con 20min y estará a cargo del líder del equipo.

- a. ¿Qué cosas aprendiste?
- b. ¿Qué cosas te sorprendieron?

Figura n.º 3-31. Foto dinámica N°5



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Se realiza el resumen del día 02 del workshop de Cuidado Autónomo, donde se evidencia lo aprendido por parte de los operadores y personal de mantenimiento, siendo alguno de ellos los siguientes comentarios:

Cuidado Autónomo es un cambio de cultura con el involucramiento de todos

Hacer las tareas Fácil, Simple y Seguras

Se aprendió a identificar todo bajo un mismo criterio

Cuál es la pirámide de Mantenimiento

3.3.4. Entrenamiento día 03. Implementar pequeñas reparaciones, concepto y aplicación de contramedidas en la máquina y desarrollar estándares de trabajo.

Que es Contramedidas?

Son todas las reparaciones o instalaciones que nos reduce la necesidad o el tiempo de limpiar, lubricar, ajustar, inspeccionar, o reparar. Algunas contramedidas contra la contaminación:

1. Protectores o guardas
2. Invertir el flujo de aire
3. Filtros, Eliminar la contaminación versus soplar con aire

Figura n.º 3-32. Ejemplo 1 de Contramedida



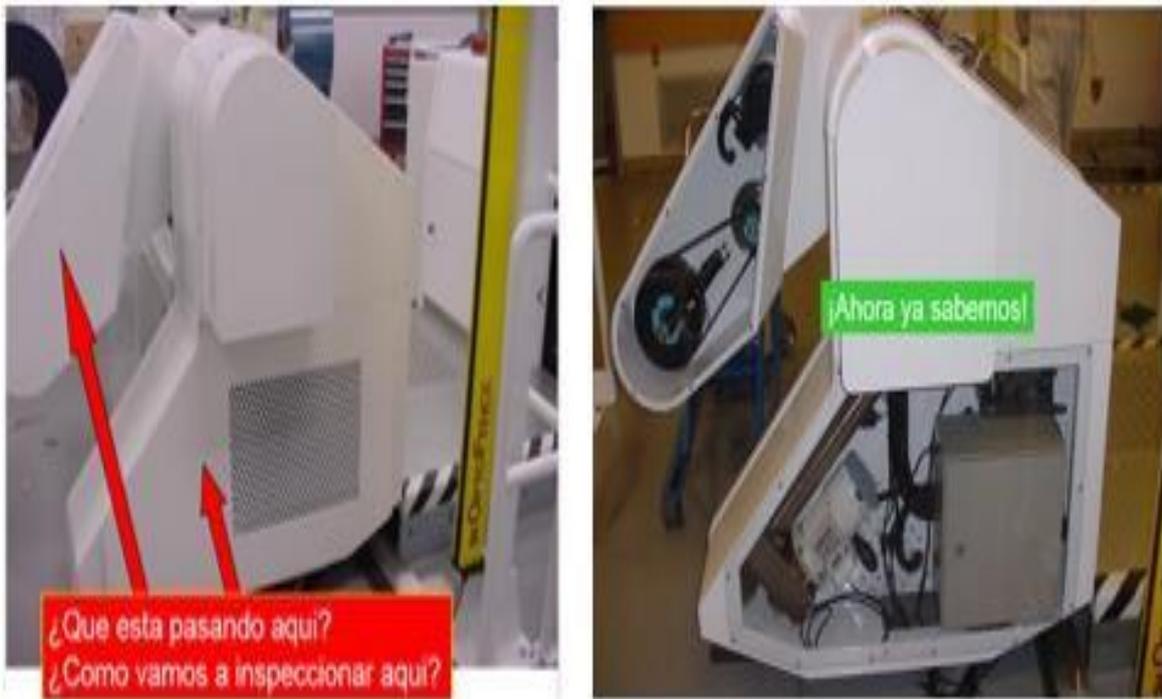
Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-33. Ejemplo 2 de Contramedida



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-34. Ejemplo 3 de Contramedida



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-35. Ejemplo 4 de Contramedida



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Estandares:

Aplicación de estándar, todos los estándares necesitan un mínimo de 4 elementos

- Contenido.- Que trabajo necesitas hacer?
- Secuencia.- En qué orden haces el trabajo?
- Tiempo.- Cuanto tiempo se tarda en hacer el trabajo?
- Resultado.- Como debe verse este cuando está terminado?

Figura n.º 3-36. Formato de estándar de limpieza 1

Tipo de documento:	Standard Work	Departamento:	Conversión
Elaborado por:	Nery Quevedo, Francia Martell, Juan Escobar, Douglas Chavez, Milton Merino, Raymonda Sanchez, Oscar Melendez, Jerson Abrego, Andrea Quesada	Máquina:	Sincro 4
Aprobado por:		Duración total:	10 minutos

Subestándar



Estándar



Responsable: Operador de Máquina		Estado de Máquina <input type="checkbox"/> Parada <input checked="" type="checkbox"/> Operación		Elementos de Protección: Zapatos, Tapones, Cofia.			
Frecuencia: Semanal				Herramientas: FOCO			
Paso	Tareas	Estándar	Min	Paso	Tareas	Estándar	Min
1	Verificar grasa en levas		2	4	Verificar lubricación y estado de la cadena		1
2	Verificar que NO hay fugas de aceite		2	5	Verificar correcto movimiento de brazos		1
3	Verificar fuerzas de sujeción de brazos a la leva		3	6	Verificar lubricación de piñones		1

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-37. Formato de estándar de limpieza 2

CUIDADO AUTÓNOMO				SINCRO_1			
Tipo de documento:		STANDARD WORK		Departamento:		Conversión	
Elaborado por:		Samuel Mori		Máquina:		Sincro_1	
Aprobado por:		Fátima Cebello		Duración total:		120 min	
Sub-estándar				Estándar			
							
Responsable: Operadores 2				Estado de Máquina		Elementos de Protección: Traje de limpieza, zapatos punta de acero, guantes de nitrilo, lentes de seguridad y mascarilla.	
Frecuencia: Mensual				<input checked="" type="checkbox"/> Parada <input type="checkbox"/> Operación		Herramientas: Espátulas, pistolas de aire, desengrasantes y trapos wypall.	
Paso	Tareas	Estándar	Min	Paso	Tareas	Estándar	Min
1	Limpiar el exceso de polvillo de cadenas, chumaceras, fajas, y rodillos de la sección de encolado.		10	4	Limpiar cadenas, rodamientos y engranajes y las estructuras laterales y los motoreductores del acumulador y distribuidor.		20
2	Utilizando aire comprimido limpiar de polvillo la estructura interior y lateral, rampa y tina de adhesivo. (manzueras , válvulas, regla y manómetros).		10	5	Aplicar aire comprimido a las bandejas del acumulador de logs , para ello colocar el sistema en manual, luego limpiar bandejas con trapo wypall .		40
3	Limpieza detallada de rodillos, fajas, listones transversales y estructuras laterales de la sección utilizando trapos wypall y desengrasante de ser necesario.		20	6	Retiro de residuos con aire comprimido. Llenado de tarjetas de aviso si se requiere cambio o mantto de pieza. Arranque de máquina.		20

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

3.3.5. Entrenamiento día 04: Desarrollar diagrama de flujo para tratamiento de tarjetas de AC y aplicación LSW

Trabajo Estandarizado de los Líderes (LSW):

“LSW se enfoca en revisar/verificar que los procesos están trabajando como se espera e iniciar la solución de problemas si no lo están”

LSW se enfoca en los procesos

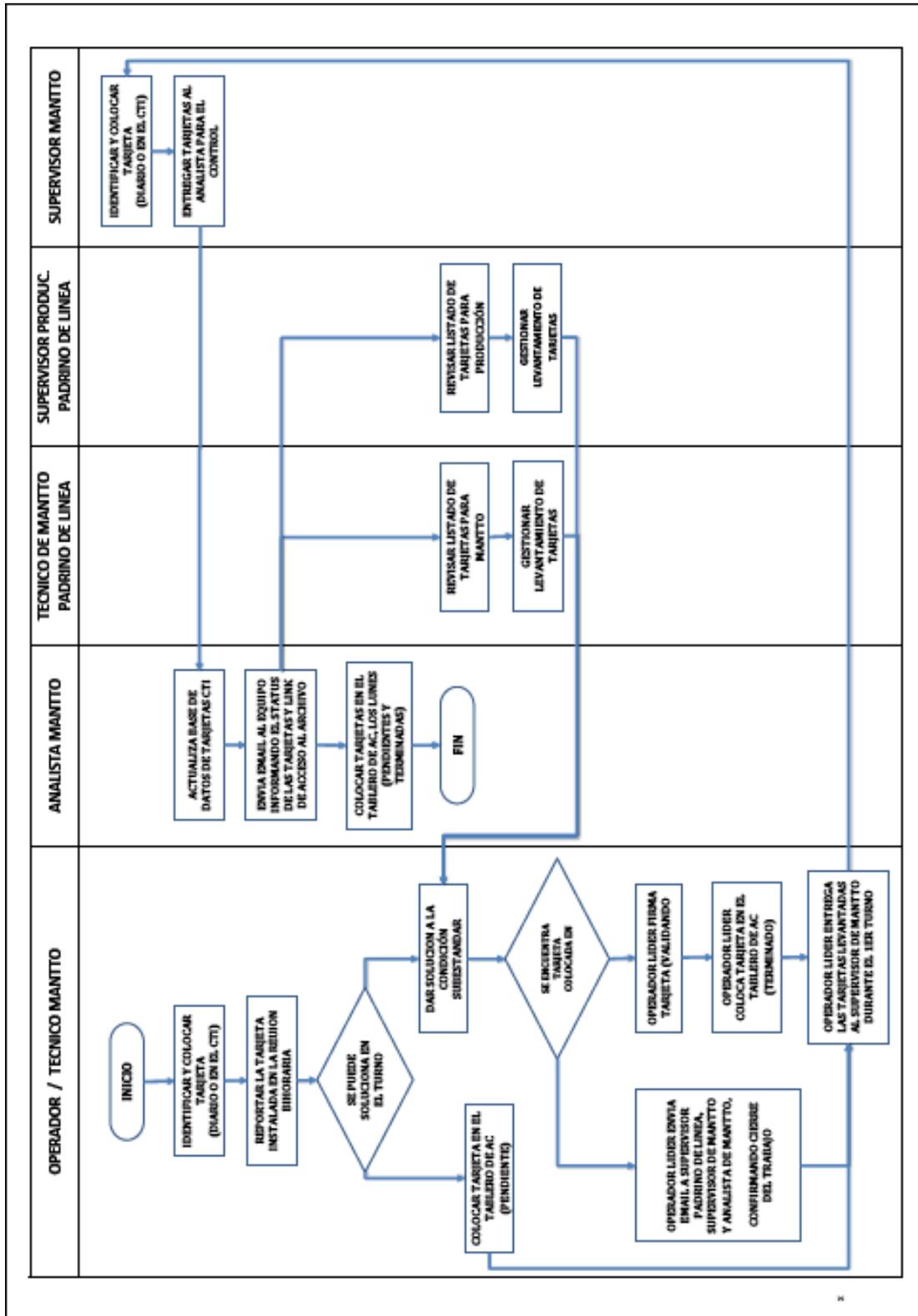
1. Dedicar tiempo en el proceso
2. Ver/Tomar/hacer las situaciones
3. Entender los resultados
4. Ayuda a estabilizar el proceso
5. Dirige la mejora

Diseño de flujo de tratamiento de las tarjetas (LSW):

El flujo inicia desde la creación de la tarjeta

1. ¿Se adapta el tiempo de resolución (24hr/15días/49 días) a las necesidades y forma de operar de la planta?
2. ¿Nivel jerárquico de como escalará las tarjetas que no pueden ser solucionadas en el plazo establecido?
3. ¿La tarjeta encontrada implica paro inmediato de máquina?, ¿Quién toma decisión de parar al encontrar una tarjeta crítica?
4. ¿Quién revisará los recursos necesarios para poder resolver tarjetas en los CTÍ's y/o ante tarjetas de emergencia?
5. ¿Cuánto tiempo después arrancamos los CTÍ's?, al resolver el 80% de todas las tarjetas

Figura n.º 3-38. Diagrama de flujo para atender tarjetas del AC



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-39. Flujograma de tratamiento de las tareas según LSW



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Como parte de la implementación de Mantenimiento Autonomo (Cuidado Autónomo) se obtuvieron 344 tarjetas, de las cuales fueron resultas 236 (36%), quedando 220 tarjetas pendientes, pero ya está definido el método para continuar con la ejecución y levantamiento de las mismas.

Tabla n.º 3-5 Seguimiento de tarjetas de CTI para detectar potenciales fallas

ADMINISTRACION DE TARJETAS DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO EN SINCRO_1			
TARJETAS	SEMANA 1	RESUELTAS EN LA PRIMERA SEMANA	% TARJETAS RESUELTAS SEMANA_1
ROJAS	33	10	30%
VERDES	125	38	30%
AMARILLAS	4	1	25%
TOTAL	162	49	30%
TARJETAS	SEMANA 2	RESUELTAS EN LA SEGUNDA SEMANA	% TARJETAS RESUELTAS SEMANA_2
ROJAS	66	27	41%
VERDES	111	47	42%
AMARILLAS	5	1	20%
TOTAL	182	75	41%
TARJETAS	TOTAL HALLAZGOS EN PLANTA	TOTAL RESUELTAS EN PLANTA	% TARJETAS RESUELTAS
ROJAS	99	37	37%
VERDES	236	85	36%
AMARILLAS	9	2	22%
TOTAL	344	124	36%
¡¡FÁCIL, SIMPLE Y SEGURO!!			

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-40. Charla de bienvenida al taller de Cuidado Autónomo



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-41. Reconocimiento de personal operativo



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-42. Reconocimiento de Entrenadores (TTT)



Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Figura n.º 3-43. Diploma de Participación en taller de Cuidado Autónomo

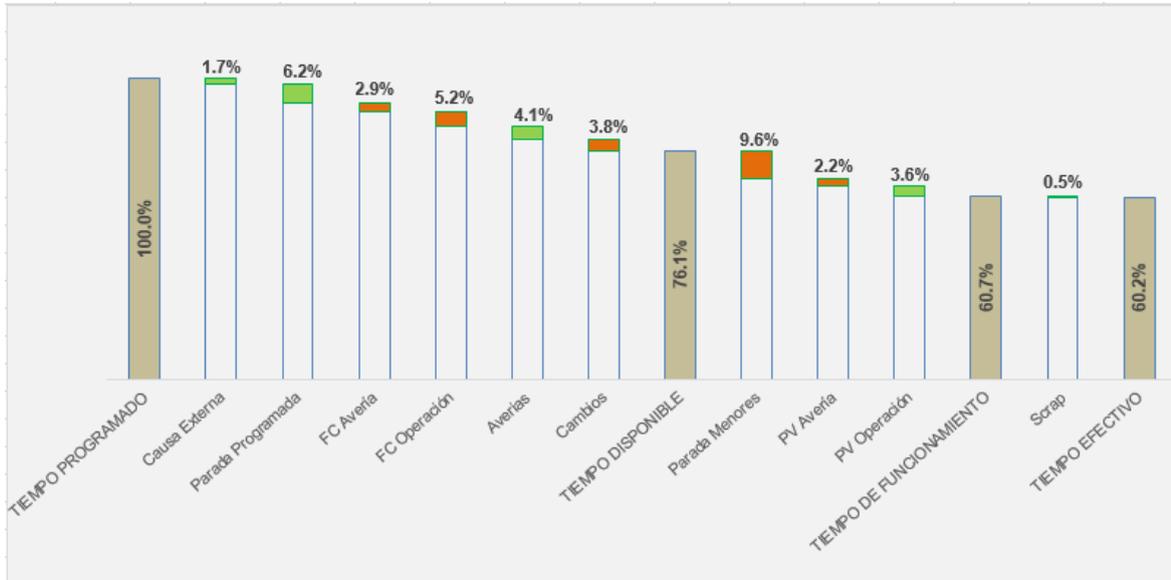


Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

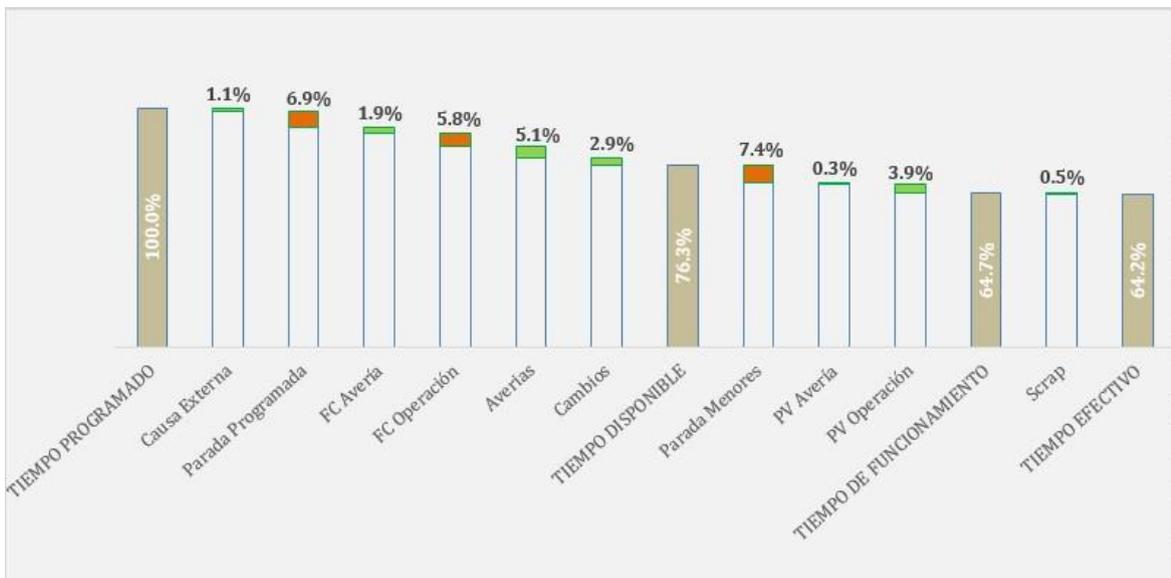
1. Se evidencia que con la implementación del Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en la máquina convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro, logramos incrementar la eficiencia de producción, pasamos de un OEE de 60,2% a un OEE de 64,2%.
2. Se evidencia que con la participación de los operadores en el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en la máquina convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro, se desarrolla el sentido de pertenecía detectando potenciales de fallas durante la jornada de Limpiar para Inspeccionar (CTI) y disminuimos el indicador de paradas por Averías, pasando de un OEE de 9,2% a 7,3%.
3. Se evidencia que con la participación de los operadores en el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en la máquina convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro, se desarrolla el sentido de pertenecía detectando potenciales de fallas durante la jornada de Limpiar para Inspeccionar (CTI) y disminuimos el indicador de paradas por Paros menores, pasando de un OEE de 9,5% a 7,4%.

Figura n.º 4-1. OEE de máquina Sincro_1 antes de implementar Mantenimiento autónomo



Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 4-2. OEE de máquina Sincro_1 después de implementar Mantenimiento autónomo



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Como conclusión podemos decir que con el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) mejoramos el indicador de eficiencia de producción, incrementamos el OEE en 4.0%, lo que representa un ahorro de \$ 52 416,00 dólares.
2. Concluimos que con la participación de los operadores en el Mantenimiento autónomo (Cuidado autónomo) detectando potenciales de fallas durante la jornada de limpiar para inspeccionar (CTI) disminuyendo los paros por Averías en la línea convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro, reducimos el OEE por Averías en 1.9% lo que representa un ahorro de \$ 24 897,60 dólares.
3. Concluimos que con la participación de los operadores en el Mantenimiento autónomo (Cuidado autónomo) detectando potenciales de fallas durante la jornada de limpiar para inspeccionar (CTI) disminuyendo los paros por Paros menores en la línea convertidora marca Fabio Perini modelo Sincro, reducimos el OEE por Paros menores en 2.1% lo que representa un ahorro de \$ 27 518,40 dólares.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en las demás línea convertidoras de la misma manera como fue implementado en la máquina convertidora SINCRO_1, porque nos ayudó a mejorar el indicador de eficiencia en 4,0%..
2. Se recomienda implementar el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en las demás línea convertidoras de la misma manera como fue implementado en la máquina convertidora SINCRO_1, porque nos ayudó a disminuir el indicador de OEE por paros por Averías en 1.9%.
3. Se recomienda implementar el Mantenimiento Autónomo (Cuidado Autónomo) en las demás línea convertidoras de la misma manera como fue implementado en la máquina convertidora SINCRO_1, porque nos ayudó a disminuir el indicador de OEE por paros por Paros menores en 2.1%.

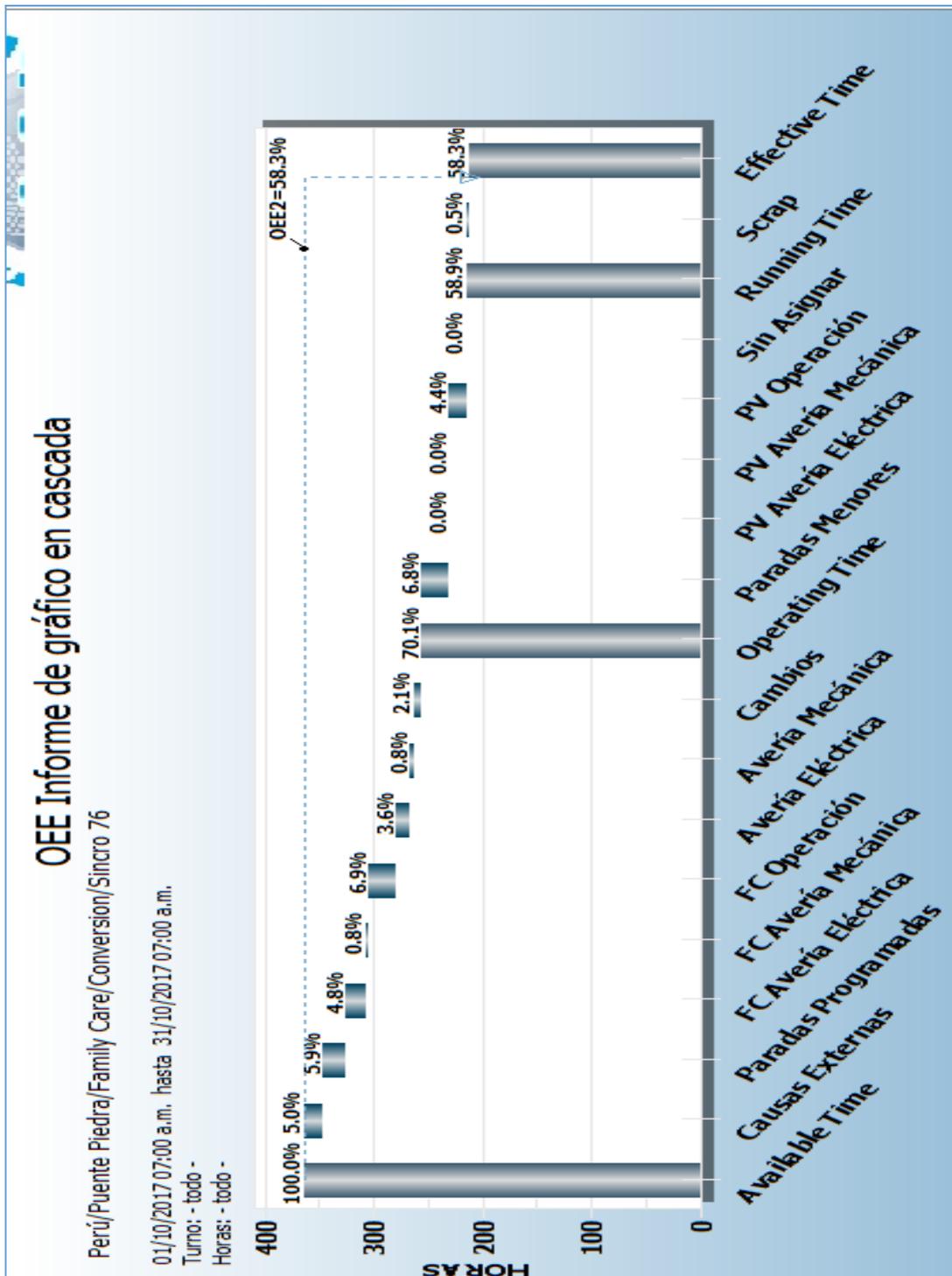
REFERENCIAS

- Bibing (s.f.) *Lean Manufacturing, Los orígenes del Lean*. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60218/fichero/04.+LEAN+MANUFACTURING.pdf>
- BS group (s.f.). *Los 08 pilares del TPM*. Recuperado de <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>
- Calvo Vega, L. & Bocanegra Alfaro, M. (2016). *Implementación de herramientas de Mantenimiento autónomo para incrementar eficiencia y eliminar pérdidas en la planta de producción Modelz*. (Tesis de titulación). Universidad privada del norte, Lima, Perú.
- Cuestas Alvarez, Antonio & Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (1999). *Mantenimiento autónomo por operarios*. Japón
- Delgado, Edgar (2017). *TPM – 7 pasos del Mantenimiento Autónomo*. Recuperado de <https://spcgroup.com.mx/tpm-7-pasos-del-mantenimiento-autonomo/>
- Galvan Romero, D. (2012). *Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional autónoma de México, México DF, México.
- Nakajima (s.f.). *Mantenimiento autónomo*. Recuperado de <http://www.mantenimientoplanificado.com/j/%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20AUT%C3%93NOMO.pdf>
- Paredes, Francisco (2009). *Mantenimiento Autónomo: Pilar característico del TPM*. Recuperado de <http://www.imc-peru.com/articulos/MantenimientoAutonomo.pdf>
- Ruth Lilibeth, L. (2016). *Mejora de proceso en la máquina aplicadora de liner de tapas coronas en la empresa packing products del Perú usando metodología Lean*. (Tesis de titulación). Universidad privada del norte, Lima, Perú.

- Salas Maceda, M. (2012). *Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las tapas de prehilado en una fábrica textil*. (Tesis de titulación). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Salazar Alza, P. (2016). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la operativa de los equipos de movimientos de tierra en la empresa multiservicios Punre SRL*. (Tesis de titulación). Universidad privada del norte, Cajamarca, Perú.
- Vargas Monroy, L. (2016). *Implementación del pilar Mantenimiento autónomo en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.* (Tesis de titulación). Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

ANEXOS

Anexo n.º 0-1. Cascada OEE según reporte del Performance Tool



Fuente: Base de datos Performance Tool de la empresa KCC

Anexo n.º 0-2. Tarjeta de Seguridad de Cuidado Autónomo

SEGURIDAD	Nº 00001
CUIDADO AUTÓNOMO	
Nombre: _____	
Fecha: _____	
Línea / Sección: _____	
Problema: _____	
 CUIDADO AUTÓNOMO	
Posibles soluciones: _____ _____ _____ _____	Nombre: _____ Fecha: _____ Línea: _____ Módulo: _____ Sistema: _____ Equipo / Pieza: _____ Problema: _____ 
Asignado a: Mecánico Eléctrico Operación	N° Aviso S.A.P.: _____
 Nº 00001	

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Anexo n.º 0-3. Tarjeta de Calidad de Cuidado Autónomo

	CALIDAD	N° 00001
CUIDADO AUTÓNOMO		
Nombre: _____		
Fecha: _____		
Línea / Sección: _____		
Problema: _____		

 CUIDADO AUTÓNOMO	Posibles soluciones: _____ _____ _____ _____	Nombre: _____ Fecha: _____ Línea: _____ Módulo: _____ Sistema: _____ Equipo / Pieza: _____ Problema: _____
N° Aviso S.A.P.: _____	Asignado a: Mecánico Eléctrico Operación	
		N° 00001

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Anexo n.º 0-4. Tarjeta de Productividad y Procesos de Cuidado Autónomo

Productividad y Control de Procesos	Nº 00001		
CUIDADO AUTÓNOMO			
Nombre: _____			
Fecha: _____			
Línea / Sección: _____			
Problema: _____			
<p style="text-align: center;">CUIDADO AUTÓNOMO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Nº AM 50 SAP: _____</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Asignado a:</p> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> </tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Mecánico Eléctrico Operación</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Nº 00001</p>			<p>Nombre: _____ Fecha: _____</p> <p>Línea: _____ Módulo: _____</p> <p>Sistema: _____ Equipo / Pieza: _____</p> <p>Problema: _____</p> <p>Possible solutions:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: right;"></p>

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo

Anexo n.º 0-5. Formato Estándar de trabajo

EMPRESA PAPELERA				STANDARD WORK TUQUERA			
Tipo de documento:		STANDARD WORK		Departamento		Conversión	
Elaborado por:				Máquina:			
Responsable:			Estado de Máquina		Elementos de Protección: Traje de limpieza, zapatos punta de acero, guantes de nitrilo, lentes de seguridad y mascarilla.		
Frecuencia:			<input checked="" type="checkbox"/> Parada <input type="checkbox"/> Operación		Herramientas:		
Paso	Tareas	Estándar	Min	Paso	Tareas	Estándar	Min
1				4			
2				5			
3				6			

Fuente: Taller implementación Cuidado Autónomo