ANÁLISIS DE LOS PASOS 1 – 3 DE TPM^2 EN LA LÍNEA DE EMPAQUE ICA.

SERGIO LEONARDO MENDOZA GASCA
20141377015
MAIRANELA RAMIREZ SALAZAR
20141377096

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2016

ANÁLISIS DE LOS PASOS 1 – 3 DE TPM^2 EN LA LÍNEA DE EMPAQUE ICA.

SERGIO LEONARDO MENDOZA GASCA
20141377015
MAIRANELA RAMIREZ SALAZAR
20141377096

Proyecto de grado para optar por el título de:
Ingenieros de Producción

Director:
Ing., Mg. Rubén Darío Bonilla Isaza
Grupo de investigación DEDALO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2016

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del director

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

Bogotá, D.C., Mayo de 2016

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Rector	Dr. Carlos Javier Mosquera Suarez
Decano Facultad Tecnológica	Ing., Mg Robinson Pacheco García
Coordinador Tecnología Industrial	Ing., Mg Manuel Alfonso Mayorga

Ni la universidad ni los jurados son responsables por los conceptos emitidos, de ellos son responsables únicamente los autores y su responsabilidad se soporta con las fuentes empleadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan los más sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades por su significativa contribución al desarrollo de este proyecto:

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, por ofrecer el conocimiento y experiencias para la formación profesional integral.

RUBÉN DARÍO BONILLA ISAZA, Ingeniero Eléctrico y docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Director del proyecto.

Contenido

INTRODUCCIÓN 12
1 CAPÍTULO 1. GENERALIDADES 13
1.1 Planteamiento del problema 13
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: 13
1.2 OBJETIVOS 13
1.2.1 OBJETIVO GENERAL: Analizar los pasos 1-3 de TPM^2 en la línea de empaque. 13
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
1.3 JUSTIFICACIÓN 14
2. CAPÍTULO 2: CARACTERIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA 15
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 15
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TPM^2 17
2.3 MODELO DE COMUNICACIÓN 18
2.4 PILARES TPM: 21
2.5 DESARROLLO DE LAS FASES TPM EN LA ORGANIZACIÓN 22
2.6 IMPLEMENTACIÓN EN LÍNEAS DE MANUFACTURA 23
2.7 LÍNEA PILOTO Y RÉPLICAS 24
2.8 GENERALIDADES DE UNA LÍNEA PILOTO 24
2.8.1 Herramientas de una línea piloto 25
2.9 DESARROLLO DE COMPETENCIAS: 29
2.9.1 Competencia 30
2.9.2 Matriz de habilidades 30
2.9.3 Componentes de una matriz de habilidades 31
2.9.4 Diccionario de competencias 32
2.10 PASOS TPM 33
2.10.1 Habilidades a desarrollar en los diferentes pasos 34
2.10.2 Desarrollo de habilidades en los pasos de MA 35
2.10.3 Paso 0: Organización y Orden 36
2.10.3.1 Relación entre mantenimiento autónomo y las 5’s. 36
2.10.3.2 Organización (SERI): 37
2.10.3.3 Orden (SEITON): 37
2.10.3.4 Limpieza (SEISO) 39

2.10.3.5 Estandarización (Seiketsu) 39
2.10.3.6 Disciplina (Shitsuke) 40
2.10.3.7 Beneficios de las 5's: 41
2.10.3.8 Relación de las 5's con las 7 grandes Pérdidas 41
2.10.4 Paso 1: Limpieza es Inspección 43
2.10.4.1 Identificación y reporte de anormalidades 47
2.10.4.2 Generación de los estándares iniciales de limpieza 49
2.10.5 Lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación (LDA Y FC) 50
2.10.5.1 Control de LDA Y FC 51
2.10.5.2 Flujo de gestión de FC Y LDA 52
2.10.6 Paso 3: Estándares provisorios Limpieza, Inspección, Lubricación, Ajuste (LILA). 54
2.10.6.1 Flujo de implementación PASO 3 55
3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS 57
3.1 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD 57
3.2 EVOLUCIÓN DE INDICADORES 59
3.3 ACTIVIDADES POR PASO 67
3.3.1 Paso 0: Clasificación y Orden 67
3.3.2 Paso 1: Limpieza es inspección 71
3.3.3 Paso 2: Lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación 76
3.3.4 Paso 3: Estándares provisorios LILA 81
3.3.4.1 Sistemas críticos entregados por mantenimiento 81
3.3.4.2 Creación de estándares 82
3.3.4.3 Evolución de los puntos LILA 83
CONCLUSIONES 85
BIBLIOGRAFÍA 86

LISTA DE GRÁFICAS

pág.

Gráfica 1. Diagrama de flujo proceso de tostado y molido 16
Gráfica 2. Relación pilares TPM con los diferentes modelos de gestión 17
Gráfica 3. Modelo de comunicación TPM mediante pirámides traslapadas 18
Gráfica 4. Implementación de TPM en la organización por fases 22
Gráfica 5. Esquema de apadrinamiento de pilares 24
Gráfica 6. Ejemplo de una LUP 25
Gráfica 7. Punto de Información máquina 26
Gráfica 8. Reunión de PET 26
Gráfica 9. Ejemplo tarjeta roja 27
Gráfica 10. Ejemplo tarjeta azul 28
Gráfica 11. Componentes de la competencia 29
Gráfica 12. Tipo de competencias a desarrollar 30
Gráfica 13. Interpretación y Convenciones 31
Gráfica 14. Ejemplo de Diccionario de competencias 32
Gráfica 15. Habilidades a desarrollar en los diferentes pasos de TPM 33
Gráfica 16. Cambio de reactivo a Anticipativo 34
Gráfica 17. Relación entre los pasos de MA con las 5's 35
Gráfica 18. Limpieza como inspección Vs Limpieza de Rutina 45
Gráfica 19. Reporte de Tarjeta Roja 47
Gráfica 20. Ejemplo de Matriz de Priorización 51
Gráfica 21. Evolución del EGE 57
Gráfica 22. Desperdicio 59
Gráfica 23. LUP'S 60
Gráfica 24. Averías 61
Gráfica 25. Tarjetas Rojas / Azules 62
Gráfica 26. Incidentes / Accidentes 63
Gráfica 27. No conformes (UND) 64
Gráfica 28. Matriz de Habilidades Paso 0 66
Gráfica 29. Mapa de Orden línea ICA 67
Gráfica 30. Criterios de clasificación elementos innecesarios jornada ICA 68
Gráfica 31. Acción tomada para elementos incensarios 69
Gráfica 32. Matriz de habilidades paso 1 70
Gráfica 33. Tipos de normalidad encontradas tarjeta roja 71
Gráfica 34. Tipos de normalidad encontradas tarjeta azul 72
Gráfica 35. Números de estándares por zona de maquina 73
Gráfica 36. Matriz de habilidades paso 2 74
Gráfica 37. Reporte de LDA y procesos afectados 75
Gráfica 38. Reporte de FC y procesos afectados 76
Gráfica 39. Acciones ECRS tomadas 77
Gráfica 40. Acciones tomadas para FC 78

Gráfica 41. Acciones tomadas para LDA 78
Gráfica 42. Propuestas 81
Gráfica 43. Actividades LILA iniciales 81
Gráfica 44. Actividades LILA finales 82

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Implementación de TPM en líneas de Manufactura 23
Tabla 2. Sistema – punto LILA – ICA 79

INTRODUCCIÓN

La implementación de la metodología TPM2 se está realizando como una medida corporativa para cumplir con los objetivos estratégicos del grupo el cual es mejoramiento continuo y satisfacción del cliente. Dentro de la metodología se selecciona una línea de producción como línea piloto en donde se va llevar a cabo la implementación de los pasos de TPM2, la metodología expone que se debe seleccionar la línea que más problemas presente en la planta; para este caso la máquina seleccionada fue la línea ICA la cual es la que presenta el número más alto de averías. Se seleccionó implementar está metodología ya que es integral a los sistemas de gestión implementados en la fábrica, además busca la optimización de los activos empresariales (Mano de Obra, Máquina, Material y Método) a través de la eliminación de las pérdidas de confiabilidad y la educación de las personas generando un cambio de cultura.

Las empresas dedicadas al sector productivo, enfocan sus actividades a la transformación de materias primas para la obtención de bienes de consumo, tal es el caso del sector de manufactura que para Colombia representó en el primer trimestre del 2014 una variación positiva del 3.2% en el PIB (Colombia, 2014, págs. 13-16), dentro de las características que tienen este sector se encuentra la intervención de maquinaria, materia prima y mano de obra; del uso correcto de estos tres factores depende el nivel de productividad que manejen dichas industrias.

Entiéndase productividad como el uso más idóneo de todo tipo de recursos: físicos, tecnológicos, herramientas de gestión y talento humano; la adecuada conjunción de todos estos aspectos hace posible alcanzar altos niveles de calidad en el estándar de producción, agregar valor y lograr un excelente servicio al cliente (Company, 10 de Enero 2015) .

1 CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Las empresas del sector de alimentos dedicadas a la actividad de café tostado y molido están compuestas por diferentes líneas de producción[1] dentro de las cuales se encuentran tostadores, molinos y líneas de empaque, para esta última se presentan varios inconvenientes debido a que su intervención dentro del proceso es aproximadamente del 60%; por lo anterior se presentan constantes fallas y averías generadas por la no identificación por parte de los operarios de deterioros forzados y desajustes en los diferentes componentes de la máquina, como son: tornillos, tuercas, remaches, entre otros, debido a que el operario no es personal de mantenimiento, no cuenta con la experticia necesaria o el tiempo adecuado para resolver este tipo de situaciones, dicha falta de habilidad impacta de manera negativa los tiempos de disponibilidad del equipo ya que es necesario detener la operación de producción para que mantenimiento intervenga la falla o avería, además de la generación de producto no conforme.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL: Analizar los pasos 1-3 de TPM[2] en la línea de empaque.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Realizar un análisis de la implementación de TPM[2] en cuanto a averías y accidentes, con el fin de evaluar los resultados obtenidos.

[1] Entiéndase en este caso como línea de producción a las diferentes máquinas que interfieren en el proceso.

3. Realizar un análisis de los indicadores de producción de la línea de empaque.
4. Realizar un cuadro de similitudes entre TPM y los sistemas integrados de gestión implementados en la planta.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo industrial de los sectores productivos en los diversos países del mundo ha originado que se establezcan retos en las mejoras productivas, creando nuevas alternativas de solución.

En Colombia optar por implementar un modelo de mejora en los procesos puede llegar a ser visto como un reto, debido a que implica una inversión de capital considerable y requiere romper modelos mentales, ya que las cosas nuevas o innovadoras asustan a la gran mayoría de los microempresarios, este paradigma hace que muchas PYMES se queden estancadas o incluso lleguen a cerrar al poco tiempo de ser consolidadas, para el 2014 cerró aproximadamente el 33.21% de las empresas consolidadas , que hacían parte del sector manufacturero (Amador, OCTUBRE 06 DE 2014), al no identificar que fallas existen dentro de la gestión de sus actividades, estas empresas están condenadas a repetir una y otra vez los mismos errores recurriendo a costos y pérdidas que podrían ser medidos y controlados.

Las empresas que deciden integrar modelos de mejora a sus operaciones adquieren una ventaja competitiva frente a las demás ya que la búsqueda de acciones que agregan valor al proceso hacen que estas vayan evolucionando reduciendo las pérdidas que se presentan, además muchas de estas prácticas son reconocidas por empresas en el exterior lo que le brinda un reconocimiento a la entidad que decide implementarla.

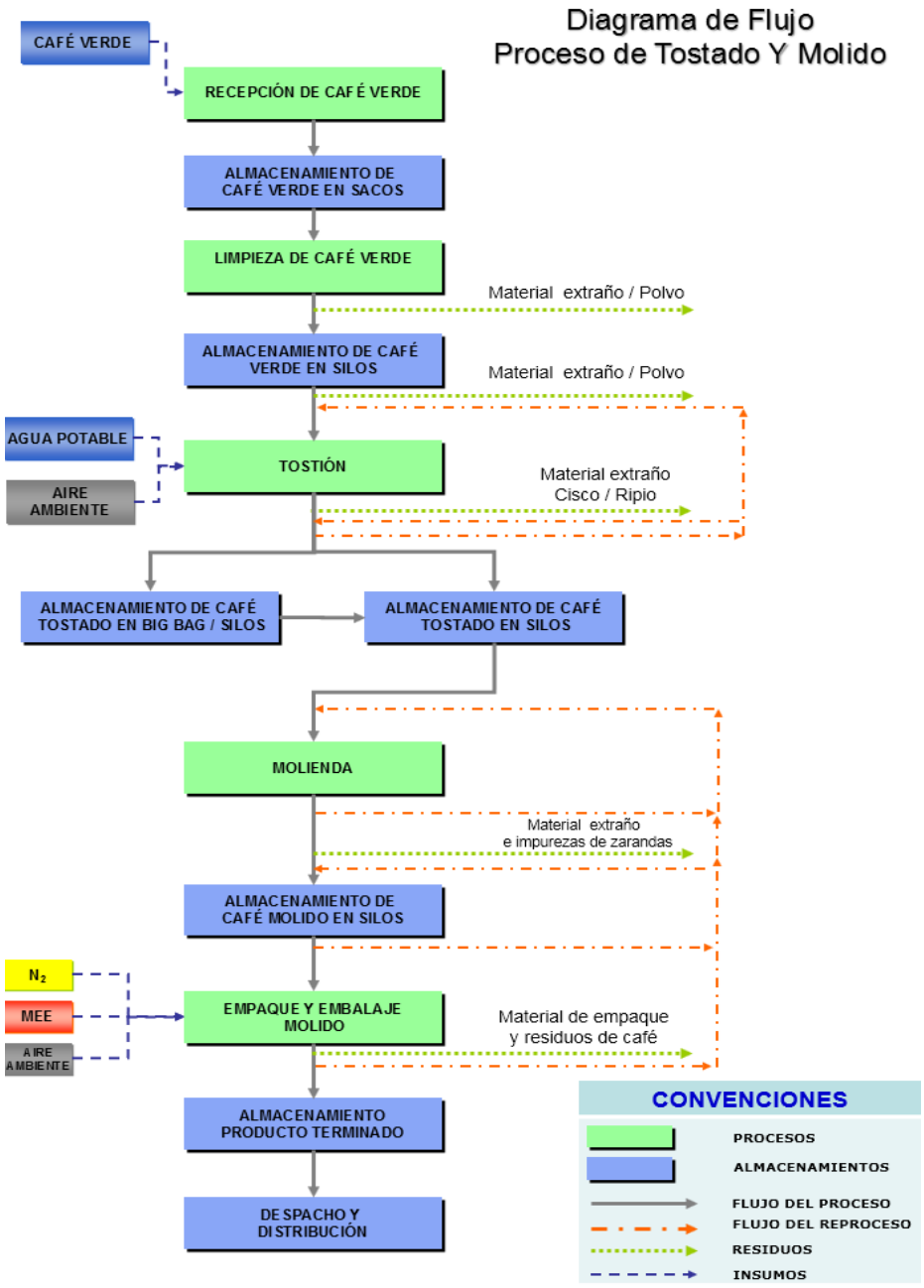
Por todo lo anterior se decidió realizar este análisis sobre la metodología, ya que TPM2 busca la creación de un método que maximice la eficiencia del sistema productivo, formando un sistema que evite las pérdidas.

2. CAPÍTULO 2: CARACTERIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

A nivel nacional las empresas más representativas en la elaboración de productos de café tostado y molido son Águila Roja, Industrias Aliadas, Tropical Coffee, Colcafé y Casa Luker, a continuación se muestra el proceso productivo de estas empresas:

Gráfica 1.



Fuente: Propia

Las actividades que se muestran en el Diagrama 1, son las más comunes en las empresas de tostado y molido; las variables que se manejan en los procesos,

(recuadros verdes) como lo son tiempo, temperatura de tueste[2] y molienda[3] cambian dependiendo de la empresa y el tipo de café[4] a procesar.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TPM²

"El TPM² se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos". (Maintenance, TPM2, 1989)

El modelo TPM² busca la generación constante conocimiento y habilidades en los colaboradores con el fin de convertirlos en autónomos, a medida que se entrenan son capaces de identificar, analizar, proponer mejoras y actuar dentro de su lugar de trabajo mejorando así las condiciones de operación actuales, llevándolas a alcanzar un nivel superior.

La relación que tiene TPM con los diferentes modelos de gestión que se manejan a nivel empresarial hace que sea una de las mejores opciones para implementar esta metodología ya que las actividades que realizan los diferentes pilares TPM cumplen con los requisitos de diferentes normas.

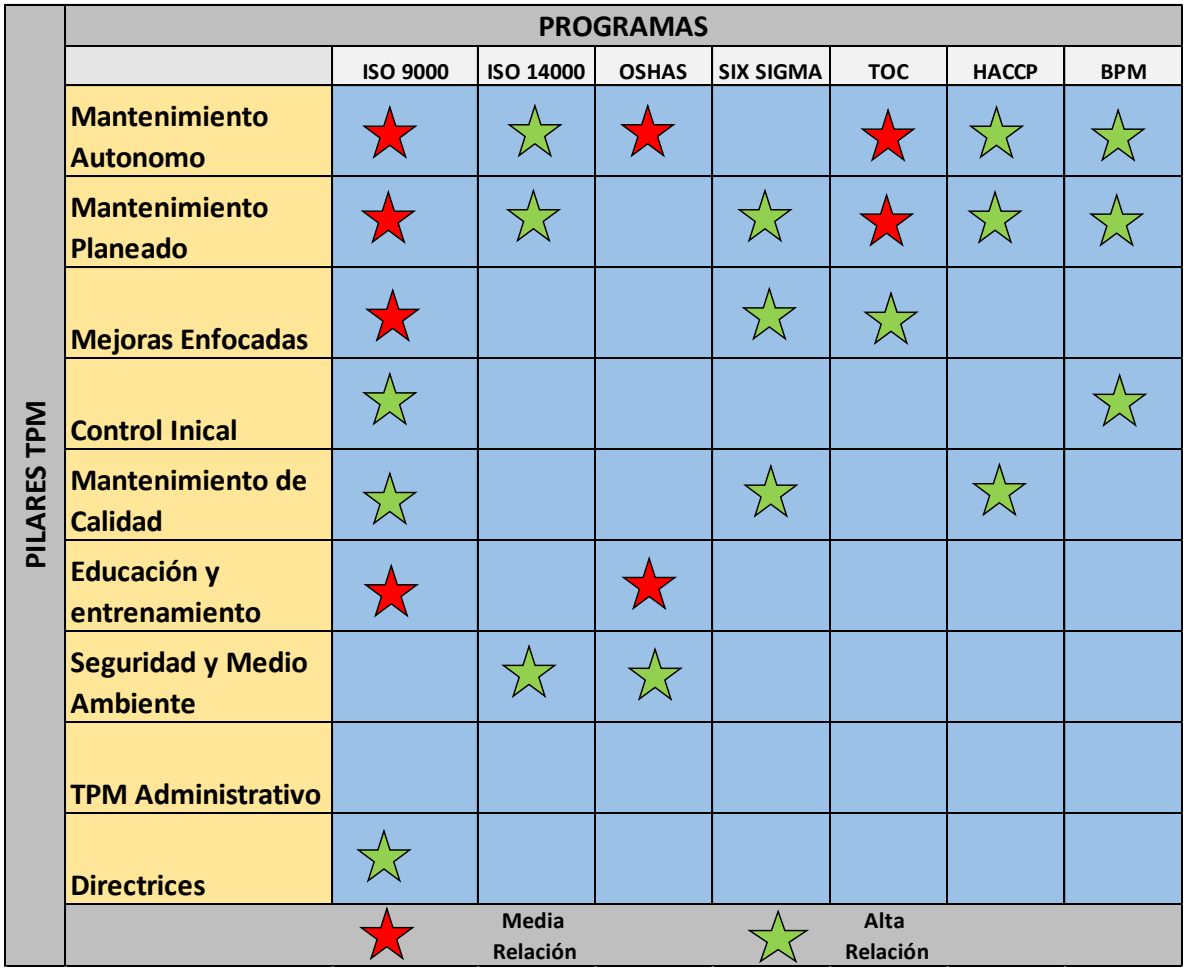
---

[2] Tueste: Consiste en someter el grano de café verde durante un tiempo limitado a una alta temperatura para que este libere sus propiedades (Aroma, Sabor, Color).

[3] Molienda: una vez el grano ha sido tostado se somete a un proceso trituración por medio de dos elementos giratorios que machan el grano.

[4] Comercialmente se manejan tres tipos de café caracterizados según su tipo de molienda estas son Grueso, Medio y Fino

Gráfica2. Relación pilares TPM con los diferentes modelos de gestión

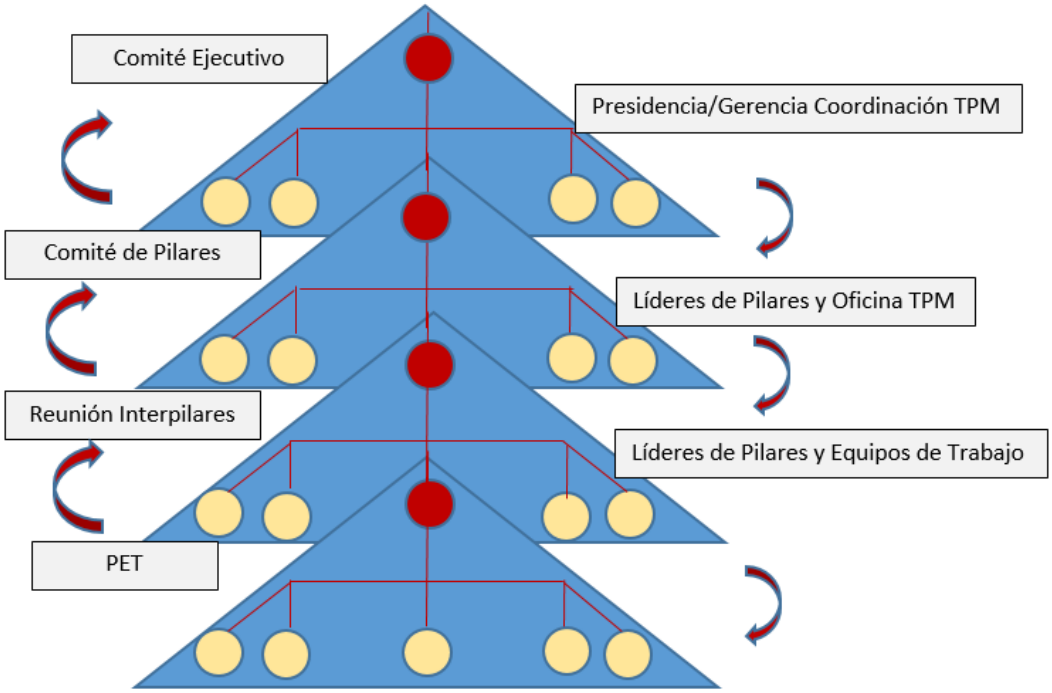


Fuente: Facilitadores TPM 2013 Curso Réplica

2.3 MODELO DE COMUNICACIÓN

El modelo de comunicación de TPM es mediante una figura de pirámides traslapadas para gestionar todo lo relacionado con su implementación, partiendo desde abajo con reuniones de pequeño equipo de trabajo y ascendiendo hasta el comité ejecutivo que cuenta con presencia de todas las gerencias y el presidente.

Gráfica 3. Modelo de comunicación TPM mediante pirámides traslapadas



Fuente: Propia

Pequeño Equipo de Trabajo (PET): Está compuesto por los colaboradores que operan una máquina, este se integra por operarios y técnicos, busca el desarrollo de habilidades y capacitación técnica, compromiso con el desarrollo de las actividades, utiliza los cinco sentidos y el sentido común, realiza las actividades preestablecidas por los pilares, expone sus dificultades del trabajo y realiza mejoramientos alcanzando las metas establecidas por el comité gerencial.

Reunión Interpilares: Garantiza el cumplimiento de las metas de eficiencia operacional, participa de las actividades desarrolladas por grupos autónomos y atiende, cuando es pertinente, las peticiones hechas por los colaboradores para mejoramiento del ambiente de trabajo (hombre, máquina, método, material).

Comité de pilares: Se compone por los líderes de pilar y Oficina TPM, cumple las metas establecidas por el comité ejecutivo, provee apoyo al programa en la estructuración de los pilares, hace disponible hombre/hora para capacitación de colaboradores y parada de máquina para realización de mantenimiento planeado.

Comité Ejecutivo: dirección, gerencia y secretaría general del TPM[2] establece las directrices del programa, la planificación estratégica y las prioridades de actividades conforme a los indicadores PQCDSM[5].

Este modelo de comunicación se encarga de transmitir en cada uno de los niveles las necesidades encontradas para continuar con la correcta implementación de la metodología, es por ello que la base de la pirámide son las reuniones de PET, ya que en este espacio los apoyos de los pilares e integrantes del PET identifican oportunidades de mejora, para continuar con la implementación, estas necesidades son llevadas al líder de pilar quien junto a su equipo de trabajo generan un plan de acción, después pasa por una validación en conjunto por todos los líderes de pilares quienes evalúan si el plan de acción realizado satisface las necesidades reales del PET, por último pasa al comité ejecutivo donde se evalúa la viabilidad y factibilidad. Todas las decisiones que son tomadas en este nivel de la pirámide son retroalimentadas a los niveles inferiores hasta llegar al PET.

Beneficios de este modelo de comunicación:

- Comunicación permanente en todos los niveles y direcciones.
- Genera participación continua de todas las partes interesadas.
- Compromiso de la alta gerencia con la implementación.
- Generación de conocimiento y nuevas habilidades para los pequeños equipos de trabajo (PET). (TPM, 2013).

[5] Indicadores Productividad, Calidad, Costos, Despachos, Seguridad, Motivación.

2.4 PILARES TPM:

La base de la implementación de la metodología TPM se fundamenta en la estructuración de 8 pilares que se encargan de planear y desarrollar estrategias para la correcta implementación de la metodología en el lugar de trabajo, cada pilar tiene un papel único. Para asegurar que las acciones y estrategias tomadas por los pilares son correctas, la Secretaría TPM, dirige y da las directrices acorde a las necesidades planteadas por la dirección.

Mantenimiento Autónomo (MA): Desarrolla en el operario habilidades que le permiten conocer su equipo y puesto de trabajo, hasta el punto de restablecer en ellos las condiciones básicas de operación, definiendo rutinas de inspección diarias y llevando a cabo reparaciones menores.

Mantenimiento Planeado (MP): Asegura la confiabilidad de los equipos, implementando planes de prevención y técnicas de diagnóstico para lograr las Cero Averías, optimizando así los costos.

Educación y Entrenamiento (E&E): Promueve el desarrollo de competencias a través de la aplicación del Ciclo Ideas, facilitando el cumplimiento de los objetivos de la Organización.

Seguridad y Medio Ambiente (SHE): Crea un sistema de gestión que promueve y apoya a todos los procesos para lograr un ambiente de trabajo sano, ordenado, libre de contaminación y con Cero Accidentes.

Control Inicial (CI): Incorpora el aprendizaje y las necesidades de todos los pilares en el desarrollo de nuevos productos y puesta en marcha de nuevas tecnologías, minimizando los costos y tiempos asociados.

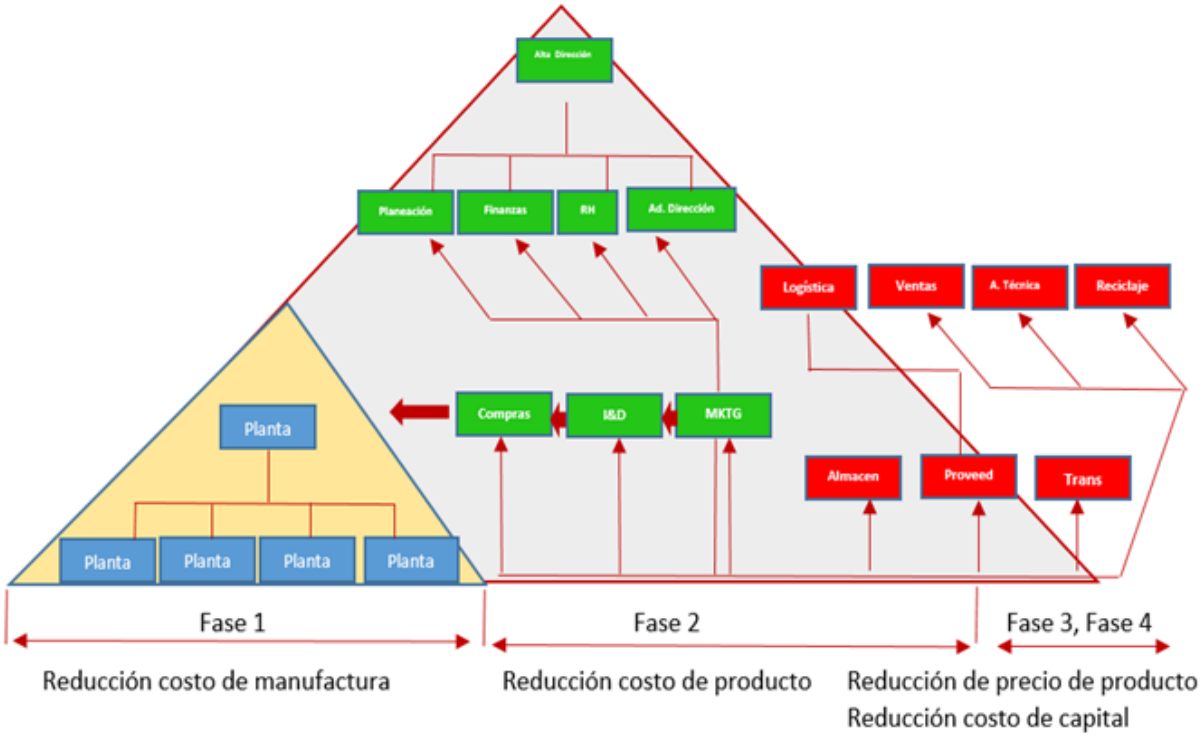
TPM Administrativo: Mejora la organización y gestión de los procesos administrativos y de apoyo, incrementando los conocimientos y habilidades del personal, creando un sistema capaz de responder al cambio mientras se cumplen los objetivos.

Mejoras Enfocadas (ME): Maximiza la eficiencia del sistema productivo, a través de la identificación, priorización y eliminación de pérdidas en toda la Compañía, ofreciendo metodología a los diversos procesos y Pilares

Mantenimiento de la Calidad (MQ): Realiza sistemáticamente actividades que le permiten identificar y lograr en los equipos las condiciones necesarias para alcanzar cero defectos de calidad. (Maintenance, TPM en Industrias en Proceso., 1995)

2.5 DESARROLLO DE LAS FASES TPM EN LA ORGANIZACIÓN

Gráfica 4. Implementación de TPM en la organización por fases



Fuente: Propia

La Gráfica 4 muestra como es la implementación de la metodología, esta abarca tanto procesos productivos como administrativos, esta implementación se realiza por medio de fases, teniendo como primer foco la reducción de los costos de manufactura asociados a máquina (averías, no conformes, accidentes) de las diferentes líneas de producción, la segunda fase consiste en la disminución del costo del producto mediante la integración de la Dirección, Marketing, Investigación y desarrollo, Compras, finanzas y proveedores donde se busca la disminución de los costos asociados a material, mano de obra y gastos variables por último la tercera y cuarta fase de este proceso de implementación busca la integración de las áreas encargadas del transporte, reciclaje y ventas generando una sinergia en todas las áreas de la empresa; estas fases se implementan en un proceso de varios años.

2.6 IMPLEMENTACIÓN EN LÍNEAS DE MANUFACTURA

La implementación de TPM en las líneas de manufactura se realiza mediante un análisis previo a cada una de las líneas, identificando así nivel de producción, número de unidades no conformes, número de averías, número de reclamos y número de accidentes, estos factores repercuten de manera negativa en la productividad de los equipos, generando pérdidas. La metodología afirma que se debe seleccionar como línea piloto la línea que mayores problemas y pérdidas genere, se entiende como línea piloto la máquina o equipo seleccionado para implementar los pasos de mantenimiento autónomo.

2.7 LÍNEA PILOTO Y RÉPLICAS

En la implementación de los pasos de mantenimiento autónomo, en las líneas de manufactura se busca que cuando la línea piloto termine, las demás líneas terminen al mismo tiempo, esto se logra debido a que las experiencias y lecciones aprendidas que han tenido los pilares en cada uno de los pasos en la línea piloto los lleven a ejecutar de mejor manera las actividades en las otras máquinas con mejores resultados y en menores tiempos, ya que se estandarizan las actividades principales. En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de cómo se implementa la metodología en las demás líneas de manufactura o réplicas, lo que se busca es que cada vez el tiempo de implementación de un paso en las líneas réplica dure menos para finalizar al tiempo con la línea piloto.

Tabla 1. Implementación de TPM en líneas de Manufactura

	2008	2009	2010	2011	2012		2013		2014		2015	
Lìnea Piloto	0	1	2	3	4		5		6		7	
Rèplica 1	Planificación				0	1	2	3	4	5	6	7
Rèplica 2	Planificación				0	1	2	3	4	5	6	7
Rèplica 3	Planificación				0	1	2	3	4	5	6	7

Fuente: Propia

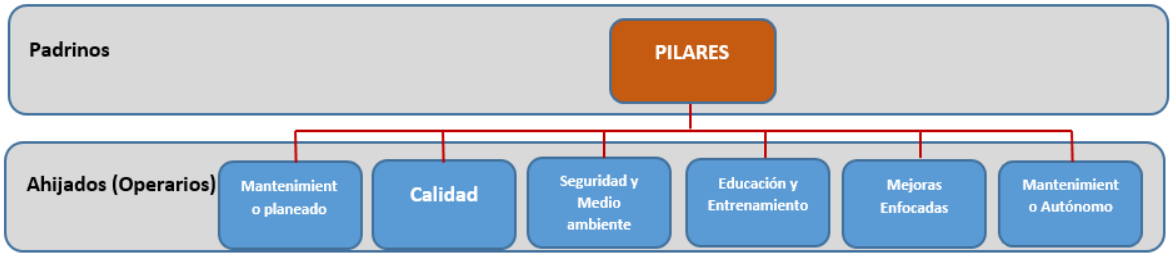
2.8 GENERALIDADES DE UNA LÍNEA PILOTO

La línea piloto se encuentra conformada por un equipo de trabajo, el cual es el encargado de operar la máquina, este equipo de trabajo se conoce como PET o

pequeño equipo de trabajo, dentro de las características de este equipo se encuentra lo siguiente:

- Operarios que manipulan la máquina
- Coordinador de Producción
- Técnico Mecánico y Técnico Eléctrico.

Gráfica 5. Esquema de apadrinamiento de pilares



Fuente: Propia

2.8.1 Herramientas de una línea piloto

Durante las jornadas de mantenimiento autónomo a las líneas de producción el PET utiliza diferentes herramientas que sirven como insumos a los pilares para llevar a cabo su gestión, dentro de estas herramientas encontramos las siguientes:

- **Lección de un Punto (LUP):** Es el eje de formación TPM donde se plasma un concepto básico que puede ser enseñado o aprendido en 10 minutos. (Skool). En la Gráfica 6 se muestra un ejemplo de cómo debe ser una LUP, una de las características de esta herramienta es que debe ser 80% gráfica y 20% textual.

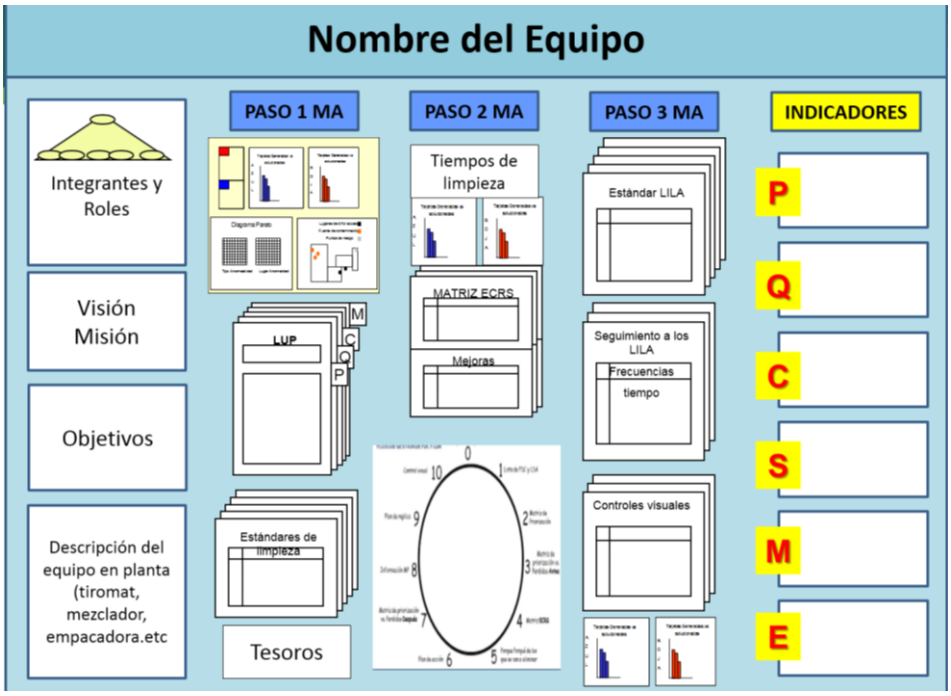
Gráfica 6. Ejemplo de una LUP



Fuente: Propia

- **Tablero**: Es el punto donde se concentra la comunicación que se produce en la práctica del Mantenimiento Autónomo. La gráfica 7 muestra la estructura del punto de información de la máquina, en este tablero se consolida la información del PET, como roles de los integrantes, visión y misión, objetivos, e indicadores por paso de implementación.

Gráfica 7. Punto de Información máquina



Fuente: Propia

- **Reuniones**: Es el espacio de la interacción de los integrantes de un Pequeño Equipo de Trabajo o PET. En la gráfica 8 se muestra un ejemplo de la reunión de PET, en estas reuniones se busca generar un canal de comunicación entre los pilares y el pequeño equipo de trabajo para poder solucionar las necesidades que presentan en el día a día de operación de la máquina.

Gráfica 8. Reunión de PET



Fuente: 115 ideas en 15 minutos Antonio J. Ramírez

- **Tarjeta Roja:** Identifica las anomalías que deben ser solucionadas por el área técnica, o terceros.

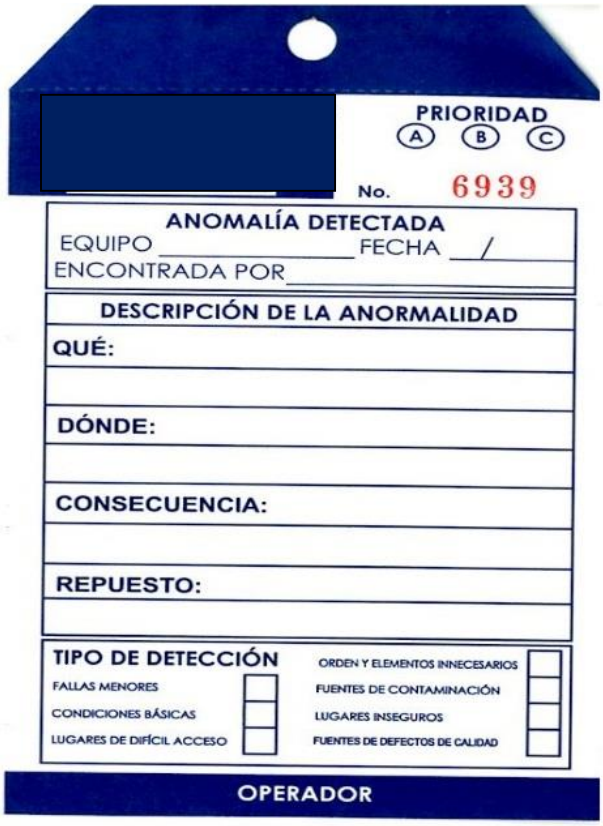
Gráfica 9. Ejemplo Tarjeta Roja



Fuente: Propia

- **Tarjeta Azul:** Identifica las anomalías que deben ser solucionadas por el personal operativo.

Gráfica 10. Ejemplo Tarjeta Azul



Fuente: Propia

2.9 DESARROLLO DE COMPETENCIAS:

El desarrollo correcto de la metodología se lleva a cabo mediante la formación constante del PET, sobre las generalidades de cada uno de los pasos y las diferentes herramientas a utilizar en estas, muchos de estos conocimientos exigen que el PET alcance una habilidad teórica práctica. Para garantizar esto el pilar de educación y entrenamiento se reúne con cada uno de los pilares e identifican las

habilidades que son necesarias desarrollar, para esto el pilar de educación y entrenamiento genera una matriz de habilidades.

2.9.1 Competencia

La Competencia Laboral no se refiere a la probabilidad de éxito en la ejecución del Trabajo, sino que constituye una capacidad real y demostrada de realizar una tarea. La Competencia pone en juego un conjunto integrado de capacidades, Habilidades, Destrezas y Actitudes. Que deben estar siempre vinculadas con el trabajo concreto y el desempeño en un puesto determinado. (Alles, 2008).

Gráfica 11. Componentes de la competencia



Fuente: Propia

2.9.2 Matriz de habilidades

Es la herramienta de gestión de las competencias que permite visualizar:

- Las competencias necesarias para el periodo o paso que se está transcurriendo.
- El nivel que se desea alcanzar.
- El estado y evolución de las competencias de los colaboradores en el tiempo.

2.9.3 Componentes de una matriz de habilidades

Una matriz de habilidades se compone de los siguientes ítems.

1. Integrantes del PET.
2. Tipos de competencias.

Gráfica 12. Tipo de competencias a desarrollar



Fuente: Propia

3. Nivel de competencias: es la medida en la que el conocimiento del integrante se monitorea, este consta de tres niveles:
    1. Sabe: Solo conoce los conceptos teóricos del tema.
    2. Sabe y Aplica: Conoce y aplica los conocimientos adquiridos en el lugar de trabajo (Teórico – Práctico).

3. Enseña: Conoce y aplica los conocimientos y es capaz de transferir el conocimiento a otros.

4. Resultados:

Gráfica 13. Interpretación y Convenciones



◑	Sabe
◕	Sabe y Aplica
●	Sabe y Aplica Y Enseña

	Nivel deseado
	No alcanzada
	No aplicado

COMPETENCIAS PASO 0					
TPM	PASO 0	MA	Clasificación - Elementos ineccesarios		Sabe y Aplica
		MA	Mapa de Orden		Sabe y Aplica
		ME	Pequeñas mejoras		Sabe y Aplica
		EYE	LUP		Sabe y Aplica
		MP	Zonas y componentes de máquina		Sabe y Aplica

Fuente: Propia

La escala numérica que indica si el integrante del PET logró la competencia es igual o superior al 80%.

2.9.4 Diccionario de competencias

Es una guía que contiene la descripción de los componentes de una competencia.
Qué se debe desarrollar en él SABE: Conocimiento
Qué se debe evaluar en el APLICA: aplicación en el lugar de trabajo y resultados.

Gráfica 14. Ejemplo de Diccionario de competencias

DICCIONARIO DE COMPETENCIAS BÁSICAS - SISTEMA INTEGRADO					
PASO	**COMPETENCIA**	**NIVEL**	**DEBE SABER**	**DEBE APLICAR**	**ACCIÓN**
INOCUIDAD	Buenas prácticas de manufactura - BPM	Sabe y Aplica	Conoce los requisitos básicos para la manipulación y producción de alimentos que garanticen la seguridad alimentaria.	Cumple con los requisitos para la fabricación higiénica de alimentos.	Observación del comportamiento
SYSO	EPP	Sabe y Aplica	Definir que es una elemento de protección personal, identificar la importancia del el uso de cada EPP, diferenciar que tipo de EPP es necesaria para las diferentes interveciones y identifica cuando los EPP requieren un cambio.	Utilizar los EPP requeridos para cada una de las actividades (Operación y autonomo) y solicitar cambio cuando el EPP pierda su condición ideal o cumplan con la frecuencia.	Observación en el puesto de trabajo - Matriz de EPP
	Aseguramiento de energías peligrosas	Sabe y Aplica	Conoce las energias peligrosas que existen en la máquina, cual es su clasificación, los controles y los pasos para asegurar la máquina.	Aplica el estándar de aseguramiento de energías peligrosas.	Verificar planilla de registro aseguramiento de energías peligrosas

Fuente: Propia

2.10 PASOS TPM

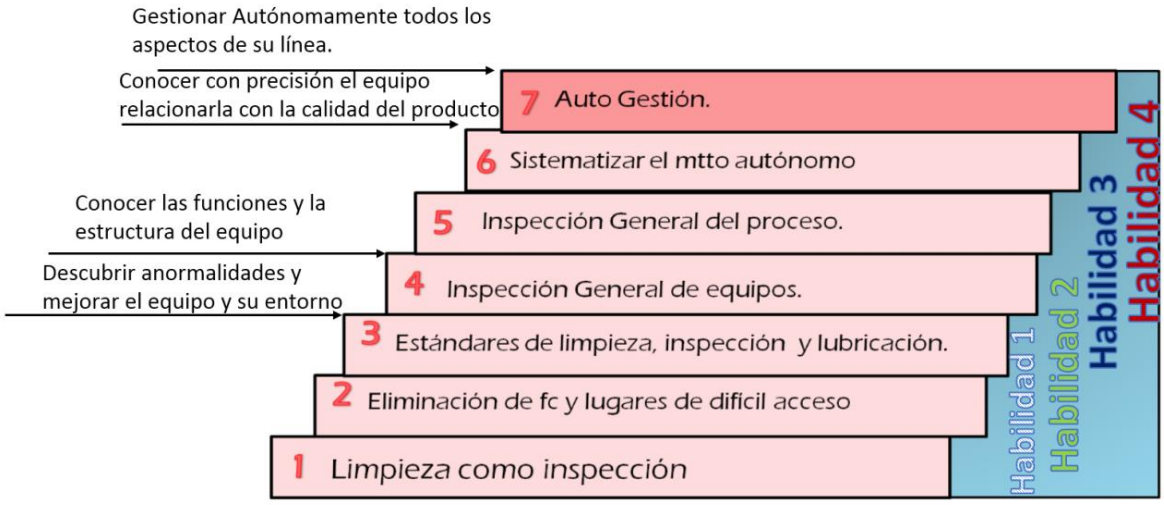
La implementación de TPM se realiza por medio de pasos ya que de esta manera permite establecer metas por cada uno de los pasos a implementar y fomenta la generación de actividades para el cumplimiento de las mismas, así lo adquirido al finalizar cada paso no se olvida si no que se convierte en un conocimiento esencial tanto para los pilares como para el PET para iniciar el próximo paso. Además al implementar la metodología por pasos permite tener una serie de entregables que proporciona a la dirección y a secretaría información sobre si se alcanzó los resultados esperados al final del paso. Se mencionarán a continuación los 7 pasos de mantenimiento autónomo.

- Paso 0 5's.
- Paso 1 Limpieza como inspección.
- Paso 2 Lugares de Difícil Acceso y Fuentes de contaminación.
- Paso 3 Estándares de limpieza Inspección y Lubricación.
- Paso 4 Inspección general de los equipos.
- Paso 5 Inspección general del proceso.
- Paso 6 Sistematizar el Mantenimiento Autónomo.
- Paso 7 Auto Gestión.

2.10.1 Habilidades a desarrollar en los diferentes pasos

Cada uno de los pasos busca desarrollar en los integrantes del PET diferentes habilidades que los lleven a ser autónomos en sus equipos de trabajo.

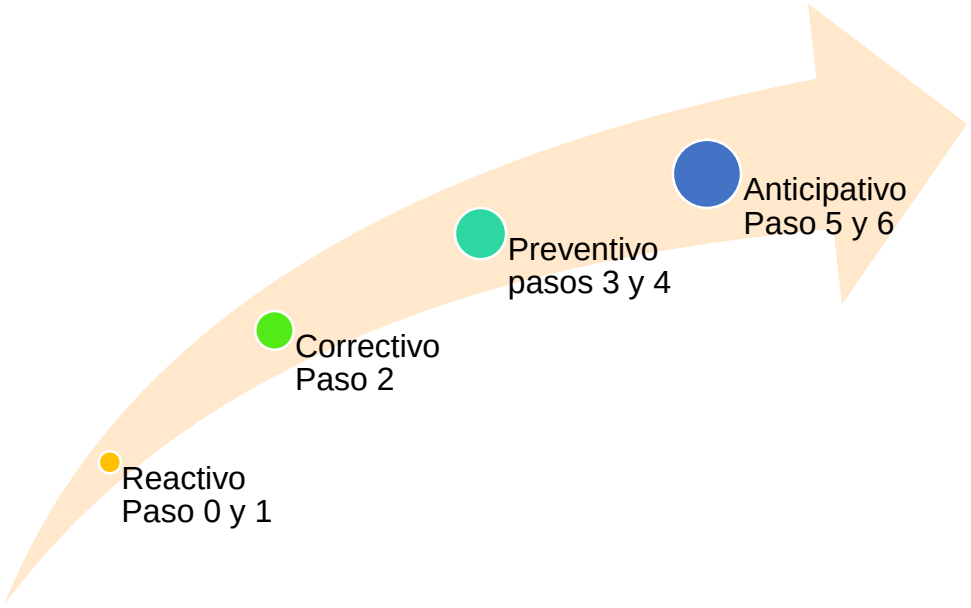
Gráfica 15. Habilidades a desarrollar en los diferentes pasos de TPM



Fuente: Propia

2.10.2 Desarrollo de habilidades en los pasos de MA

Gráfica 16. Cambio de reactivo a Anticipativo



Fuente: Propia

Reactivo: Actuar en respuesta a lo que ya pasó, esperar instrucciones.

Correctivo: Actuar en respuesta a lo que ya pasó, pero sin esperar a que den instrucciones.

Preventivo: Estar atento constantemente, aprender de la experiencia, interiorizar los aprendizajes, enseñar a otros y no esperar instrucciones o que se presenten problemas.

Anticipativo: además de ser preventivo propone mejoras de alto impacto buscando siempre los tres ceros (Cero averías, accidentes, defectos).

2.10.3 Paso 0: Organización y Orden

Se llama estrategia de las 5 "s" porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con "s". Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Estas cinco palabras son:

- Seiri: Organización.
- Seiton: Orden.
- Seiso: Limpieza.
- Seiketsu: Estandarización.
- Shitsuke: Disciplina.

2.10.3.1 Relación entre mantenimiento autónomo y las 5's.

Gráfica 17. Relación entre los pasos de MA con las 5's



Fuente: Propia

Como se observa en el gráfico, las 5’s son la base de implementación de toda la metodología estando presente en cada uno de los pasos a desarrollar, esto da a entender que si la empresa tiene una buena base en 5’s, la implementación de los demás pasos se va a facilitar, también se puede observar la relación existente de la última “ese” disciplina la cual está presente en cada uno de los pasos, es necesario recordar que en TPM se busca generar autonomía y disciplina para llegar al control autónomo.

2.10.3.2 Organización (SERI):

Consiste en identificar, clasificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y desprenderse de estos.

Criterios Clave de Organización:

1. Utilidad: Si el elemento es innecesario, retirarlo.
2. Frecuencia: Si el elemento es necesario y con poca frecuencia de uso, ubicarlo en un lugar fuera del área de trabajo.
3. Cantidad: Si la cantidad de un mismo elemento es excesiva, dejar solo la cantidad necesaria.

Beneficios al implementar la organización

- Libera espacio útil.
- Reduce tiempos de acceso a materiales y elementos.
- Elimina pérdidas de elementos por deterioro debido a su exposición al ambiente.
- Elimina el exceso de materiales y objetos.
- Permite el reciclaje de recursos escasos.
- Elimina desperdicios y disminuye costos.
- Mejora el control de inventario.
- Menos accidentes.

2.10.3.3 Orden (SEITON):

Asignar una ubicación específica a los elementos necesarios, de tal forma que a cualquier persona le facilite su localización, disposición y regreso al mismo lugar, después de ser usados.

Criterios de almacenamiento

1. De acuerdo con la frecuencia de uso:
    - Uso Frecuente: Cerca
    - Uso esporádico: Lejos
2. De acuerdo con su peso:
    - Objetos pesados: Abajo
    - Objetos livianos: Arriba
3. De acuerdo con la referencia a producir:
    - Elementos para una misma referencia Juntos (Formatos)[6]
4. De acuerdo con su función:
    - Elementos para una misma función deben estar juntos y en la secuencia que se usan.
    -

Criterios para identificar o señalizar

- Por código de colores.
- Por contornos sombras o siluetas.
- Contorno de elementos y herramientas dibujados en las posiciones apropiadas.
- Por nombres en etiquetas.
- Por pintura de pasillos y áreas.

Beneficios del Orden

- Ayuda a localizar fácilmente objetos o documentos de trabajo, ahorrando tiempos y movimientos.
- Facilita el regresar a su lugar los objetos que hemos utilizado.

[6] Formatos: entiéndase como el conjunto de instrumentos y elementos utilizados para producir un producto diferente en una línea de manufactura.

- Mejora la conservación en buen estado de los elementos.
- Ayuda a identificar cuando falta algo.
- Mejora la imagen.
- Es la base de la estandarización.

2.10.3.4 Limpieza (SEISO)

La limpieza es básicamente la eliminación de suciedad, es preferible evitar que se ensucie algo a tener que limpiarlo. Se debe descubrir por qué se genera la suciedad.

Criterios claves para limpieza

- Elaborar un programa de limpieza rutinaria del sitio de trabajo.
- Recoger y disponer, en los lugares adecuados, los residuos generados.
- Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
- No debe tirarse nada al suelo.
- No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo es tener un ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total.

Beneficios de la limpieza

- Incrementa la vida útil del equipo.
- Se identifican fácilmente las anormalidades para evitar averías.
- Mejora la calidad del producto.
- Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.
- Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer cosas dos veces.
- Facilita la venta del producto.
- Evita pérdidas, daños materiales y productos.

2.10.3.5 Estandarización (Seiketsu)

Su objetivo es desarrollar condiciones de trabajo que eviten retrocesos en las primeras 3's.

1. Estandarizar todo y hacer visibles los estándares utilizados.
2. Implementar métodos que faciliten la ejecución de los estándares.
3. Divulgar la información a todo el personal, de manera que todos conozcan sobre el tema.

Beneficios

- Se conserva el conocimiento a través del tiempo.
- Optimización de las actividades rutinarias.
- Se evitan errores en la limpieza y, por lo tanto, accidentes.
- Crea hábito de conservar el lugar de trabajo impecable.
- Equipos en buen estado.

2.10.3.6 Disciplina (Shitsuke)

Busca promover el respeto de las normas y estándares establecidas en las 4's anteriores y fomenta el autocontrol sobre su cumplimiento.

Pasos propuestos para lograr disciplina.

- Uso de ayudas visuales.
- Publicación de fotos de "antes" y después.
- Boletines informativos.
- Establecer rutinas diarias de inspección.
- Realizar evaluaciones periódicas.
- Hacer visibles los resultados de las 5 "S".
- Provocar la crítica constructiva con otras áreas, plantas y hasta empresas.
- Promover las 5 "S" en toda la empresa.
- Promover la participación en la generación de ideas para fomentar y mejorar la disciplina en las 5 "S".

Beneficios de la disciplina

- Crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.

- Promueve el apego al trabajo.
- Cumplimiento de patrones.
- Iniciativa para identificar y resolver problemas.
- Aumenta la satisfacción del trabajador en cuanto a su sitio de trabajo.

2.10.3.7 Beneficios de las 5's:

- Zonas de trabajo más seguras.
- Motivar a las personas.
- Mejorar la calidad.
- Reducir los costos de almacenamiento.
- Eliminar o disminuir errores o equivocaciones.
- Reducir pérdidas de tiempos debido a la falta de organización.
- Menos productos defectuosos.
- Menos averías.
- Menor nivel de existencias o inventarios.
- Menos accidentes.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Menor tiempo para el cambio de herramientas.

Aplicación de 3 primeras S: según José Jesús Montaño Larios, en su libro la calidad es más que ISO 9000 afirma que la implementación de las 3 primeras S en las líneas de manufactura generan los siguientes beneficios.

- Reducción del 40% de sus costos de Mantenimiento.
- Reducción del 70% del número de accidentes.
- Crecimiento del 10% de la fiabilidad del equipo.
- Crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas. (Larios, 2016).

2.10.3.8 Relación de las 5's con las 7 grandes Pérdidas

Ya se ha mencionado que el objetivo principal de TPM es eliminar las pérdidas en todo el proceso productivo, TPM clasifica estas pérdidas o “Mudas” en 7 grupos tomando como base la clasificación de Lean Manufacturing, estas pérdidas son:

- **Sobreproducción:** Producir más, más rápido o ante de lo necesario es una pérdida.
- **Tiempos de espera:** Tiempo perdido antes o durante la operación.
- **Movimiento:** Cualquier movimiento que realicen los operarios que no contribuya a agregar valor al producto genera una pérdida.
- **Inventario:** Las materias primas, semielaborados y productos terminados en exceso representan una pérdida.
- **Defectos:** Los reprocesos y los productos con fallas, provocan importantes pérdidas en horas hombre y materiales.
- **Transporte:** El transporte de los materiales no agrega ningún valor al producto.
- **Potencial Humano Subutilizado:** Se refiere a las operaciones y procesos que podrían no ser necesarios, ya que no agregan valor al producto.

La implementación de las 5’s ayuda a controlar y disminuir estos desperdicios de la siguiente manera. (Wyngaard).

En la gráfica 18 se relaciona el impacto de la implementación de las 5S en cada una de las Grandes pérdidas.

Gráfica 18: Relación entre las 5's y las siete grandes perdidas



Fuente: (Campos, 2012)

2.10.4 Paso 1: Limpieza es Inspección

Identificar anormalidades en lubricación, ajustes, elementos de fijación, a través de la limpieza e inspección utilizando los cinco sentidos.

En este paso se da el primer acercamiento del operario con la máquina, mediante la limpieza e inspección de los diferentes componentes el operario va identificando anormalidades en cada uno de ellos, siendo capaz de reportarlas para evitar posibles averías en el equipo.

¿Qué es Limpieza?

La limpieza para TPM va más allá de un lugar de trabajo limpio, en TPM la limpieza debe ser detallada y profunda, significa remover el polvo y la suciedad, los residuos, la contaminación, es tener contacto manual con todas partes del equipo.

¿Qué es Inspección?

Consiste en verificar si la situación encontrada de la máquina está de acuerdo con la condición deseada, conforme criterios preestablecidos mediante el registro de las anormalidades encontradas y la generación de acciones para eliminarlas.

Tipos de Limpieza

- **Limpieza superficial:** Se realiza en las zonas donde se acumulan grandes porciones de mugre, no se utilizan muchos elementos de limpieza para retirar la suciedad, no existe un acercamiento que permita determinar muchas anormalidades.
- **Limpieza externa profunda:** Se realiza a las zonas externas de la máquina, haciendo énfasis en lugares de difícil acceso que acumulan suciedad, empleando utensilios más específicos.

¿Por qué es necesario limpiar?

Cuando se limpia se retira la suciedad, para así poder inspeccionar la máquina de una manera más profunda; se debe garantizar que la limpieza abarque toda la máquina y sus elementos.

¿Cómo se realiza una correcta inspección?

Para poder realizar una adecuada inspección es necesario reconocer que los 5 sentidos permitirán un mejor acercamiento y reconocimiento de las anormalidades.

Los sentidos permiten identificar anormalidades en diferentes formas:

- Visión: Ojos que divisan.
- Olfato: Desarrollar sensibilidad para detectar olores.
- Oír: Distinguir ruidos y comparar.
- Tacto: Diagnosticar por el toque. (Calentamiento, Vibración, Calor)
- Gusto, Hablar: Divulgar lo que es detectado.

5 PASOS PARA INSPECCIONAR

1. Observar sin tocar (Inspeccionar y generación de Tarjetas).
2. Limpieza Superficial (Inspeccionar y generación de Tarjetas).
3. Limpieza externa profunda (Inspeccionar y generación de Tarjetas).
4. Desarmar y Lavar (Inspeccionar y generación de Tarjetas) Acompañamiento del técnico.
5. Montaje (Inspeccionar y generación de Tarjetas) Acompañamiento del técnico.

Teniendo en cuenta que, las anormalidades o anomalías son aquellas deficiencias en los equipos que aunque están presentes no provocan paros en la máquina, pero que al no ser atendidas, con el tiempo generarán una falla.

¿Qué se inspecciona?

Ajuste: Verificar los elementos de unión (tornillos, tuercas, remaches), promover su ajuste o si es necesario su remplazo.

Vibración: Verificar si los elementos de las máquinas están generando vibración por afloje de uniones, desgastes, suciedad, etc.

Temperatura: Fuera de lo normal genera instrumentos de precisión dilatados, motores o componentes eléctricos quemados, corto circuito y deficiencia en la lubricación.

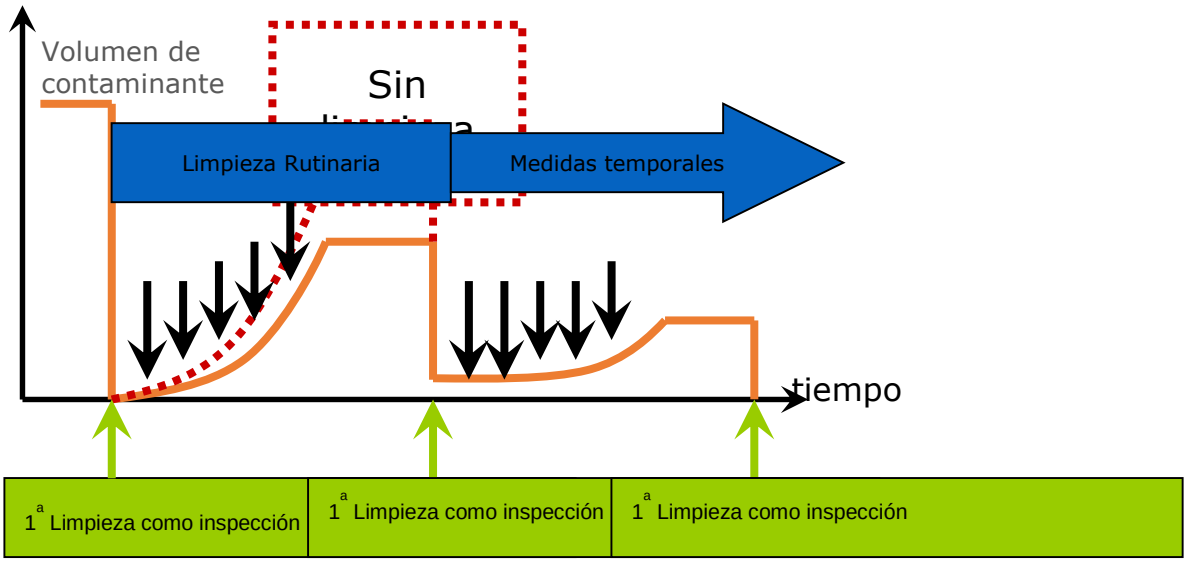
Presión: Presión elevada genera deformaciones ocasionando escapes y ruptura de tuberías. Presión baja dificulta las condiciones de operación, reduce productividad y genera paros menores.

Escapes: Generan desperdicios, acumulación de mugre, caída de capacidad de producción, de presión hidráulica y neumática, aumenta costos de producción, ruidos, consumo de energía y deficiencia de lubricación.

Corriente eléctrica: Si la conexión con cables no está bien dimensionada para la carga instalada, habrá consumo excesivo y riesgo de accidentes. Inspeccionar la corriente en el motor eléctrico es fundamental, pues con el tiempo de uso hay pérdida de capacidad de aislamiento, provocando que se queme el motor.

Limpieza como inspección vs Limpieza de Rutina

Gráfica 19.Limpieza como inspección Vs Limpieza de Rutina



Fuente: Propia

En el gráfico 19 se puede observar como los tiempos de limpieza y volumen de contaminantes varían acorde al tipo de rutina que se aplica en la máquina, de esta manera podemos afirmar que la limpieza como inspección es la limpieza que disminuye tanto los agentes contaminantes como el tiempo de intervención debido a que la actividad que se realiza es más detallada.

2.10.4.1 Identificación y reporte de anormalidades

Dentro de las actividades de inspección y limpieza, el operario identifica distintas anomalías en la máquina, las cuales TPM la encierra en 7 tipos de anormalidades, estas anormalidades son reportadas por el operario mediante el uso de tarjetas rojas y azules las cuales se dejan en el lugar donde se encontró la anomalía, los 7 tipos de anormalidades son:

- **Fallas Menores:** Pequeña anormalidad de difícil detección, su origen la mayoría de las veces se debe al deterioro natural de los componentes. (tensión, vibraciones, desgastes).
- **Condiciones Básicas:** Anormalidad que no está en conformidad con el diseño original del equipo, que ocasiona el deterioro forzado, debido a mala intervención. (lubricación, ajuste y apriete).
- **Lugares de Difícil Acceso:** Lugar donde es difícil realizar actividades de inspección, limpieza, lubricación, ajuste, reparación y operación.
- **Fuentes de Contaminación:** Fuga crónica de algún elemento de la máquina (café molido, aceite, grasa), que contribuye al aumento de tiempo de limpieza y al deterioro forzado de la máquina.
- **Fuentes de problemas de calidad:** Anormalidad que impacta en la calidad del producto, ejemplo: Infiltraciones, instrumentos de medición imprecisos, insectos.
- **Orden y elementos innecesarios:** Anomalía referente a objeto que aunque está bien instalado, ya no se utiliza o fue reemplazado en su función.

- **Lugares Inseguros:** Anomalía que pone en riesgo la salud y seguridad de las personas y también el medio ambiente. Ejemplo: Falta de guardas, cableado sin protección, botón de seguridad dañado, elevado nivel de ruido, altas temperaturas.

Reporte de Anormalidades:

Dependiendo del tipo de anormalidad que es encontrada por el operario así mismo será el tipo de tarjeta que este reporte, como ya se mencionó existen dos tipos de tarjetas, Tarjeta Roja y Tarjeta Azul, la primera es una herramienta en donde se reportan las anomalías que pueden ser solucionadas por el área de mantenimiento, la segunda son anomalías que se pueden convertir en fallas pero que el operario puede resolver por sus medios, para el correcto reporte de estas anomalías es necesario tener presente lo siguiente:

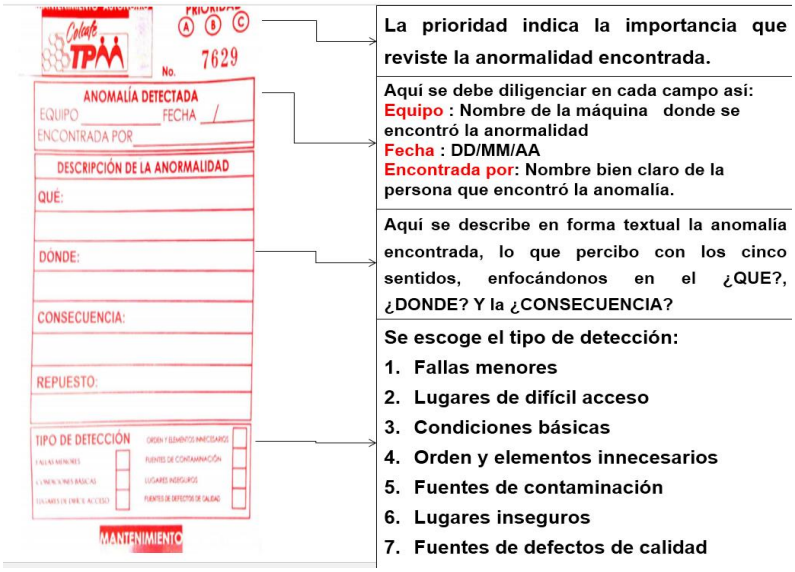
Qué: Es el elemento donde se identifica la anormalidad, debe ir acompañado de la desviación; ejemplo: Tornillo Oxidado.

Dónde: Sistema o componente; ejemplo: formador de bolsa izquierdo.

Consecuencia: impacto hacia alguno de los ceros de TPM; ejemplo: generación de producto no conforme por mala presentación.

Repuesto: No se utiliza todavía en este paso: Es el elemento donde se identifica la anormalidad, debe ir acompañado de la desviación; ejemplo: Tornillo Oxidado.

Gráfica 20. Reporte de Tarjeta Roja



Fuente: Propia

2.10.4.2 Generación de los estándares iniciales de limpieza

Al realizar el primer contacto con la máquina es necesario la creación de rutinas de limpieza e inspección en las máquinas, se recomienda que la limpieza del equipo se realice de manera semanal, este espacio en donde el operario ejecuta la inspección y limpieza del equipo se llama parada autónoma, este es uno de los espacios donde el operario puede reportar las anormalidades que encuentra.

Para garantizar que se ejecuta la limpieza de los componentes de la máquina se generan los primeros estándares de limpieza e inspección con el fin de identificar el método de inspección y limpieza del componente, el tiempo de limpieza, y el tipo de tarjeta a utilizar en caso de una anomalía, este estándar es una herramienta crucial para el PET, ya que quienes ejecutan la limpieza no son siempre los mismos, por esto el estándar es un documento crucial para la correcta ejecución de esta actividad, ya que al ser un estándar inicial este se irá actualizando conforme sea necesario para garantizar que el conocimiento sea homogéneo.

Al realizar los estándares se tienen presentes 4 puntos críticos, los cuales buscan evaluar el nivel de complejidad al ejecutar la limpieza o inspección, estos puntos evalúan, Seguridad, Calidad, Costos, Ambiental, lo que busca esta clasificación es darle prioridad a los componentes al momento de limpiarlos.

2.10.5 Lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación (LDA Y FC)

Para el desarrollo del paso 2, es necesario que durante el paso 1 se haya hecho los estándares iniciales de limpieza los cuales dan un panorama inicial sobre los posibles lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación que posee la máquina, con esta información inicial se realizará la evaluación de los puntos encontrados y la indagación sobre nuevos puntos, el objetivo de esté paso es disminuir el tiempo de limpieza durante la parada autónoma.

En este paso es necesario mantener los niveles de limpieza alcanzados durante el paso 1, es por esto que el operario empieza a proponer mejoras para la máquina, que mejoren las condiciones de limpieza y tiempos de ejecución de la misma, mediante el uso de los sentidos y los 5 pasos para la inspección y la formación a los operarios sobre herramientas de mejoras, se busca que tengan las competencias necesarias para la identificación de fuentes de contaminación, lugares inseguros y solución para eliminarlas.

¿Qué es un lugar de difícil acceso?

Son Áreas del equipo donde la limpieza no se puede hacer frecuente y fácilmente, por lo que el tiempo que invierte el operario para la limpieza se incrementa ocasionando que no se limpie la totalidad de la máquina, debido a que el diseño original de la máquina le dificulta al operario realizar todas las actividades de limpieza e inspección programadas durante la jornada.

¿Qué es una fuente de contaminación?

Son puntos del equipo donde la concentración de mugre, polvo y contaminación es alta, lo cual ocasiona que el tiempo de limpieza se incremente, se oculten fallas que están en proceso de desarrollo, se genere un ambiente propicio para la generación de plagas y se incrementen las probabilidades de contaminación del producto.

2.10.5.1 Control de LDA Y FC

Para poder controlar estas anormalidades que se presentan en el equipo es necesario relacionar el impacto que tienen frente a la seguridad, calidad y productividad del equipo, es por esto que para el control de este tipo de eventos se utilizan cuatro acciones, cada acción lo que busca es eliminar o disminuir el impacto que está generando en el proceso. Estas cuatro actividades son las siguientes:

- **Eliminar:** Son todas aquellas medidas que buscan desaparecer el LDA o FC, estas actividades pueden estar encaminadas a modificaciones de la máquina.
- **Contener:** esta medida solo aplica para FC, en donde lo que se busca es evitar la propagación de la contaminación por el resto de zonas de la máquina.
- **Reducir:** Aplica solo para LDA y contempla la acción de disminuir la frecuencia de limpieza en estas zonas de la máquina.
- **Simplificar:** Aplica solo para LDA y consiste en mejorar el método y utensilio de limpieza para que el procedimiento sea fácil.

Al momento de evaluar se le dará prioridad a las FC, ya que estas muchas veces por no ser intervenidas de la manera correcta generan un riesgo tanto para la inocuidad del producto como para el funcionamiento de los componentes.

Para el final de este paso se busca eliminar el 80% de los LDA y FC encontrado, el otro 20% serán tratados de manera paralela a medida que se desarrollan los demás pasos de implementación.

2.10.5.2 Flujo de gestión de FC Y LDA

Para garantizar la correcta gestión de estos lugares dentro de la máquina se generó un flujo de trabajo, el cual busca la correcta gestión de estos lugares, el flujo consta de 10 los cuales son:

1. Listar LDA y FC: Se realiza un listado en donde se consolida el consecutivo de la tarjeta roja, el tipo de anormalidad encontrada (FC o LDA.) la descripción de la anomalía y quién la reportó.
2. Tiempos de Limpieza: se registran los tiempos de limpieza e inspección iniciales por cada componente.
3. Matriz de Priorización: es una herramienta que permite la visualización de los LDA y FC que producen un mayor impacto en la compañía, esta matriz lo que busca es la clasificación de las anormalidades de acuerdo a su impacto en tiempos, averías, calidad, frecuencia, seguridad, medio ambiente y el costo de la solución. Esta matriz tiene una clasificación de 4 aspectos:
    - **A**: esta clasificación permite ubicar aquellas anormalidades que tienen un impacto alto al ser solucionadas y un costo de solución bajo.
    - **B:** esta clasificación ubica aquellas anormalidades que tienen un impacto alto al ser solucionadas y un costo de solución alto.
    - **C:** esta clasificación ubica aquellas anormalidades que tienen un impacto bajo al ser solucionadas y un costo de solución bajo.
    - **D:** esta clasificación permite ubicar aquellas anormalidades que tienen un impacto bajo y un costo de solución alto.

Gráfica 21. Ejemplo de Matriz de Priorización



Fuente: Propia

4. Matriz de priorización pérdidas antes: mediante este formato se permite la clasificación de los LDA y FC, de acuerdo a su impacto en cada una de las pérdidas (tiempos de limpieza, averías, alistamientos, arranques, administrativas, ajustes, paros menores, velocidad reducida, accidentalidad, reproceso, desperdicio de producto, esperas, recursos industriales, cambio de elementos, falla de personal, variación de peso) se le da una calificación de 1 a 3 siendo uno un impacto bajo y tres un impacto alto.
5. Matriz Eliminar, Contener, Reducir, Simplificar (ECRS): En esta matriz se registra el tipo de acción a tomar respecto al LDA y FC teniendo en cuenta los criterios de ECRS.
6. Ciclo Rápido de Mejora: Se procede a la realización de un ciclo de mejora para aquellos FC y LDA clasificados como A y B en el paso 3. Dentro del ciclo de mejora se pasan por las siguientes fases:
    - Conocer el problema
    - Verificar si el LDA o FC está asociado a condiciones básicas.
    - Verificar si está asociado al comportamiento o al entrenamiento.

- Iniciar un Análisis de Falla.
- Estandarizar.
- Iniciar un ciclo Cap-Do[7].

7. Plan de acción: en esta etapa se busca la consolidación de actividades encaminadas a la ejecución de las acciones de mejora, se seleccionan responsables de ejecución, fechas de implementación y costos.
8. Matriz de Ahorros: Calcular tiempo y desperdicio después de las acciones de mejora implementadas.
9. Información MP[8]: registrar las modificaciones realizadas por mejoras implementadas, estándares.
10. Plan de Réplica: recopilar y documentar la información MP, para la implementación de las mejoras implementadas para líneas similares.
11. Control Visual: Distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal. Normal en cuanto existen normas visibles para todos. Y establecer cómo actuar para corregir las desviaciones de la norma.

2.10.6 Paso 3: Estándares provisorios Limpieza, Inspección, Lubricación, Ajuste (LILA).

Como ya se mencionó los primeros tres pasos están enfocados a la detección de anormalidades y mejora del equipo y su entorno, el paso tres busca mantener las condiciones logradas en los pasos anteriores mediante la estandarización de las actividades los puntos LILA, de esta manera el equipo va alcanzando las condiciones básicas de operación.

Al igual que en paso 2 secretaría TPM junto con el apoyo de los pilares creó un flujo de gestión para paso 3, el flujo consiste en 6 etapas el cual busca que el paso se desarrolle sin contratiempos.

---

[7] Check-Act-Plan-Do (CAP DO): Es una herramienta de mejora que permite identificar los problemas y resolverlos de raíz.

[8] Es el formato donde se registra las modificaciones que se le realizan al diseño original de una máquina.

¿Qué es un estándar LILA?

Son aquellas actividades que se realizan a los componentes críticos del equipo y que con su debida inspección nos ayuda a garantizar el mantenimiento de las condiciones básicas y los tres ceros[9].

2.10.6.1 Flujo de implementación PASO 3

1. **Identificación de los sistemas críticos:** En este paso los pilares de Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento de la calidad, Mantenimiento Planeado, Seguridad y medio ambiente, analizan y califican los componentes del equipo de acuerdo al criterio de cada uno.
    - **MA:** LDA y FC que no se eliminaron en el paso 2.
    - **SHE:** Incidentes, accidentes y peligros críticos.
    - **MQ:** Reclamos y no conformes críticos.
    - **MP:** Averías y tarjetas rojas críticas

Con estas entradas se busca la identificación de sistemas y componentes donde las actividades de Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste apunten a garantizar los "Tres Ceros" Cero Averías, Cero Accidentes Ocupacionales o Ambientales y Cero defectos.

2. **Construcción Estándares LILA Iniciales:** En esta fase del paso, es donde se inicia la construcción de los estándares por parte del PET, con el propósito de que las actividades realizadas durante la parada autónoma y operación lleven a garantizar los "Tres ceros". Para esto MP divulga el funcionamiento e importancia de los sistemas críticos identificados en la etapa anterior, con acompañamiento de MA, MQ, y SHE se valida el tipo de LILA asociado al componente por último el operario realiza el estándar inicial asociado al componente y zona.

[9] Los tres ceros para TPM[2] son: Cero Averías, Cero Accidentes, Cero defectos de calidad.

3. **Validación de Estándares:** Una vez se tienen los primeros estándares LILA realizados pasan por dos filtros de análisis, los cuales buscan que las actividades registradas dentro del estándar estén enfocadas a garantizar los Tres Ceros. La primera etapa consiste en una reunión con todos los integrantes del PET donde evalúan si el método para ejecutar la actividad (Limpieza, Inspección, Lubricación, Ajuste) es la correcta, además evalúan si se contemplan todos los puntos LILA. En la segunda etapa los pilares revisan los estándares generados y revisan las correctas prácticas desde el enfoque de cada uno.
4. **Cierre de estándares:** Se cuantifica la disminución del tiempo de ejecución de los estándares LILA, además se generan diferentes paquetes de estándares, (LILA, Limpieza como inspección, Operación, Lubricación).
5. **Ejecución y seguimiento de estándares:** Se busca realizar un seguimiento a cada uno de los puntos LILA encontrados, mediante el registro del tiempo de ejecución de la actividad sobre el componente.
6. **Mejoras adicionales a los estándares:** si se encuentran nuevas formas de realizar la actividad, o modificaciones en la máquina que ayuden a disminuir el tiempo de ejecución de la actividad es necesario actualizar el estándar.

3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se van a mostrar a continuación están ligados a lo que fue la implementación de los pasos 1-3 en la línea de empaque ICA[10] en una de las empresas dedicadas al sector de alimentos en la elaboración de café tostado y molido.

3.1 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD.

El progreso de implementación de una línea en TPM se mide mediante el cumplimiento de metas en donde se monitorea el progreso de cada paso, el deber ser de estos indicadores es mostrar impactos positivos en productividad, calidad y seguridad.

- **EGE (Eficiencia Global de los Equipos):** este indicador calcula el desempeño que tiene la línea de empaque, midiendo la cantidad de producto conforme en un determinado periodo de operación, en TPM este es el indicador más importante a la hora de evaluar la evolución de la línea, ya que el cálculo de este indicador evalúa:

✓ **Disponibilidad:** El tiempo durante el cual el equipo fue planeado para hacer partes de buena calidad.

Disponibilidad = (Tiempo de Operación / Tiempo Planeado de Operación) x 100

Donde:

T.O[11]= T.P.O – Paradas y/o averías

T.P.O[12]= Tiempo total de trabajo – Tiempo de paradas planificadas.

✓ **Rendimiento:** Es la relación entre la velocidad real de operación y la velocidad para la que fue diseñada la máquina.

Rendimiento = Velocidad de operación.

[10] ICA: línea de empaque en vacío para productos granulados, en polvo y pastas, empaca a 45 paquetes por minuto dependiendo de las demás variables del proceso productivo. Información tomada de la página oficial de ICA. http://www.icaspa.it

[11] T.O: Tiempo de operación

[12] T.P.O: Tiempo planificado de operación.

$$\frac{}{\text{Velocidad de diseño.}} = \text{Tiempo ciclo.}$$

Velocidad de operación: Velocidad real de la línea. (Incluye la operación deficiente del equipo provocada por sensores, foto celdas, sub-ensambles, etc. Así como, baja moral, condiciones contractuales, programación de producción, etc.)
Velocidad del diseño = Velocidad máxima del equipo. (GUAJARDO, 2014).

- ✓ **Calidad:** Es la relación entre la cantidad de productos de buena calidad y el total de productos elaborados en el tiempo que se trabajó. (GUAJARDO, 2014).

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Producción aprobada.}}{\text{Producción total.}}$$

Producción aprobada: Total de producción aprobada, no incluye defectos en el proceso, rechazo, defectos de calidad a reparación, etc.
Producción total: Producción total programada.

- **Desperdicio:** Este indicador monitorea la cantidad de polietileno y material laminado[13] que se pierde proveniente de actividades de reproceso durante la operación de la máquina.
- **Averías:** Monitorea la confiabilidad del equipo relacionada con eventos que interfieran con el tiempo de programación de la línea.
- **Incidentes:** Suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño o deterioro de la salud. (INCONTEC, 2007)
- **Accidentes:** Incidente que da lugar a una lesión, enfermedad o víctima mortal. (INCONTEC, 2007) se miden estos indicadores desde TPM ya que

[13] Materiales utilizados para el empaque del producto.

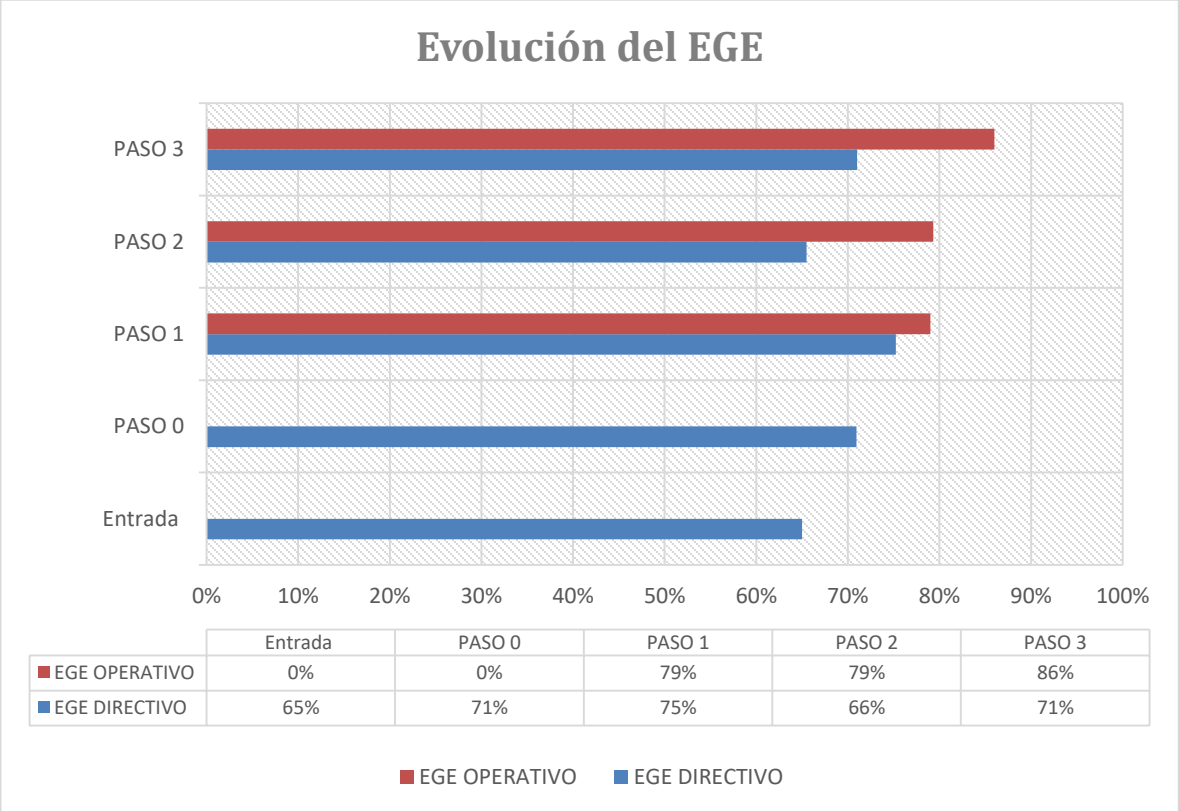
al no tener condiciones seguras de trabajo, el colaborador puede salir lastimado.

- **Unidades no conformes:** Este indicador se encarga de monitorear aquellos productos que no cumplen con los estándares establecidos por la empresa.

3.2 EVOLUCIÓN DE INDICADORES

A continuación se muestran los indicadores más relevantes y su evolución tras la implementación de TPM, es necesario informar que el proceso de implementación en la línea ICA hasta paso 3 tardó un total de 5 años iniciando en el año 2009 y finalizando en el 2014, por esta razón los datos se muestran por paso y no por mes o año.

Gráfica 22.



	Entrada	PASO 0	PASO 1	PASO 2	PASO 3
EGE OPERATIVO	0%	0%	79%	79%	86%
EGE DIRECTIVO	65%	71%	75%	66%	71%

Fuente: Propia

En la Gráfica 22 se muestra el incremento de los dos tipos de EGE Directivo[14] y Operativo[15], cuando la línea ICA entró a TPM solo se calculaba el EGE directivo hasta paso 1, ya que este es el que calcula mantenimiento autónomo con la información que es suministrada por medio de las planillas de operación donde los colaboradores anotan los eventos que se presentan durante el turno de trabajo; como parte de su transformación hacia operarios autónomos, en paso 1 se dicta una formación al PET para que ganen la competencia para calcular el EGE Operativo.

De acuerdo al porcentaje del EGE se puede clasificar si una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

- **EGE < 65% Inaceptable**. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- **65% < EGE < 75% Regular. Aceptable** sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- **75% < EGE < 85% Aceptable.** Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- **85% < EGE < 95%** Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad. (Ruiz, 2010).

Como se puede observar en el gráfico la línea ICA al alcanzar paso 3, obtiene un EGE operativo del 86%[16] lo que la clasifica en una línea buena entre valores de clase mundial, este valor es evidencia de que la correcta implementación de los pasos, aumentan la productividad y la competitividad de las personas como de las líneas de empaque.

---

[14] Su forma de cálculo es igual como se muestra en el numeral 3.1, lo único que cambia es la disponibilidad ya que este tiene en cuenta el tiempo programado (Feriados, baja ocupación)

[15] Su forma de cálculo es igual como se muestra en el numeral 3.1, lo único que cambia es la disponibilidad ya que este tiene en cuenta el tiempo de carga (tiempos de mantenimientos autónomos y planeados, formaciones, montajes, simulacros, pausas activas)

[16] Dato acumulado al finalizar el paso de implementación.

Gráfica 23.



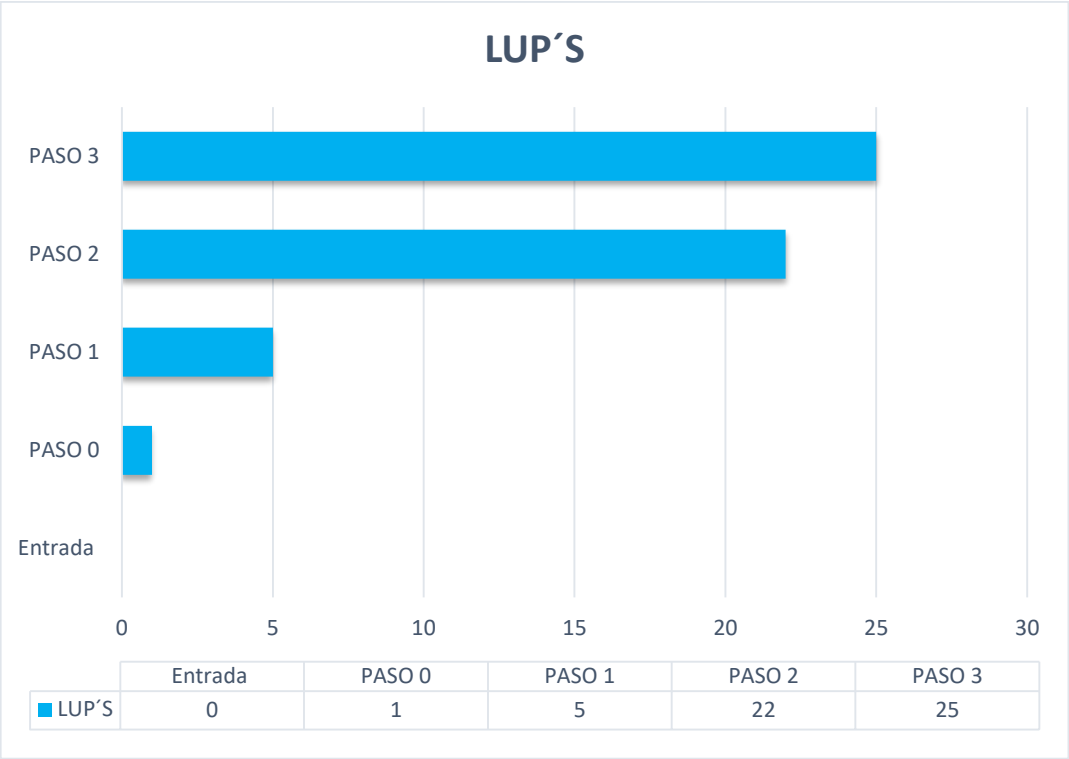
	Entrada	PASO 0	PASO 1	PASO 2	PASO 3
DESPERDICIO	2,04%	1,89%	1,00%	1,33%	0,70%

Fuente: Propia

En la gráfica 23 se observa el comportamiento relacionado con el desperdicio de material de empaque de la línea, al iniciar TPM la línea ICA tenía un 2%[17] de desperdicio en operación generado por actividades de reproceso, fallos menores y unidades no conformes, por medio de la implementación de los tres primeros pasos de la metodología se puede observar un GAP[18] entre la entrada y el final de paso 3 de 1.3% lo que representa una disminución significativa en esta pérdida.

Gráfica 24.

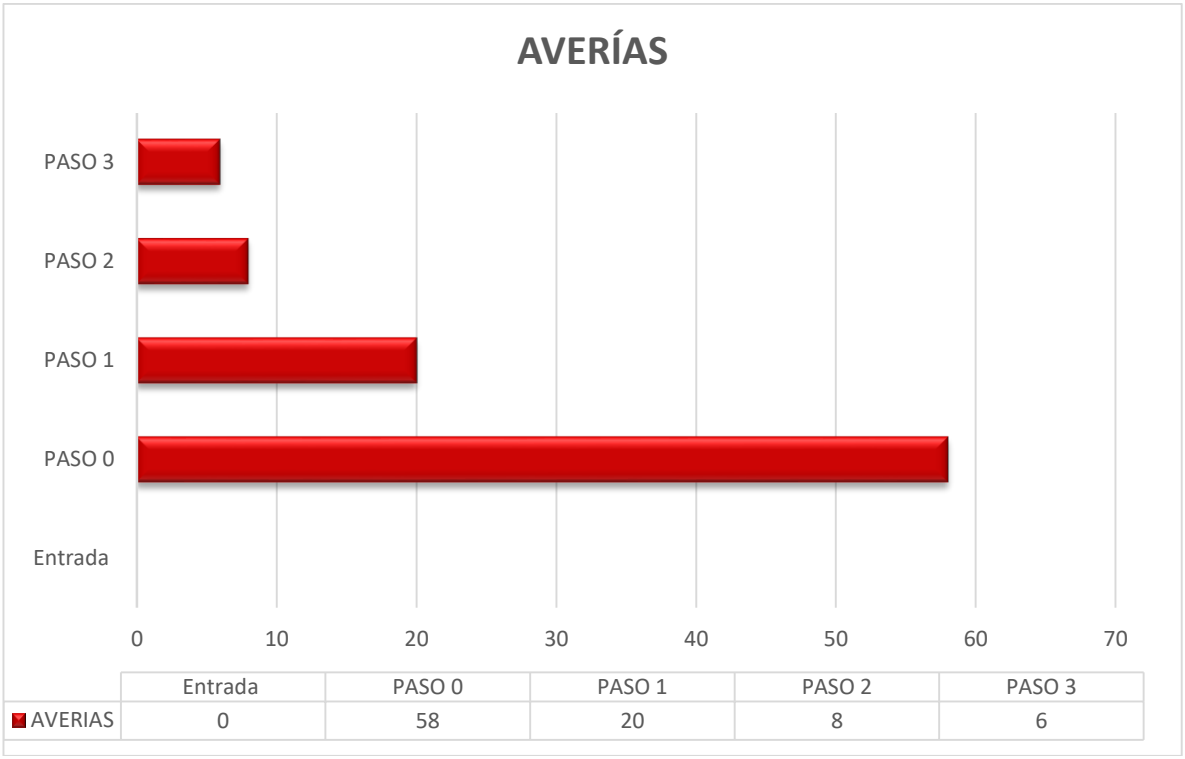
[17] Dato mensual de desperdicio de la línea.
[18] GAP: Se produce cuándo el valor de un indicador experimenta un movimiento acentuado hacia arriba o hacia abajo.



Fuente: Propia

El gráfico 24 muestra el incremento en la generación de LUP en la línea ICA, recordemos que una LUP es una herramienta para la transmisión de conocimiento que hace parte de los tres tesoros del mantenimiento autónomo, al incrementarse la generación de LUP se incrementa también las competencias de los integrantes del PET, al observar el aumento que se obtuvo en cada uno de los pasos se puede evidenciar que los colaboradores reconocen el uso de esta herramienta para la generación y fortalecimiento de competencias.

Gráfica 25.



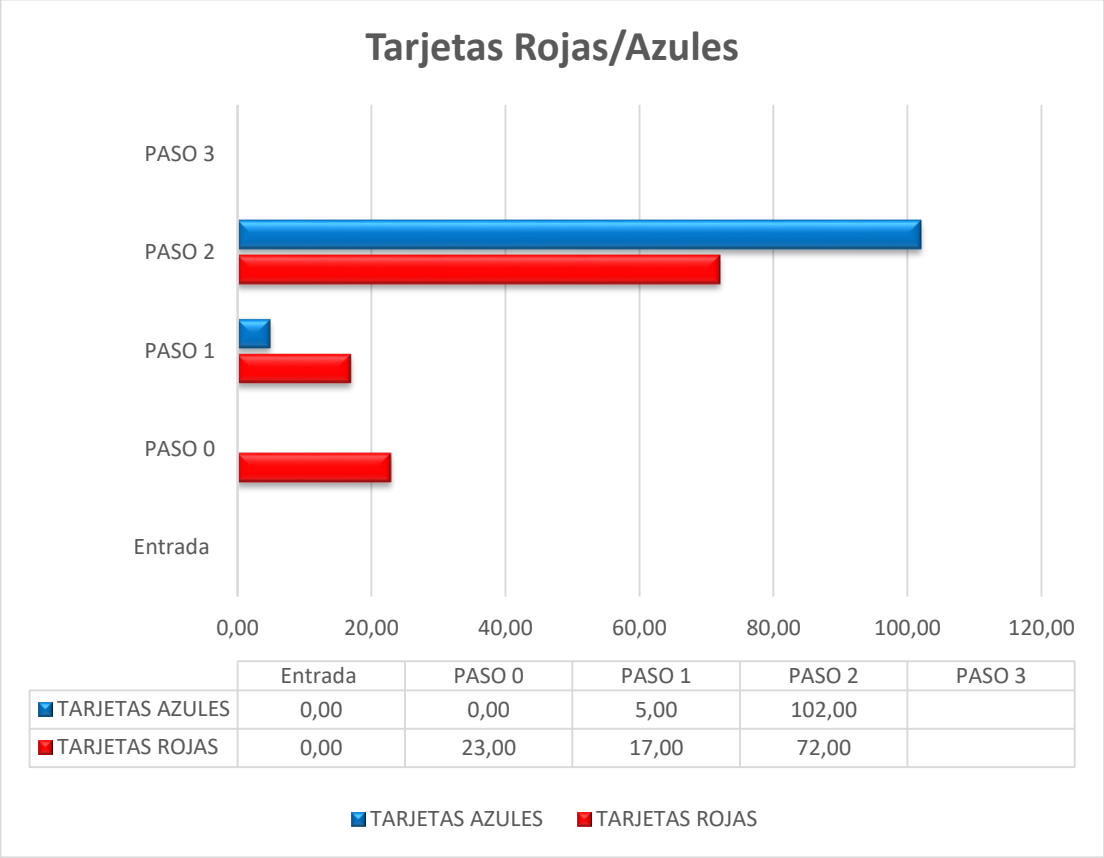
Fuente: Propia

El gráfico 25 muestra el comportamiento que tuvieron las averías en la línea ICA durante la implementación de los pasos, no se contó con una información relacionada al número de averías mes que presentaba la línea antes de iniciar TPM, por lo que el análisis se hará desde paso 0, en este paso la línea registraba mensualmente 58 averías por mes, las cuales impactaron de manera negativa la disponibilidad y confiabilidad del equipo, al finalizar paso 1 la línea paso a reportar 20 eventos, recordando la relación que existe entre las disponibilidad de la línea y el cálculo del EGE se observa que la disminución de las averías incremento el EGE directivo en un 4%, es importante recordar que en paso 1 el operario realiza una inspección y limpieza más detalla de los componentes de la máquina ayudándolo a identificar y reportar eventos que se podrían convertir en posibles en averías, al finalizar paso 2 se reportaron 8 averías mes, este resultado va acompañado de la gestión de la eliminación de los lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación los cuales son causales del deterioro forzado de

algunos componentes que debido al diseño de la máquina eran difíciles de limpiar y/o inspeccionar, por último al finalizar paso 3 se registraron 6 averías mes en la línea este resultado es gracias a la estandarización de las actividades de limpieza, inspección, lubricación y de ajustes de los componentes críticos de la máquina.

Como conclusión sobre este indicador podemos ver que el resultado en la disminución de averías entre paso 0 y paso 3 fue de un 89,65%.

Gráfica 26.



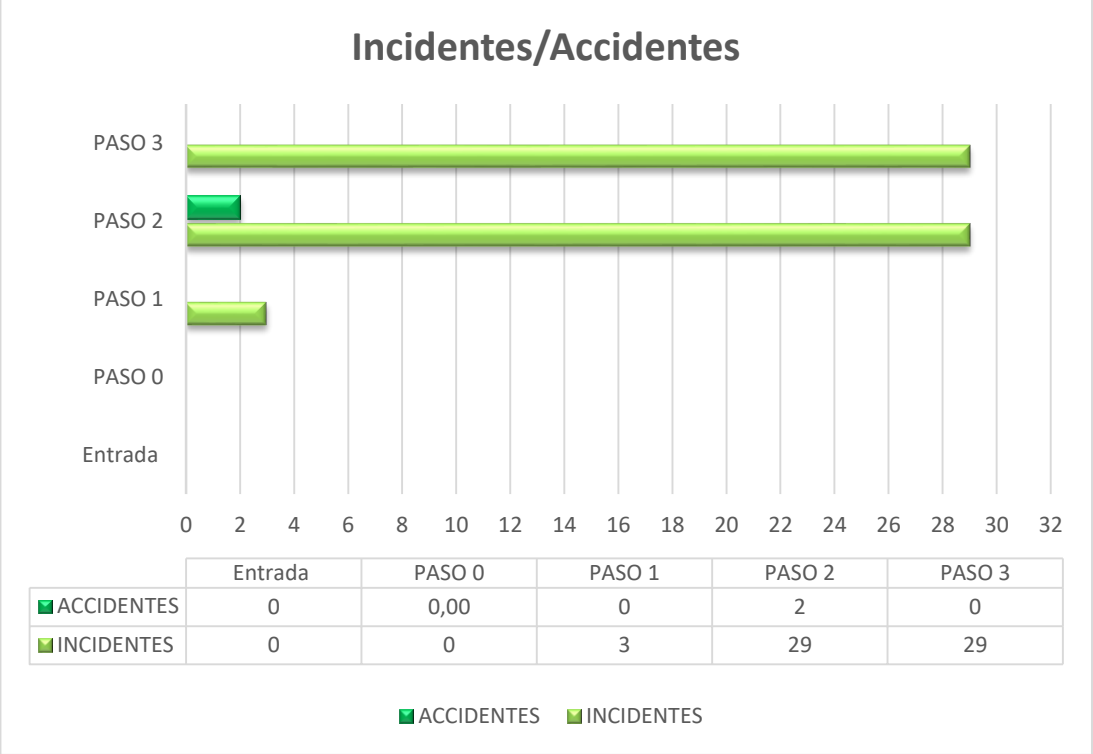
	Entrada	PASO 0	PASO 1	PASO 2	PASO 3
TARJETAS AZULES	0,00	0,00	5,00	102,00	
TARJETAS ROJAS	0,00	23,00	17,00	72,00	

Fuente: Propia

El gráfico 26 muestra la evolución en el reporte de tarjetas rojas y azules, recordemos que el reporte de tarjetas es una herramienta que permite identificar y avisar a mantenimiento sobre las anormalidades que encuentra el colaborador en la máquina por esto el comportamiento de este indicador debe ser incremental, ya que entre más anormalidades reporten los colaboradores más información tendrá mantenimiento planeado para intervenir y mejorar la confiabilidad del equipo, de

paso 3 en adelante el reporte de tarjetas azules debe incrementar y el reporte de tarjetas rojas deben disminuir ya que a medida que el colaborador va adquiriendo habilidades y competencias va ser capaz de realizar trabajos que antes no podía hacer por falta de conocimiento, como podemos observar el comportamiento del reporte entre los pasos 0 al 2 es incremental, en paso 3 se espera que el reporte sea de 50% tarjetas azules y 50% tarjetas rojas, en paso 0 el reporte de tarjetas azules fue de 0 debido a que los colaboradores no tenían las competencias necesarias para realizar intervenciones en la línea.

Gráfica 27



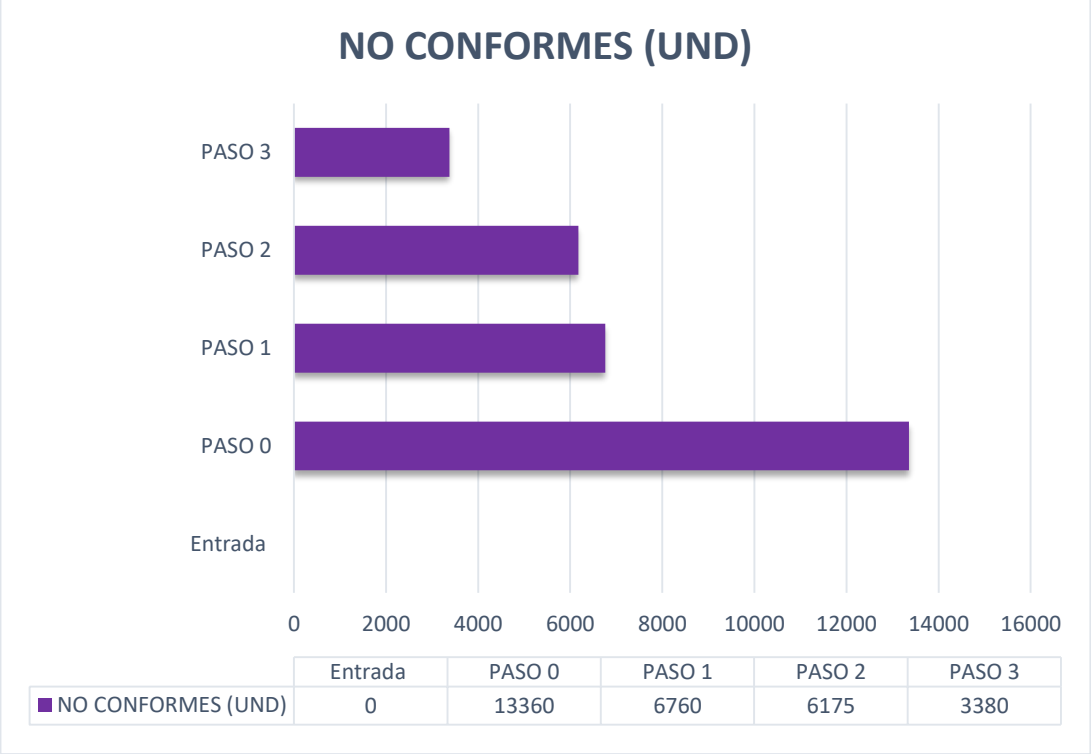
	Entrada	PASO 0	PASO 1	PASO 2	PASO 3
ACCIDENTES	0	0,00	0	2	0
INCIDENTES	0	0	3	29	29

Fuente: Propia

El gráfico 27 muestra el comportamiento de accidentes e incidentes en cada uno de los pasos, al momento de la entrada de la línea a TPM y en paso 0 no se tenía

esta información, recordemos que uno de los objetivos de TPM es 0 accidentes por lo que lo ideal es que no se presenten ninguno, para garantizar esto se realiza el reporte de incidentes con el fin de identificar el mayor número de condiciones inseguras en la línea para poder eliminarlas y reducir la probabilidad de que ocurran accidentes durante operación y/o mantenimientos este reporte lo puede realizar el integrante del PET y es acompañado por el pilar de SHE quien se encarga de gestionar junto con mantenimiento la eliminación de la condición, en el gráfico se evidencia que el reporte e incidentes crece hasta paso 3 pasando de reportar 3 incidentes mes a 29 incidentes mes, en cuanto a accidentes se reportaron 2 en el transcurso de paso 2, mientras que en paso 1 y 3 no se presentó ninguno.

Gráfica 28.



Fuente: Propia

El gráfico 28 muestra el comportamiento de las unidades no conformes en la línea, para el análisis no se pudo contar con los datos de antes de entrar a TPM por lo

que el análisis se realiza desde paso 0, recordemos que este indicador está relacionado con uno de los componentes de cálculo del EGE (Calidad), al finalizar paso 1 se reportaron 6760 unidades no conformes mensuales, para el final de paso 2 se reportaron 6175, una disminución del 8,6% gracias a la gestión de los lugares de difícil acceso y fuente de contaminación, ya que algunos de los defectos que se presentaban durante operación estaban relacionado con acumulación de suciedad en los componentes del equipo lo que generaba que su funcionamiento no fuera el adecuado ya sea porque la suciedad se generaba durante operación o por dificultad al realizar la limpieza e inspección durante el mantenimiento autónomo, al finalizar paso 3 se reportaron 3380 unidades no conformes mensuales una disminución del 74,70% comparado con las unidades reportadas al finalizar paso 0, este resultado fue gracias a la estandarización de las actividades LILA ejecutadas en la línea. Al disminuir el número de unidades no conformes se evidenció un aumento en el EGE operativo por paso pasando de 79% al finalizar paso 1 a 86% finalizando paso 3.

3.3 ACTIVIDADES POR PASO

3.3.1 Paso 0: Clasificación y Orden

Durante la implementación de este paso en la línea se realizaron las siguientes actividades:

Formaciones:

Estas formaciones tenían como objetivo generar competencias y habilidades en los integrantes del PET, con el fin de que afianzarán los términos asociados a 5’s. Durante este paso los pilares entrenaron al PET de la línea ICA en los siguientes temas.

- Conceptos básicos sobre 5’s.
- Criterios de Clasificación.
- Acciones de Mejora.
- Orden.

- Mapa de Orden.

Resultado Matriz de habilidades PASO 0

Gráfica 29 Matriz de Habilidades Paso 0

CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES REQUERIDAS				NIVEL COMPETENCIA											RENDIMIENTO	CUMPLE
						I	D	A	I	D	A	I	D	A		
P	COMPETENCIAS PENDIENTES PASO 0															
PASO 0	MA	Elementos inecesarios		Sabe y Aplica											100%	
	MA	Mapa de Orden		Sabe y Aplica											100%	
	ME	Pequeñas mejoras		Sabe y Aplica											100%	
	EYE	LUP		Sabe y Aplica											100%	
	MA	Estándar de operación		Sabe											100%	

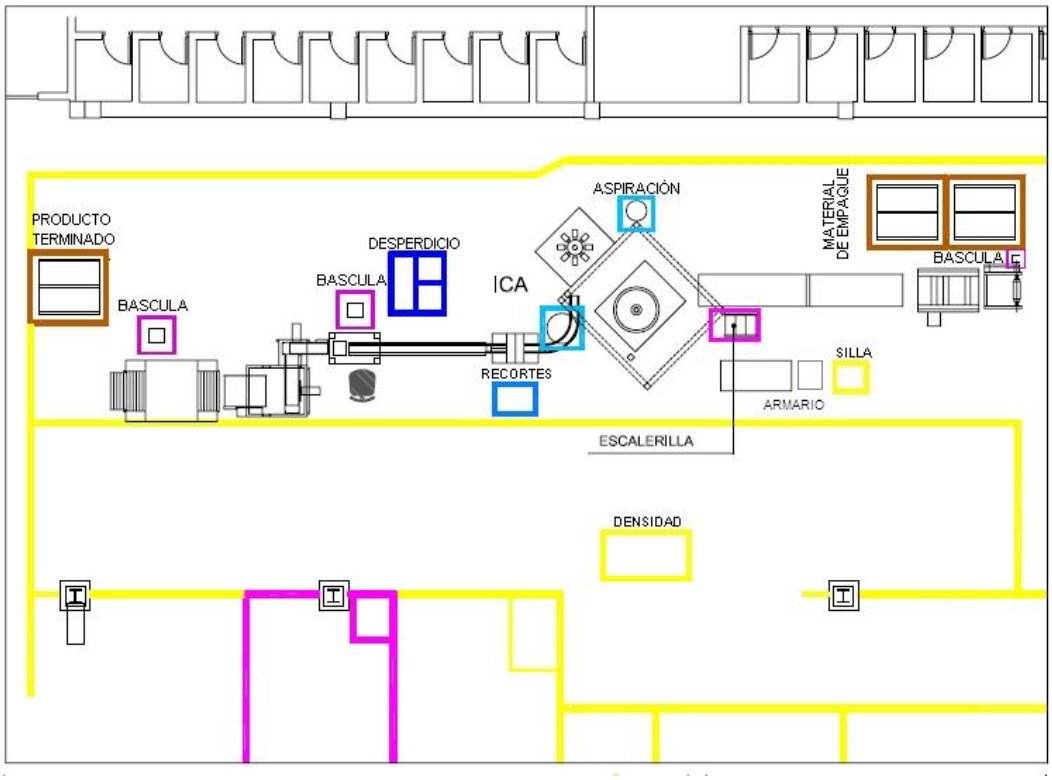
Fuente: Pilar E&E

En el gráfico 29, se muestran los resultados obtenidos por algunos de los integrantes del PET, en donde los tres alcanzaron el nivel deseado de la competencia el cual era Sabe y Aplica, esto quiere decir, que los integrantes tienen los conocimientos teóricos y prácticos para cumplir con los objetivos del paso.

Mapa de Orden:

En el gráfico 30 se muestra uno de los entregables del paso el cual es el mapa de orden de la línea, este mapa señala la ubicación de los diferentes implementos a utilizar durante la operación, en la construcción de este mapa participaron los integrantes del PET, teniendo presente los criterios de clasificación de los elementos como lo son: Frecuencia de uso, utilidad y cantidad, este mapa de orden permite al PET identificar que anormalidades se presentan en cuanto a orden, el resultado fue el siguiente:

Gráfica 30. Mapa de Orden línea ICA

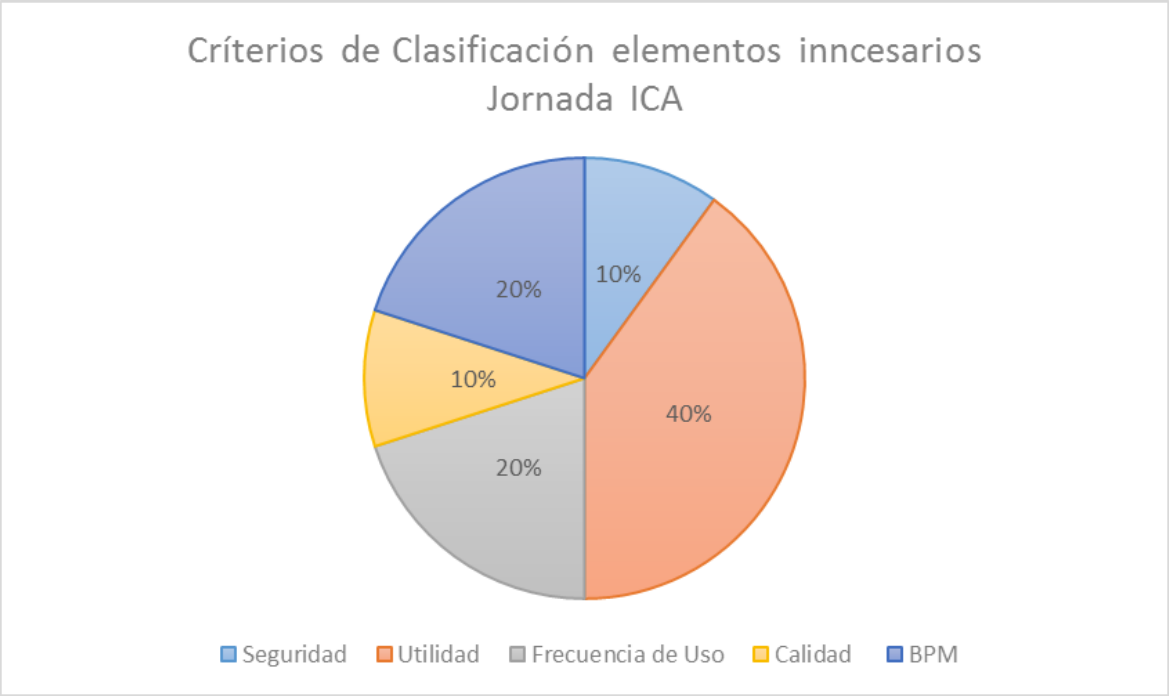


Fuente: Propia

Jornada de 5's:

Como actividad inicial del Paso 0 se realizó una jornada de verificación de elementos innecesarios en la línea, el objetivo de esta jornada era identificar aquellos elementos que no tenían ninguna utilidad o representaban un riesgo para el proceso. En esta actividad se identificaron un total de 70 elementos de los cuales:

Gráfica 31.

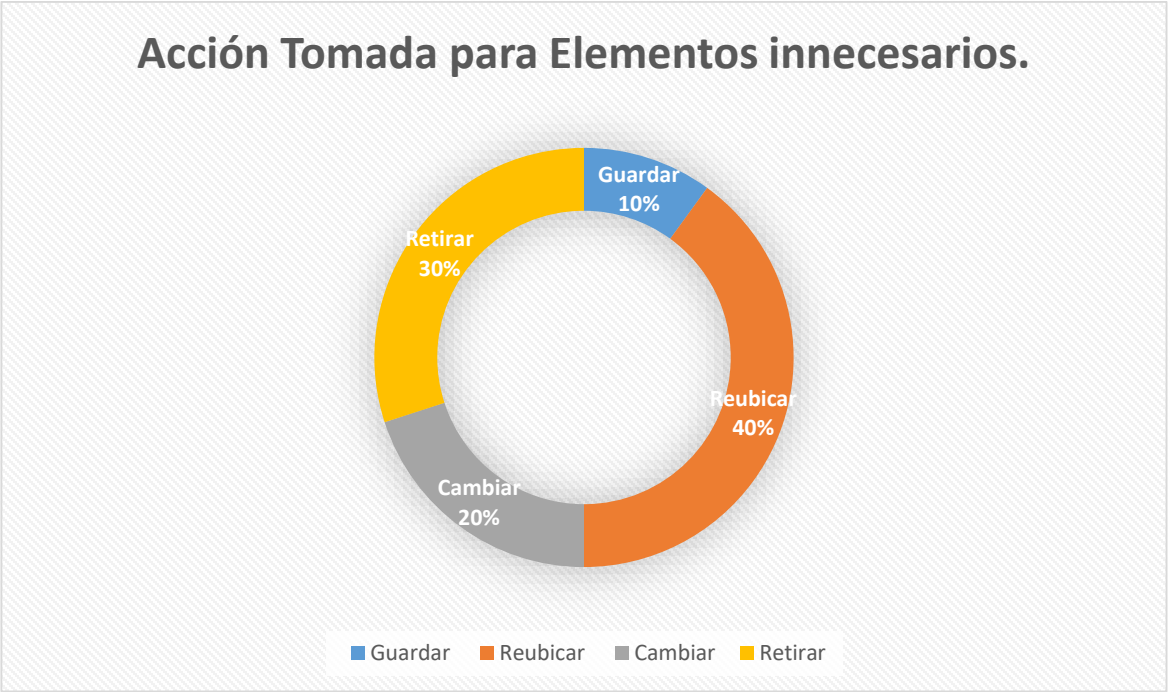


Fuente: Propia

El gráfico 31 muestra en porcentaje la cantidad de elementos encontrados en la línea de acuerdo a los criterios de clasificación en donde el 40% de los elementos identificados en la línea fueron clasificados bajo el criterio de utilidad, se reportaron elementos como tornillos sin uso, herramientas que no correspondían a la línea, documentos no necesarios para la operación entre otros, el otro 40% de los elementos fue clasificado entre BPM[19] y frecuencia de uso, el 20% restante corresponde a elementos que afectaban la seguridad del personal y la calidad del producto.

Gráfica 32.

[19] BPM: Buenas Prácticas de Manufactura



Fuente: Propia

Después de realizar la clasificación de los objetos encontrados en la línea se clasificaron en 4 acciones, Reubicar, Cambiar, Retirar, Guardar, el gráfico 32 muestra con un porcentaje del 40% que se reubicaron aquellos elementos que no debían estar en la línea como herramientas, sistemas de fijación, escaleras, etc, el 30% de los elementos se retiraron de la línea debido a que afectaban la seguridad y/o la calidad del producto, el 20% de los elementos se cambiaron tales como herramientas necesarias en mal estado que eran necesarias para la operación de la línea, y el 10% de los elementos encontrados se procedió a definir un lugar en la línea para guardarlos y tenerlos disponibles cuando sean necesarios.

3.3.2 Paso 1: Limpieza es inspección

Para el desarrollo de paso 1 en la línea ICA fue necesario capacitar al PET en los siguientes temas:

- Tipos de anormalidades.
- Reporte de tarjetas (Rojas y azules).
- Estándar de limpieza.

- Herramientas de análisis (Diagrama de Pareto, espina de pescado, 5W+1H y 5¿Por qué?
- EGE Operativo y directivo.

Las formaciones de los diferentes temas fueron desarrollados por los pilares de MA, E&E, MP quienes tuvieron presente el objetivo del paso y nivel de competencia que necesitaba el colaborador para ejecutar las actividades relacionadas con el paso de manera correcta, en la gráfica 33 se muestra como algunos miembros del PET alcanzaron el nivel deseado de competencia en los diferentes temas programados.

Gráfica 33. Matriz de habilidades paso 1

CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES REQUERIDAS			NIVEL COMPETENCIA											RENDIMIENTO	CUMPLE
		COMPETENCIAS PASO 1			I	D	A	I	D	A	I	D	A		
PASO 1	MA	Estándar de operación	◕	Sabe y Aplica	○	◕	◕	○	◕	◕	○	◕	◕	100%	■
	EYE	Roles de trabajo	◕	Sabe y Aplica	○	◕	◕	○	◕	◕	○	◕	◕	100%	■
	MA	Tablero	◕	Sabe y Aplica	◕	◕	◕	◑	◕	◕	◑	◕	◕	100%	■
	MA	Limpieza como inspección	◕	Sabe y Aplica	◕	◕	◕	◕	◕	◕	◑	◕	◕	100%	■
	MA	Los 7 tipos de inconveniencias	◕	Sabe y Aplica	○	◕	◕	○	◕	◕	○	◕	◕	100%	■
	MA	Tarjetas Rojas	◕	Sabe y Aplica	◕	◕	◕	◑	◕	◕	◑	◕	◕	100%	■
	MA	Tarjetas Azules	◕	Sabe y Aplica	◑	◕	◕	◑	◕	◕	○	◕	◕	100%	■
	MA	EGE operativo y directivo	◕	Sabe y Aplica	◑	◕	◕	◑	◕	◕	◑	◕	◕	100%	■
	ME	Herramientas de análisis (espina de pescado,diagrama de Pareto, 5W+1H, 5 Por qué?)	◕	Sabe y Aplica	○	◕	◕	○	◕	◕	○	◕	◕	100%	■
	ME	Ciclo de mejora	◑	Sabe	○	◑	◑	○	◑	◑	○	◑	◑	100%	■
	MA	Estándar de limpieza	◕	Sabe y Aplica	◕	◕	◕	◕	◕	◕	◕	◕	◕	100%	■
	MP	Averías	◕	Sabe y Aplica	◑	◕	◕	◕	◕	◕	◕	◕	◕	100%	■

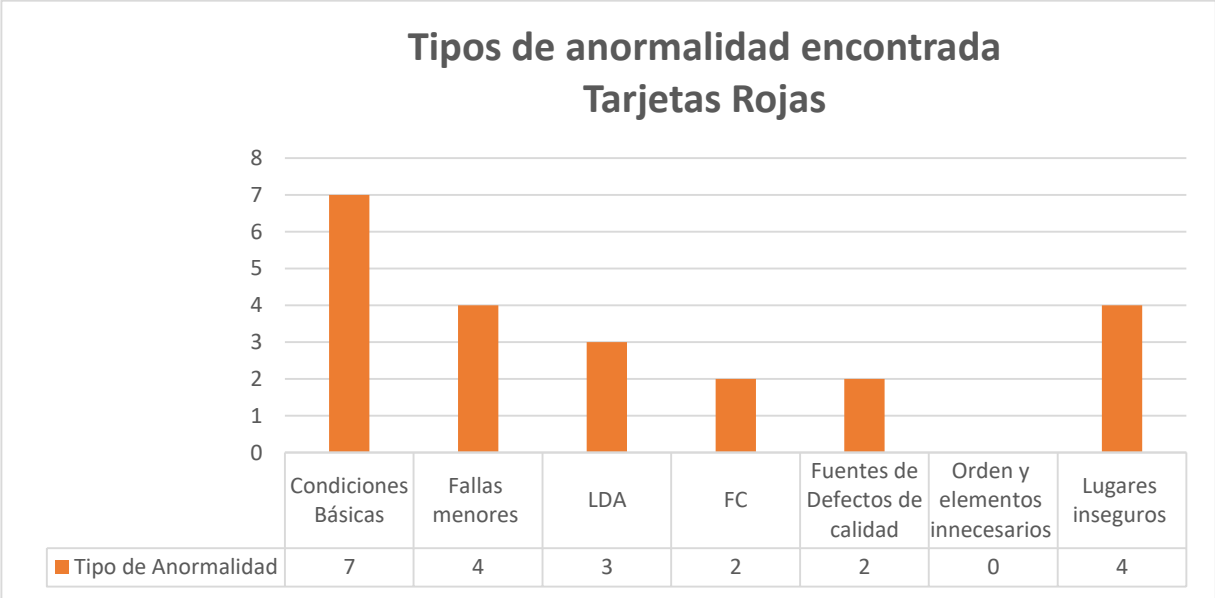
Fuente: Fuente: Pilar E&E

Actividad Limpieza Inicial:

Para garantizar que el nivel de competencia de los integrantes de PET está en el nivel requerido se realizó una jornada de limpieza inicial en la línea, donde debían identificar los diferentes tipos de anormalidades existentes en la línea y reportarlos por medio de tarjetas rojas y/o azules, el resultado de esta actividad concluyó con el reporte de 22 tarjetas rojas y 17 tarjetas azules. En las gráfica 33 y 34 se

muestran los diferentes tipos de anormalidad reportados en tarjetas rojas y azules respectivamente.

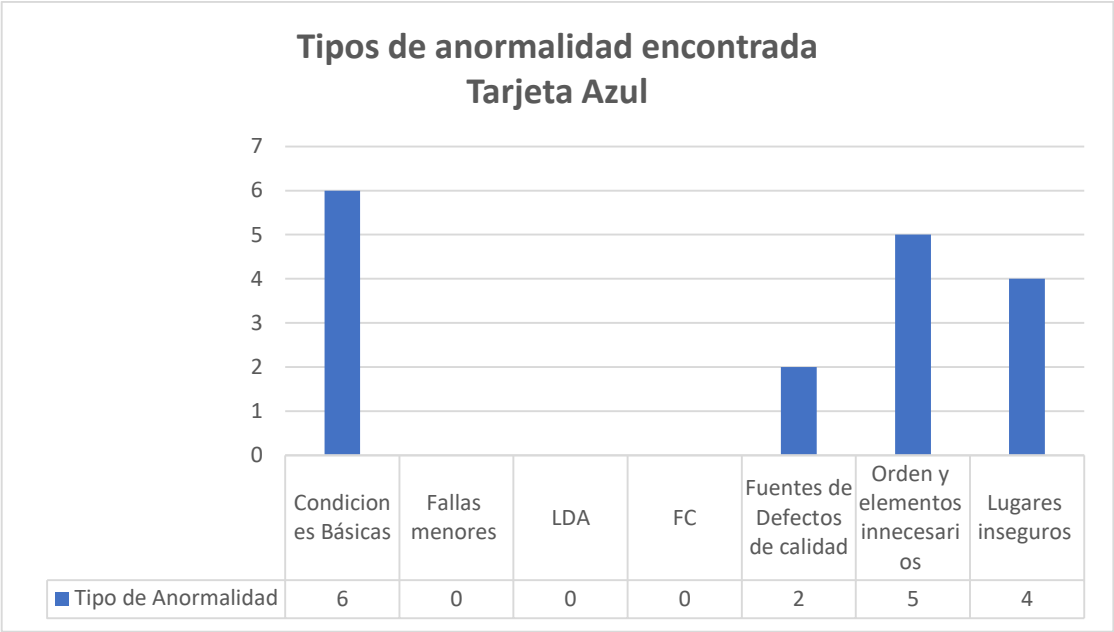
Gráfica 34.



Fuente: Propia

En la gráfica 34 observa que la mayoría de reporte de tarjetas rojas se clasificó entre condiciones básicas, fallas menores y lugares inseguros representando el 68% del reporte, este tipo de anormalidades están ligadas al estado de la máquina como deterioro en componentes de fijación (tornillos, tuercas, remaches, abrazaderas) que inciden en el funcionamiento de los sistemas de la máquina (sistema de corte, sistema de sellado), además de zonas de la línea en donde ejecutar la limpieza del componente representaba un riesgo para el colaborador, recordemos que la solución de la tarjeta roja la realiza el técnico de mantenimiento debido a la complejidad del trabajo.

Gráfica 35.



Fuente: Propia

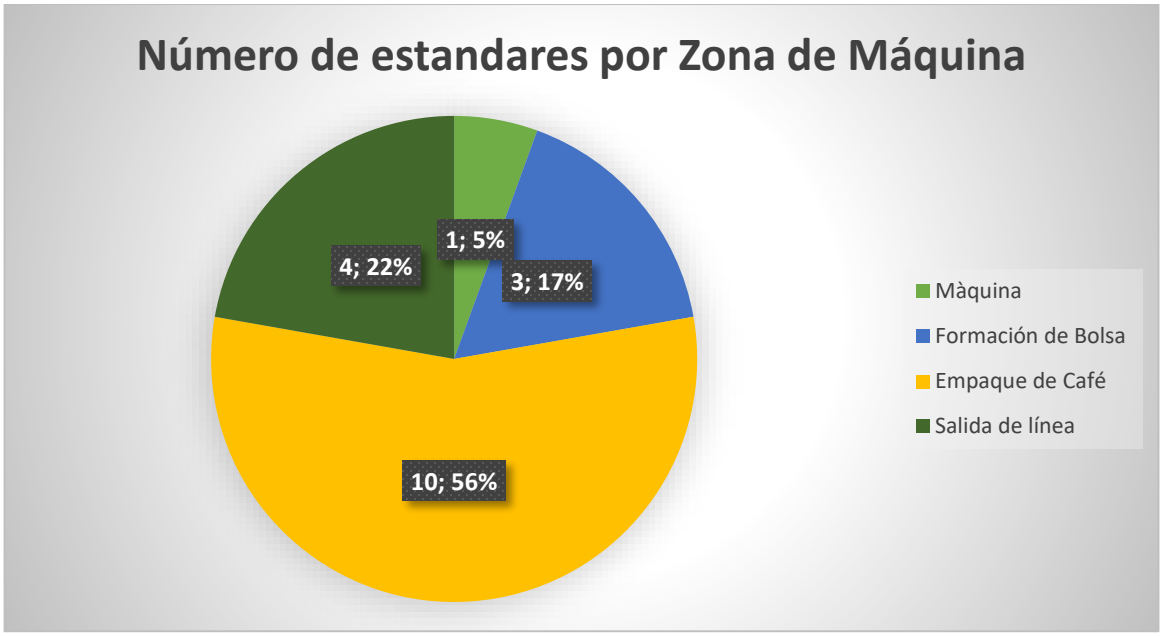
En la gráfica 35 se muestra el reporte de tarjetas de azules en donde las anormalidades más reportadas fueron condiciones básicas, orden y elementos innecesarios representando un 64% del reporte, dentro de los reportes de condiciones básicas encontramos controles visuales, señalizaciones, adhesivos en mal estado, en orden y elementos innecesarios se reportaron herramientas en mal estado, documentos innecesarios y exceso de repuestos, es importante mencionar que la solución de las tarjetas azules las realiza el mismo colaborador ya que el nivel de complejidad de la tarea no representa un riesgo para él.

Estándares de limpieza:

Durante el desarrollo del paso se crearon los estándares iniciales de limpieza, estos estándares buscan registrar el método en que se tiene que realizar la limpieza e inspección del componente de manera tal que sea clara en cuanto a las actividades que se deben realizar al inspeccionar y limpiar los diferentes componentes de la máquina, el estándar es una de las herramientas más

importantes ya que permite que el personal nuevo que ingresa a operar la línea tenga un listado de actividades establecidas con el fin de evitar dispersiones en la limpieza. Se crearon 18 estándares de limpieza para la línea ICA divididos de la siguiente manera:

Gráfica 36.



Fuente: Propia

El gráfico 36 se evidencia que la línea ICA se dividió en 4 zonas para realizar las actividades de limpieza e inspección donde del 100%(18) de los estándares el 56% (10) estaban enfocadas en la zona de empaque de café, ya que es una zona critica donde los componentes tienen contacto directo con el producto y de no tener una rutina eficiente de limpieza, desinfección e inspección representaría un riesgo a la inocuidad del producto, el 22%(4) se enfocaron a componentes de salida de la línea como bandas transportadoras y etiquetadoras que tienen contacto con el producto final.

3.3.3 Paso 2: Lugares de difícil acceso y fuentes de contaminación

El paso dos busca un cambio en la línea de empaque mediante la identificación de anormalidades que dificulten la limpieza e inspección por esto, las habilidades adquiridas en paso 1 como los es el reporte de tarjetas prevalecen a lo largo del tiempo ya que es la herramienta más importante al momento de identificar anormalidades, para este paso el PET desarrolla una capacidad analítica frente a los problemas que se encuentran en la máquina, para logar esta capacidad de análisis fue necesario capacitar al PET en lo siguiente:

- Lugares de Difícil Acceso.
- Fuentes de contaminación.
- Ciclo de los 10 pasos de análisis de LDA Y FC.

Gráfica. 37. Matriz de habilidades paso 2



Fuente: Fuente: Fuente: Pilar E&E

El gráfico 37 muestra que 8 de los 9 integrantes lograron alcanzar todas las competencias del paso 2, en el caso de que un integrante no logre alcanzar la competencia deseada para el paso, el pilar de E&E y MA, se encargan de cerrar la brecha[20], mediante un reentrenamiento, finalizado el reentrenamiento se vuelve a

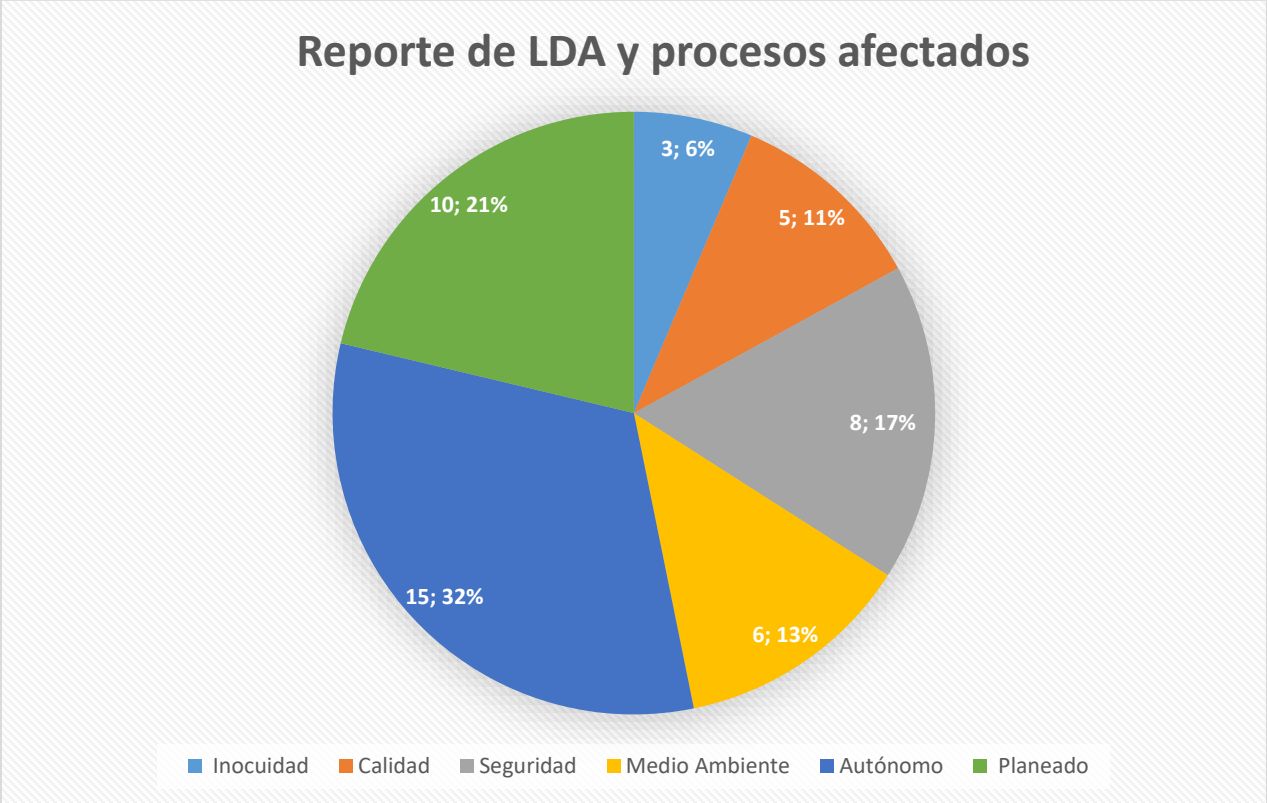
[20] Cierre de Brechas: término utilizado para referirse cuando no se logra el resultado esperado.

realizar las pruebas pertinentes para corroborar que el integrante está nivelado frente a las habilidades del paso.

Identificación de LDA

Durante el desarrollo del paso se encontraron 47 LDA, los cuales afectaban a diferentes procesos el gráfico 38 muestra el porcentaje de afectación de estos LDA a los diferentes procesos.

Gráfica 38.



Fuente: Propia

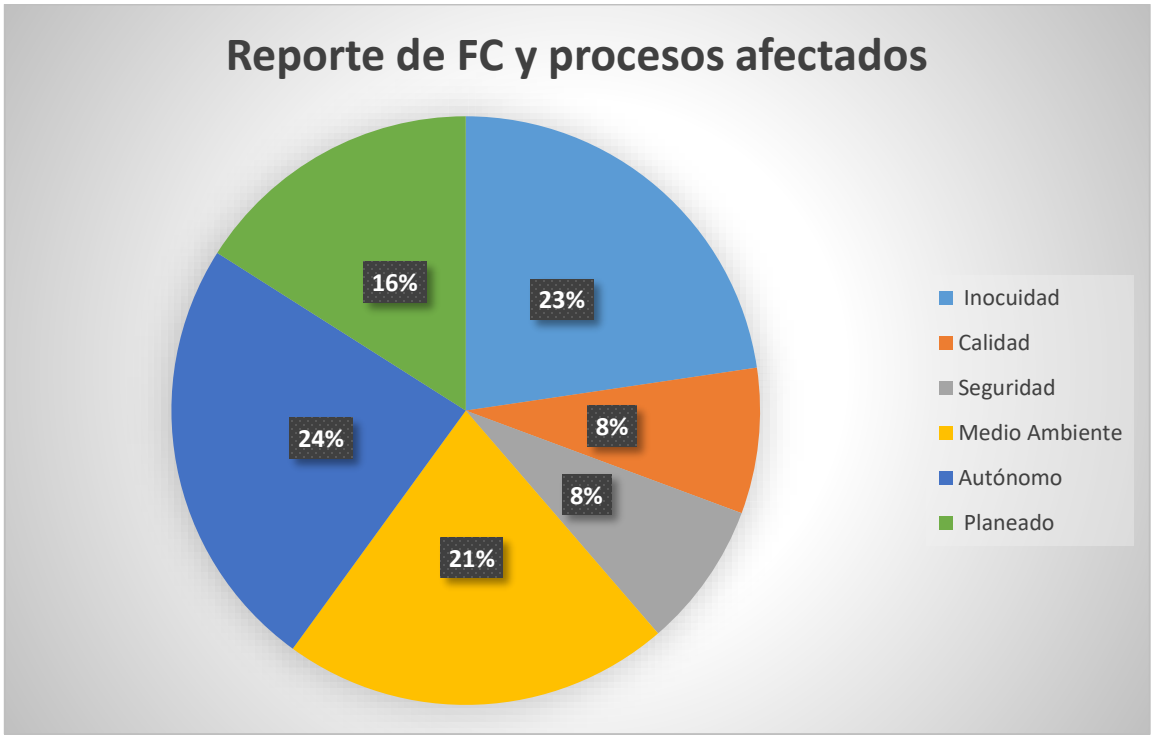
Del 100% de los LDA identificados el 53% afecta las actividades Mantenimiento Autónomo (32%) y Mantenimiento Planeado (21%), la afectación de estos procesos se debe a que los LDA dificultan las labores de limpieza, inspección por parte del operario, y mantenimiento por parte del técnico haciendo que los

componentes de la línea se vayan deterioran por falta de ajustes, limpiezas y lubricaciones.

Identificación de FC

Durante el desarrollo del paso se encontraron 75 FC, los cuales afectaban a los diferentes procesos el gráfico 39 muestra el porcentaje de afectación de estos FC en los diferentes procesos.

Gráfica 39.



Fuente: Propia

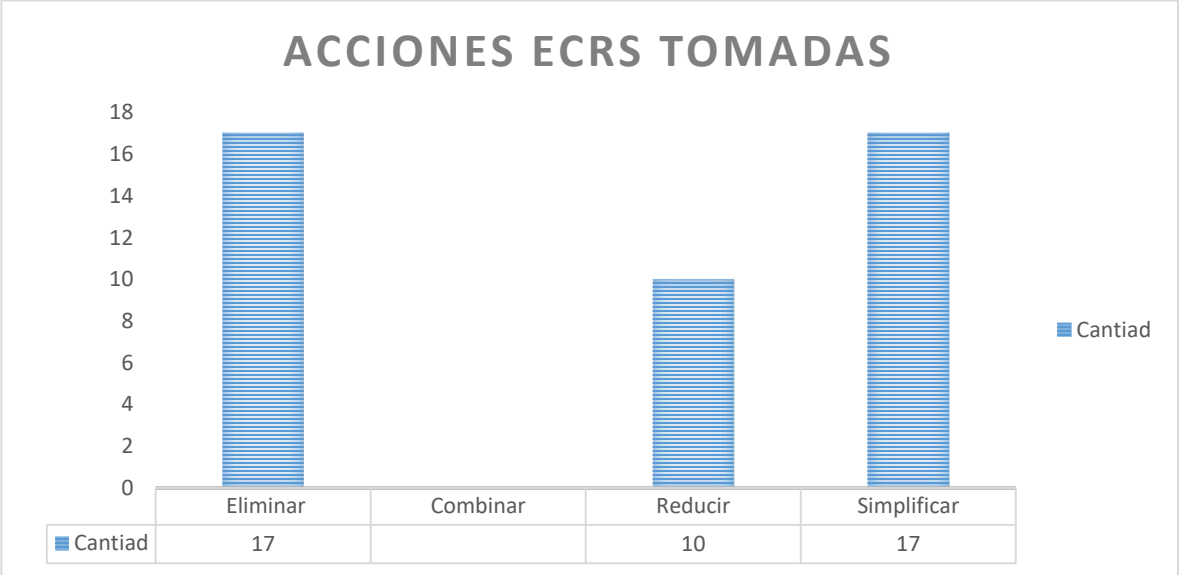
Del 100% de las FC que se identificaron el 68% afecta las actividades de Mantenimiento Autónomo (24%), Inocuidad (23%) y al medio ambiente (21%), las fuentes de contaminación afectan los tiempos de limpieza durante la parada autónoma haciendo que las jornadas sean más extensas y que durante operación sea necesario detener el equipo para limpiarlo, en cuanto a la inocuidad las FC impactan sobre la seguridad de los alimentos ya que si se llega a contaminar el producto y sale a la venta se convertiría en un reclamo justificado y afectaría la

imagen de la compañía, en medio ambiente las FC afectan a los recursos hídricos, al aire debido a poluciones y/o fugas que tenga la línea.

Acciones ECRS:

Para disminuir el impacto que generan estas anormalidades en el equipo se toman acciones basadas en ECRS, el objetivo de estas acciones es mejorar el estado actual de la máquina y facilitar el desarrollo de las actividades de limpieza, inspección y mantenimiento.

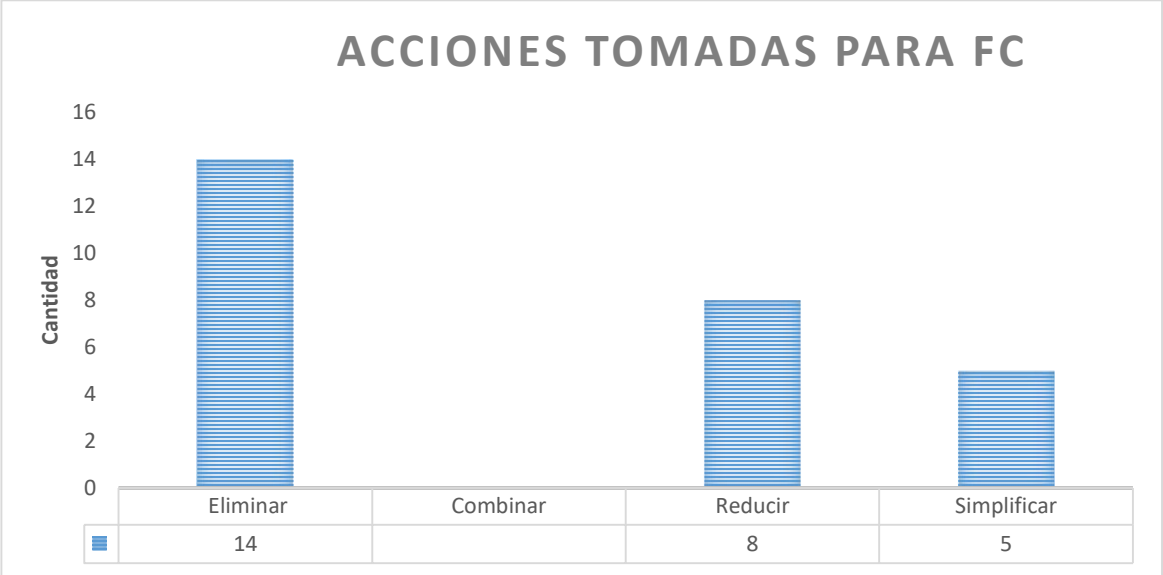
Gráfica 40.



Fuente: Propia

El gráfico 40 muestra el total de las acciones ECRS tomadas tanto para LDA y FC, como se puede observar se tomaron 17 acciones orientadas a eliminarlas, 17 a simplificarlos y 10 a reducir el impacto que generaban, en total se tomaron 44 acciones las cuales representan un 36% del total de los LDA y FC encontrados, este porcentaje es bajo ya que lo ideal es que se solucionen la mayor cantidad de LDA y FC mientras se ejecuta el paso, con los LDA y FC que no se solucionaron se van trabajando junto con la implementación de los demás pasos.

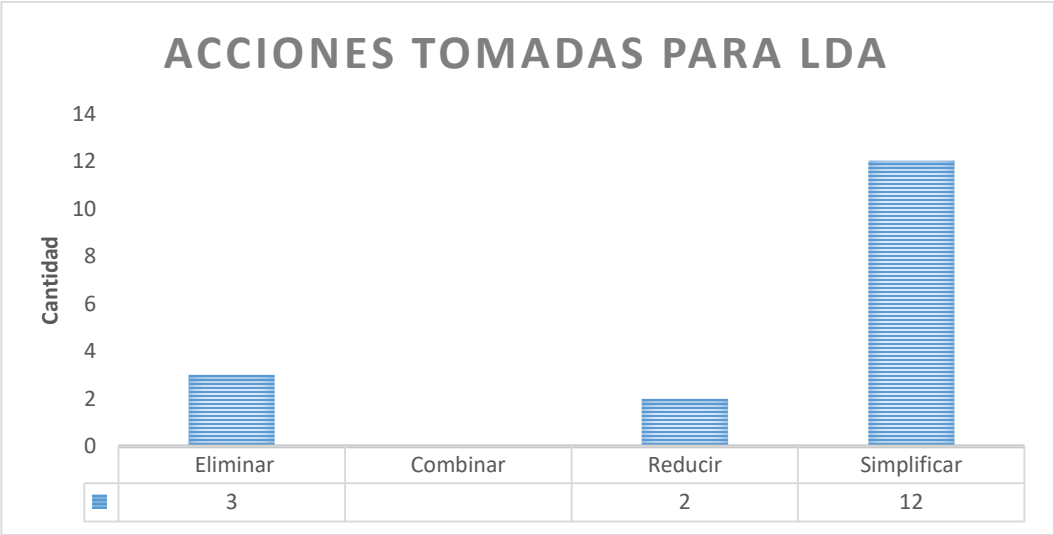
Gráfica 41.



Fuente: Propia

La gráfica 41 muestra que se cerraron en total 27 fuentes de contaminación, la mayoría de las actividades se enfocaron a la eliminación y reducción de los FC de la línea.

Gráfica 42.



Fuente: Propia

En el gráfico 42 se muestra que se cerraron un total de 17 lugares de difícil acceso, podemos ver que el mayor número de actividades tomadas se enfocó a la simplificación y eliminación de los LDA, sustituyendo los tornillos e implementando sistemas de fijación como clamps y perillas, además de la instalación de visores y compuertas para facilitar el acceso al momento de la inspeccionar y limpiar los componentes.

3.3.4 Paso 3: Estándares provisorios LILA

El paso 3 busca mantener las condiciones logradas en la línea mediante la estandarización de las actividades, en este paso se generan 5 estándares divididos de la siguiente forma (Limpieza, Inspección, Lubricación, Ajuste y Operación), en este paso se capacita al operario para conocer los componentes y sistemas del equipo críticos[21], este conocimiento lo entrega el técnico de mantenimiento mediante la construcción de los principios de funcionamiento[22].

3.3.4.1 Sistemas críticos entregados por mantenimiento

[21] Críticos: hace referencia a los componentes que presentan mayor número de paros o fallas por falta de actividades de limpieza, lubricación, ajuste e inspección.
[22] Principio de funcionamiento: es un gráfico donde se muestra y se explica el funcionamiento de un sistema y sus componentes.

Dentro de las actividades que tenía mantenimiento planeado en este paso era la entrega de los puntos LILA al PET mediante el desarrollo de los principios de funcionamiento, mantenimiento entregó en total 20 puntos LILA al PET de la línea dentro de estos sistemas encontramos :

Tabla 2.

SISTEMA - PUNTO LILA - ICA
Fechador Smart Date
Sellado en k
Sellado Transversal
Sistema de avance (F-5)
Sistema avance (F-3)
Brazos portaventosas
Sistema vacío Carrusel de llenado
Sistema de corte bolsa
Plegador inferior paquete
Sistema perillado
Sistema Dosificadora
Sistema OGA
Bombas de vacío cámaras
Mordazas de sellado cámaras
Sistema apertura y cierre cámaras
Pinza evacuadora de paquetes
Cuchilla de corte sobrante
Sistema de sellado Enfardadora Rochman
Sistema banda avance Túnel Rochman
Etiquetadora

Fuente: Propia

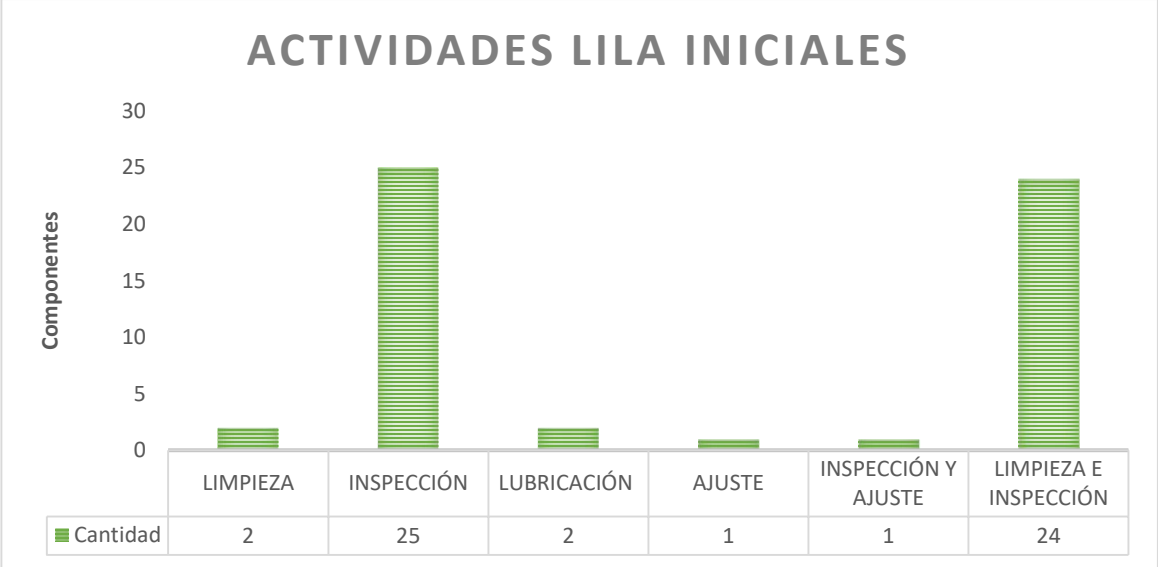
3.3.4.2 Creación de estándares

Una vez se entregan los puntos críticos por parte de mantenimiento, el PET junto al apoyo de los pilares de MA, SHE, MQ Y MP generan los estándares LILA de los sistemas, en la creación de este estándar los pilares validan si el método que plantea el integrante del PET es preciso en cuanto a las actividades, además validan si relacionan la actividad con los tres 0 (0 Averías, 0 Accidentes, 0 defectos); Junto con mantenimiento autónomo se definen las frecuencias iniciales

para la ejecución de estas actividades, durante el desarrollo del paso algunos puntos LILA son eliminados debido a que se proponen mejoras.

3.3.4.3 Evolución de los puntos LILA

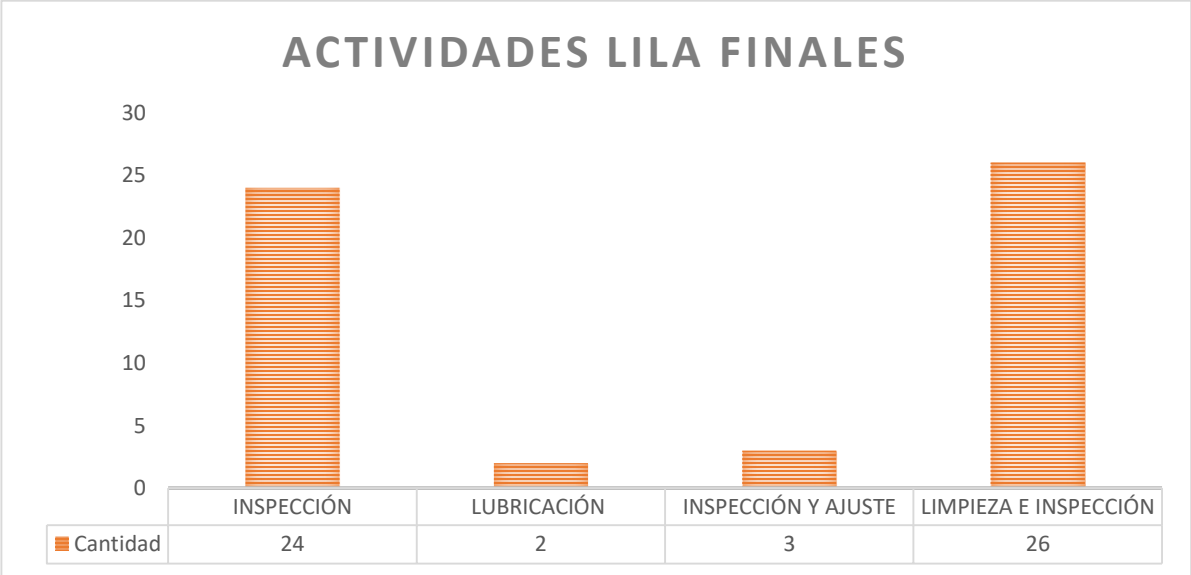
Gráfica 43.



Fuente: Propia

El gráfico 43 muestra la clasificación de las actividades iniciales que se identificaron al inicio del paso, estas actividades se generan para los sistemas mencionados en la Tabla 2, como podemos observar las actividades iniciales estaban enfocadas en su mayoría a la inspección de los componentes con 25 actividades y 24 actividades orientadas a la limpieza e inspección, durante el avance del paso pueden salir nuevos LILAS o nuevas actividades para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.

Gráfica 44.



Fuente: Propia

La gráfica 44 muestra las actividades al final del paso se unificaron dos actividades de solo limpieza a limpieza e inspección y una actividad de ajuste a inspección y ajuste, el cambio de estas actividades se dio debido a que al ejecutar la actividad el colaborador manifestaba que no solo realizaba el ajuste sino también una inspección sobre el componente para identificar si estaba en buen estado, de igual manera con las actividades de limpieza e inspección los colaboradores manifestaron que al realizar la limpieza ellos realizaban una inspección de los componentes con el fin de identificar alguna anormalidad.

Cada vez que se realizaba un cambio de actividad en uno de los componentes se modificaba el estándar, con el fin de que el conocimiento estuviera actualizado.

CONCLUSIONES

- Una vez realizada la implementación de los tres primeros pasos de TPM, se puede observar una baja importante en las averías presentadas durante el proceso productivo, ya que pasaron de 58 averías/mes reportadas al inicio del sistema a 6 averías/mes al finalizar el mismo, lo que corresponde a una disminución del 89,65%, esto como resultado de la estandarización de las actividades de limpieza, inspección lubricación y ajuste de los componentes críticos de la máquina.

- La implementación del sistema TPM plantea en uno de sus objetivos el “cero accidentes”, después de aplicada la metodología se encuentra que se pasó de reportar 3 incidentes/mes a 29 incidentes/mes, lo que representa que los empleados cuentan con la experticia y la capacitación requerida para reportar las condiciones inseguras en la línea de producción, con el fin de eliminarlas y reducir la probabilidad de ocurrencia de un accidente durante la operación.

- Luego de observar el comportamiento de las unidades no conformes, se evidencia una disminución importante en la generación de estas, gracias a la estandarización de las actividades LILA realizadas en la línea de producción, dichos reportes pasaron de 6760 unidades no conformes mensuales a 3380 unidades no conformes mensuales, este indicador repercute de manera favorable en los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

Alles, M. A. (2008). CAPACIDAD, HABILIDAD Y COMPETENCIA. *Desarrollo del talento humano: basado en competencias*. 2ª edición buenos aires Ediciones Granica, 2008. Obtenido de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/1._CAPACIDAD,_HABILIDAD_Y_COMPETENCIA.pdf

Amador, A. (OCTUBRE 06 DE 2014). *Cerca de 90 mil empresas han cerrado en el último año.* Bogotá D.C: Portafolio. Obtenido de http://www.portafolio.co/negocios/empresas/cerca-90-mil-empresas-han-cerrado-ano-49120

Campos, J. (05 de 07 de 2012). Las 5S, la dieta adecuada para tu sistema productivo (TPM, Lean Manufacturing). Obtenido de http://www.euskalit.net/gestion/?p=674

Colombia, A. N. (2014). *Colombia: Balance 2014 y perspectivas 2015.* Obtenido de http://www.andi.com.co/SitEco/Documents/Balance%202014%20y%20perspectivas%202015.pdf

Company, T. W. (10 de Enero 2015). *Tipos de productividad empresarial y factores de influencia.* Post, España . Obtenido de http://www.aguaeden.es/acerca-de-nosotros/blog-agua-eden/tipos-de-productividad-empresarial-y-factores-de-influencia/

GUAJARDO, J. G. (16 de 06 de 2014). Efectividad de Planta OEE. México.

INCONTEC. (09 de 11 de 2007). NTC OHSAS 18001. Bogotá D.C, Colombia.

Larios, J. J. (4 de 2 de 2016). La calidad es más que ISO 9000. Palibrio .

Maintenance, J. I. (1989). TPM2. Japón. Obtenido de http://www.jipm.or.jp/en/company/history.html

Maintenance, J. I. (1995). TPM en Industrias en Proceso. Madrid, España: TGP Hoshin.

Ruiz, J. A. (2010). La Teoría de la Medición del Despilfarro. (ZADECON, Ed.) Toledo, España.

Skool, M. (s.f.). One Point Lesson (OPL). Obtenido de http://www.mbaskool.com/business-concepts/operations-logistics-supply-chain-terms/7041-one-point-lesson-opl.html

TPM, I. I. (2013). Curso Facilitadores TPM. Bogotá .

Wyngaard, G. (s.f.). Introducción a las Tecnologías de Gestión Las 7 pérdidas. Argentina , Mar de Plata. Obtenido de https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3161/M%C3%B3dulo%201%20-%20Las%207%20p%C3%A9rdidas_0.pdf