IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO” EN EL CENTRO DE PROCESO VIBRADO DE LA EMPRESA FINART S.A.S

LISSETH CAMILA VARGAS MONROY

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

IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO” EN EL CENTRO DE PROCESO VIBRADO DE LA EMPRESA FINART S.A.S

LISSETH CAMILA VARGAS MONROY

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniera de Producción

Director
Rodrigo Quintero
Ingeniero Mecánico

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

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

Director

_____

Jurado

Bogotá, Febrero de 2016

DEDICATORIA

El presente trabajo y todo el desarrollo investigativo, con lo que este acarrea se lo dedico principalmente a Dios por darme la fortaleza y colocarme durante este periodo todos los medios y personas necesarias para la estructuración de este escrito a cabalidad, igualmente, a mi familia por ser la base motivadora para alcanzar el éxito y alcanzar mi meta.

La Autora.

AGRADECIMIENTOS

La Autora del presenta trabajo presenta su más sincero agradecimiento a:

Al personal docente y asesores de la Facultad Tecnológica, específicamente a las que pertenecen al proyecto curricular de Ingeniería de Producción de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por su acompañamiento, soporte y motivación para elaborar adecuadamente este trabajo, a la Gerencia y personal de apoyo de la empresa FINART S.A.S. Por su cooperación y en general a todos aquellos que colaboraron de forma directa e indirecta en la culminación de esta meta.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
JUSTIFICACIÓN	14
1. GENERALIDADES	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1 Descripción del problema	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GENERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. ALCANCE DEL PROYECTO	18
4. METODOLOGÍA	20
5. MARCO INSTITUCIONAL	21
5.1 RESEÑA HISTÓRICA	21
5.2 PRODUCTOS	23
5.3 ACCESORIOS	24
5.4 MAPA DE PROCESOS	26
5.4.1 Planta de producción (Make)	26
5.4.2 Proceso de producción	27
5.4.3 Proceso de fabricación (Make)	28
5.4.4 Proceso de vibrado	29
6. MARCO TEÓRICO	33
6.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	33
6.1.1 OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos)	35

pág.

6.1.2 Las 6 grandes pérdidas 36
6.2 PILARES DEL TPM 38
6.3 MEJORAS ENFOCADAS O KOBETSUKAISEN 39
6.4 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO O JISHUHOZEN 42
6.5 MANTEMINIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO 43
6.6 MANTENIMIENTO DE CALIDAD O HINSHITSUHOZEN 43
6.7 ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DE HABILIDADES DE OPERACIÓN 44

7. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA 46
7.1 SITUACIÓN ACTUAL 46

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA 51
8.1 CAPACITACIÓN INTRODUCTORIA A TPM 51
8.2 CAPACITACIÓN TÉCNICA 52
8.3 EVENTO SUPERLIMPIEZA 52
8.3.1 Resultados del evento superlimpieza 55
8.4 CAPACITACIÓN EN HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y ANALISIS DE FALLAS 57
8.5 CAPACITACIÓN EN LUP´s 58
8.6 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD 58

9. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS 59
9.1 CREACIÓN DE ESTÁNDARES 62
9.1.1 Lup´s elaboradas por el personal de vibrado 63
9.2 CREACIÓN DE INDICADORES 64
9.2.1 OEE (Eficiencia Global del Equipo) 64
9.2.2 Indicador de disponibilidad 66
9.2.3 Indicador de rendimiento 67
9.2.4 Indicador de calidad 68
9.2.5 Indicador de Cumplimiento de solución a tarjetas de TPM 69
9.2.6 Indicador de Seguridad (Incidentes/Accidentes) 71
9.3 FORMATOS DISEÑADOS PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES 71
9.4 IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE GESTIÓN 77
9.4.1 Diseño del tablero 78
9.5 SISTEMA DE SEGUIMIENTO 79
9.5.1 Auditorías de mantenimiento autónomo 79
9.5.2 Resultados de auditorías 80
9.5.3 Resultados de indicadores 82
9.5.3.1 Indicador OEE Máquinas Chinas Abril 82

pág.

9.5.3.2 Indicador OEE Máquinas Chinas Agosto - Después de implementar Mantenimiento Autónomo 82
9.6 COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES DE ABRIL A AGOSTO 83
9.7 COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR DE MTTB ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO 84
9.8 COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR DE MTTB ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO 85

CONCLUSIONES 87

RECOMENDACIONES 88

BIBLIOGRAFÍA 89

ANEXOS 90

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Máquinas de Vibrado 18

Tabla 2. Actividades a realizar durante el desarrollo de la propuesta 20

Tabla 3. Pasos de Mantenimiento Autónomo 43

Tabla 4. Pasos para desarrollar el pilar de seguridad, higiene y medio ambiente 43

Tabla 5. Consolidados de reportes generados durante evento Súper Limpieza 55

Tabla 6. Consolidados de acciones generadas por parte de Mantenimiento frente a los reportes 56

Tabla 7. Resultados de evaluaciones 60

Tabla 8. Sistema de ratificación y bonificación por resultados obtenidos 62

Tabla 9. Ficha técnica indicador OEE 66

Tabla 10. Clasificación de Tiempos planeados y no planeados 66

Tabla 11. Ficha técnica del indicador de Disponibilidad 67

Tabla 12. Ficha Técnica del indicador de Rendimiento 67

Tabla 13. Clasificación de defectos causados por Máquinas 69

Tabla 14. Ficha técnica del indicador de Calidad 69

Tabla 15. Ficha técnica del indicador Cumplimiento de solución a tarjetas de TPM 71

Tabla 16. Ficha técnica del indicador de Seguridad 71

LISTA DE GRAFICOS

pág.

Grafico 1. Consolidado de averías reportadas por vibrado 19

Grafico 2. Indicador MTBF (Tiempo medio entre fallas) 47

Grafico 3. Indicador MTBF 48

Grafico 4. Indicador % Cumplimiento de Programas (BSC) (Andon por centro) 49

Grafico 5. Pareto de causas de incumplimiento 49

Grafico 6. Temas abordados en Capacitación TPM 51

Grafico 7. Temas abordados en Capacitación Técnica 52

Grafico 8. Temas abordados en Capacitación de herramientas de solución 57

Grafico 9. Comportamiento del OEE máquinas chinas – Abril 82

Grafico 10. Comportamiento del OEE máquinas chinas – Agosto 82

Grafico 11. Comportamiento del Rendimiento de máquinas chinas Abril-Agosto 83

Grafico 12. Comportamiento del Calidad máquinas chinas (Abril-Agosto) 83

Grafico 13. Comportamiento MTBF (Antes) 84

Grafico 14. Comportamiento MTBF (Después) 85

Grafico 15. Comportamiento MTTR (Antes) 86

Grafico 16. Comportamiento MTTR (Mayo -Agosto) 86

Grafico 17. Comportamiento MTTR (Mayo -Agosto) 87

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Países que abastece la Compañía	21
Ilustración 2. Misión de la Compañía	22
Ilustración 3. Visión de la Compañía	22
Ilustración 4. Valores corporativos	23
Ilustración 5. Bijouterie	24
Ilustración 6. Accesorios que fabrica la Compañía	25
Ilustración 7. Mapa de procesos FINART S.A.S.	26
Ilustración 8. Procesos de diseño y fabricación	27
Ilustración 9. Proceso de fabricación	28
Ilustración 10.Tetraedro de interdependencia	31
Ilustración 11. Proceso de Vibrado	32
Ilustración 12. Significado de TPM	35
Ilustración 13. Figura de las seis grandes pérdidas	38
Ilustración 14. Pilares del TPM	39
Ilustración 15. Ciclo PHVA	40
Ilustración 16. Evento súper limpieza Vibrado	54
Ilustración 17. Orden de Trabajo	55
Ilustración 18. Formato de evaluación de TPM	59
Ilustración 19. Matriz de Habilidades Maquinistas Vibrado	61
Ilustración 20. Temas a evaluar	61
Ilustración 21. Sistema de Calificación	62

pág.

Ilustración 22. LUP de limpieza de bombas y mangueras 63

Ilustración 23. LUP sobre la correcta utilización de la Centrifuga de Secado 64

Ilustración 24. Indicadores del OEE 66

Ilustración 25. Componentes del OEE 66

Ilustración 26. Ejercicio práctico para cálculo del OEE 68

Ilustración 27. Tarjetas de TPM para reporte de anomalías 70

Ilustración 28. Formato para el registro de información de entrada para el cálculo de la disponibilidad 72

Ilustración 29. Formato para el registro de información de entrada para el cálculo del rendimiento 72

Ilustración 30. Formato para el registro de información de entrada para el cálculo de la calidad 73

Ilustración 31. Formato diseñado para el cálculo del OEE por maquina 74

Ilustración 32. Formato diseñado para el registro de para el registro de información de entrada para el cálculo del Indicador de Cumplimiento de solución a tarjetas de TPM 75

Ilustración 33. Formato diseñado para el registro de información de entrada para el cálculo del Indicador de Seguridad Incidentes/Accidentes 76

Ilustración 34. Base de datos creada para el consolidado y análisis de los datos de cada indicador 77

Ilustración 35. Tablero de Gestión TPM 78

Ilustración 36. Tablero de Gestión del Centro de Vibrado 78

Ilustración 37. Formato de diseñado para las auditorías de Mantenimiento Autónomo 79

Ilustración 38. Auditoría Agosto 80

Ilustración 39. Auditoría Noviembre 82

INTRODUCCIÓN

Los costos de mantenimiento representan entre el 15% y el 40% de los costos totales de manufactura.

Las reparaciones por emergencia cuestan por lo menos 3 veces más que si las mismas reparaciones hubieran sido planeadas.

El 58% del costo del mantenimiento es provocado por la inadecuada operación y el 17% del costo del mantenimiento es provocado por la falta de lubricación del equipo.

Todo lo anterior sumado a una inadecuada o inexistente rutina de limpieza genera que los equipos de una organización se deterioren aceleradamente hasta el punto de convertirse en un gasto adicional para las empresas.

Las industrias manufactureras y en especial las dedicadas a la fabricación de Bijouterie tienden a contar con maquinaria que por su constante trabajo requieren de cuidados especiales, tanto en su operación como en su mantenimiento.

Por lo anterior se decide implementar el pilar de Mantenimiento Autónomo en el centro de proceso vibrado de la compañía FINART S.A.S, el cual permitirá prever y corregir cualquier tipo de daño en las máquinas centrifugas y vibradoras de este centro, además puede generar paros en la producción, defectos de calidad en el producto, retrasos en tiempos de entrega y pérdidas significativas para la empresa.

Este documento contiene los resultados de la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo en el centro de proceso vibrado, al igual que los entregables realizados a la compañía.

JUSTIFICACIÓN

Se decide implementar el pilar de Mantenimiento Autónomo en la empresa FINART S.A.S, es una herramienta la cual permite controlar las posibles fallas y paradas generadas en las máquinas o equipos de trabajo.

Esto se elabora teniendo en cuenta que uno de los mayores generadores de pérdidas de tiempo de producción son las fallas en las máquinas, las cuales son parte vital dentro del sistema productivo de la organización. Las principales causas de las fallas y paradas de producción ocurren por la carencia de rutinas básicas de limpieza, inspección y lubricación de los mecanismos de un equipo, solamente se manejan correctivos “hasta que falla la máquina” esto ocasiona constantes paradas inesperadas y demoras, generando gastos en reparaciones, presentándose cuellos de botella y tiempos muertos.

Lo anterior puede evitarse implementando el pilar de Mantenimiento Autónomo como parte funcional y estratégica de la organización, además haría parte complementaria de los procesos productivos contribuyendo así al aseguramiento de mejora continua y cumplimiento de calidad.

La implementación de este pilar de TPM garantiza la planeación de actividades y recursos necesarios para el buen funcionamiento del sistema productivo de la organización a través del aumento de la disponibilidad de los equipos, reducción de las mermas y reprocesos, como también autonomía sobre el manejo y mantenimiento de los equipos.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema. En la planta de producción de FINART S.A.S se refleja deterioro y constantes paradas en la maquinaria del centro de proceso vibrado, las cuales se presentan por diferentes tipos de fallas, algunas de ellas se pueden prevenir y en otros casos reparar de una forma planeada para evitar esperas por paros y cuellos de botella en el proceso productivo.

Un factor muy importante para que todo marche según los requerimientos del cliente es el buen estado y funcionamiento de todos los agentes que intervienen en el proceso tales como maquinaria, instalaciones, puestos de trabajo, entre otros. En FINART S.A.S no se cuenta con mantenimiento autónomo, lo cual ha generado mayor deterioro tanto en el mecanismo de la maquinaria como en su presentación.

Los problemas por averías en la maquinaría de vibrado son las principales causas de gastos dentro de la empresa, se han generado constantemente paros en la producción, tiempos muertos, fallas en las especificaciones, reposición de productos por no conformidades, gastos en reparaciones y repuestos que pudieron ser reemplazados desde un inicio, pero la falta del conocimiento y la implementación de un plan de Mantenimiento Autónomo en su momento no pudo ser contrarrestado.

El problema es, que en muy pocas ocasiones los operarios de las máquinas atienden problemas menores como: limpieza, lubricación, ajuste de tornillos y rondanas faltantes, piezas no ajustadas, entre otros, se generan así fallas del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas, velocidad de operación reducida, defectos en el proceso, pérdidas de tiempo al tener que rehacer partes de él, reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas.

Para lograr la mejora en la disponibilidad de los equipos en el proceso productivo y garantizar los tiempos de entrega y la calidad del producto al cliente, es necesario que FINART S.A.S, inicie el proceso de implementación de Mantenimiento Autónomo, enfocado inicialmente al centro de vibrado el cual es uno de los más críticos e importantes en la cadena productiva de la compañía.

La criticidad de los equipos se fundamenta en el reporte de anomalías registrado por el área de Mantenimiento de la Compañía, más adelante se mostrará como evidencia para el alcance del presente proyecto.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El objetivo principal de toda organización es generar rentabilidad y satisfacer completamente las necesidades de los clientes, logrando posicionarse en un mercado competitivo sostenible a largo plazo.

Para lograr dichos resultados FINART S.A.S depende por completo del cumplimiento de las especificaciones en cuanto a medidas y tiempos de entrega de los productos, variables que dependen en gran parte del buen funcionamiento de las máquinas y las instalaciones involucradas en los procesos.

Siendo así ¿De qué manera la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo contribuiría a la mejora de la calidad y la reducción de tiempo en FINART S.A.S y que resultados medibles se podrían obtener?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar el pilar Mantenimiento Autónomo, en el centro de proceso vibrado que contribuya a mejorar la eficiencia y al buen estado de las máquinas de vibrado de FINART S.A.S.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proporcionar a la empresa registros teóricos y técnicos para la implementación del mantenimiento autónomo en el centro de vibrado, basados en la metodología de TPM.

- Capacitar al personal de vibrado en funciones propias de Mantenimiento Autónomo como lo son limpieza, inspección, lubricación y ajuste, a través de herramientas como Lecciones de un punto (LUP´s).

- Formular indicadores que permitan evaluar el desempeño de los equipos.

- Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia de los procesos de producción.

- Elaborar un sistema de seguimiento, medición y análisis del plan que permitan alcanzar los resultados planificados y la mejora continua.

3. ALCANCE DEL PROYECTO

El estudio se realiza en la empresa FINART S.A.S planta Colombia, su objetivo será la implementación del pilar “Mantenimiento Autónomo” en el centro de proceso vibrado.

Por su importancia se trabajó con equipos más críticos es decir los más importantes dentro de la cadena productiva de la compañía que corresponden a los utilizados en vibrado encargados del (Corte, Brillo, Desbaste y Suavizado) de las piezas. De esta manera contribuir con una solución viable a las constantes esperas y atrasos por paros en la maquinaría, asimismo la preservación y buen funcionamiento de estos equipos.

El inicio de implementación de este pilar se realiza en el centro debido a su importancia dentro de la cadena productiva de la Compañía, además ha sido el cuello de botella en los procesos de producción por las constantes paradas de sus equipos, lo cual genera retrasos en la entrega de producto a los siguientes centros y por ende en la entrega final del producto terminado al cliente.

De acuerdo a los registros de averías manejados por el área de mantenimiento de la compañía, el centro de vibrado reporta con mayor frecuencia anomalías y averías en la maquinaria.

Tabla 1. Máquinas de Vibrado

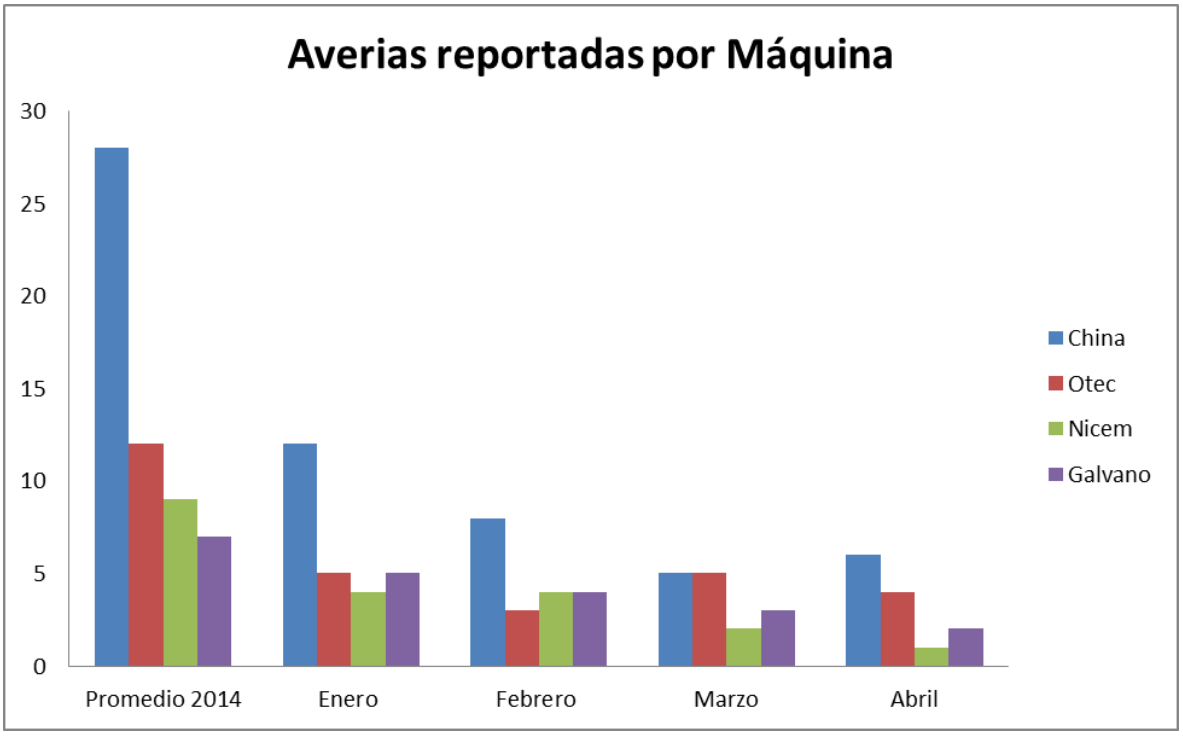
En el centro de vibrado se manejan 4 tipos de máquinas:

Tipo de Maquina	Cantidad de Máquinas en el centro	Operación que realizan	Tipo de Metal
OTEC	2	Corte/Desbaste/Suavizado/Brillo	Zamac y Lead Free
NICEM	4	Desbaste/Brillo	Lead Free y Zamac
GALVANO	4	Desbaste/Brillo	Lead Free y Bronce
CHINAS	4	Corte/Suavizado/Brillo	Zamac

Fuente: Autora

Para analizar la situación de la maquinaria de vibrado se decide solicitar el reporte de fallas por maquina a Mantenimiento y se encuentra lo siguiente:

Grafico 1. Consolidado de averías reportadas por Vibrado



Fuente: Autora

Esta grafica evidencia que las máquinas con más fallas al momento de operar son las Máquinas Chinas, debido a la falta de limpieza, inspección, lubricación y sobrecarga de trabajo.

Como se observa en la gráfica anterior, la mayor oportunidad de mejora del centro de vibrado, es la intervención a las máquinas centrifugas Chinas, las cuales de acuerdo a las cifras son las de mayor criticidad.

4. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolla con el fin de proponer la implementación del Mantenimiento Autónomo en donde las partes (Empresa y colaborador) contribuyen al desarrollo de la propuesta.

Para la realización de dicho proyecto se adoptará la siguiente metodología de TPM enfocada solo hacia el pilar de Mantenimiento Autónomo:

Primera etapa: Lanzamiento de campaña educacional
Segunda Etapa: Limpieza de Máquinas a través de evento súper limpieza
Tercera etapa: Creación y divulgación de estándares de Mantenimiento Autónomo
Cuarta etapa: Evaluar conocimientos
Quinta etapa: creación e implementación de indicadores
Sexta etapa: Seguimiento al programa a través de auditorías

Tabla 2. Actividades a realizar durante el desarrollo de la propuesta

ACTIVIDADES A REALIZAR
1. Capacitación introductoria al TPM
2. Capacitación técnica
3. Seguridad evento súper limpieza
4. Capacitación herramientas solución de problemas, análisis de fallas
5. Capacitación Lup's
6.Evaluación TPM 1
7. Creación de estándares (limpieza, inspección y lubricación)
8. Implementación de estándares y medición Indicadores
9. Auditoría TPM

Fuente: Autor

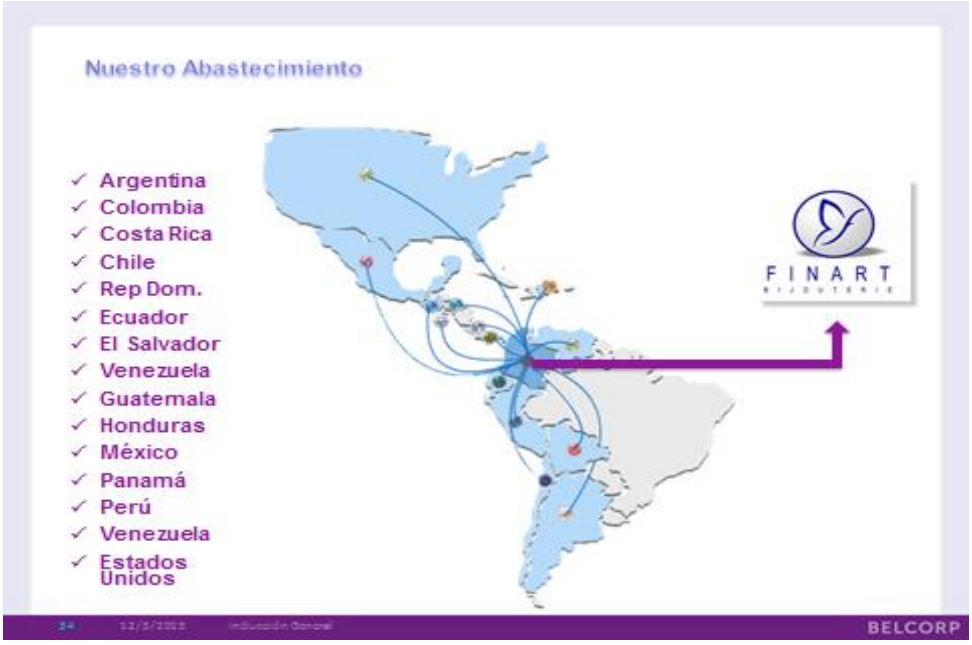
5. MARCO INSTITUCIONAL

5.1 RESEÑA HISTÓRICA

Hacemos parte de la Corporación Belcorp. Organización líder en productos para la belleza y bienestar de la mujer. Su casa matriz es en Perú con operaciones en Colombia, Chile, Venezuela, México, Puerto Rico, Bolivia, Guatemala, y República Dominicana entre otros. FINART S.A.S. inició sus operaciones en el mercado colombiano gracias a la necesidad y oportunidad de expansión a diferentes países de nuestra Corporación Belcorp, ingresando como marca en 1993, por medio del sistema de venta directa que ofrecía Belcorp desde 1985. En ese entonces la fabricación de joyas estaba a cargo de proveedores externos a la organización, a nivel nacional e internacional, no se tenía un control directo sobre la calidad del producto, ni exactitud en las entregas, lo cual motivó a crear una Planta de producción propia en donde se fabricara toda la Bijouterie para brindar al mercado mejores estándares de calidad y oportunidad y la creación de nuevas fuentes de trabajo en Colombia.

Es así como en Enero de 1998, se crea FINART S.A.S., como la Planta de Bijouterie de la Corporación en Colombia, ubicada en Bogotá. FINART S.A.S. nació con un equipo de 30 personas con experiencia en el desarrollo y fabricación de joyería de fantasía fina y procesos administrativos. Actualmente contamos con 670 trabajadores promedio que producen el 94% de las necesidades de Producción de Colombia y Venezuela principalmente.

Ilustración 1. Países que abastece la compañía



Fuente: FINART S.A.S

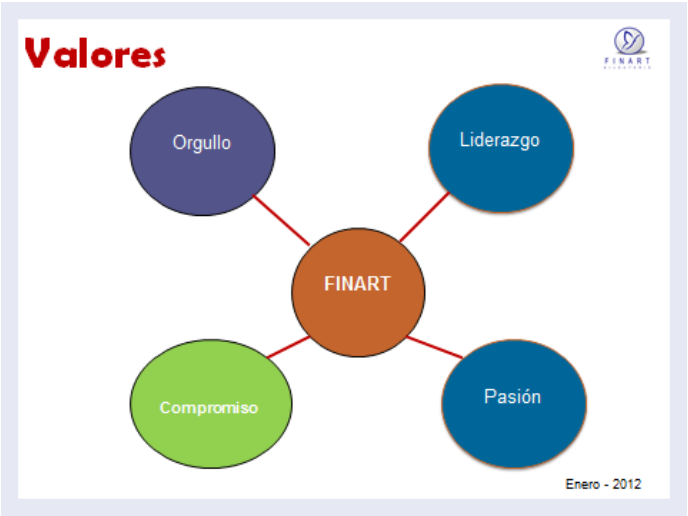
Ilustración 2. Misión de la compañía

Fuente: FINART S.A.S

Ilustración 3. Visión de la compañía

Fuente: FINART S.A.S

Ilustración 4. Valores Corporativos



Fuente: FINART S.A.S

- ✓ **Orgullo**: es compartir una historia de éxito que nos respalda e inspira. Es ser parte un equipo capaz de emprender y lograr retos extraordinarios Es cuidar y contribuir al prestigio y éxito de FINART S.A.S.
- ✓ **Liderazgo**: es dirigir tu vida para lograr lo que te propones. Es inspirar e impulsar el cambio, movilizando a otros a desarrollarse y crecer para contribuir al logro de nuestra visión.
- ✓ **Pasión**: es la energía y el entusiasmo que nace de disfrutar lo que hacemos y que nos impulsa a desarrollar nuestro máximo potencial
- ✓ **Compromiso**: es asumir la responsabilidad de que las cosas sucedan para contribuir al logro de nuestra visión y alcanzar nuestra realización personal.

5.2 PRODUCTOS

Los productos que suministra FINART S.A.S. a nuestros clientes son los relacionados con fantasía fina.

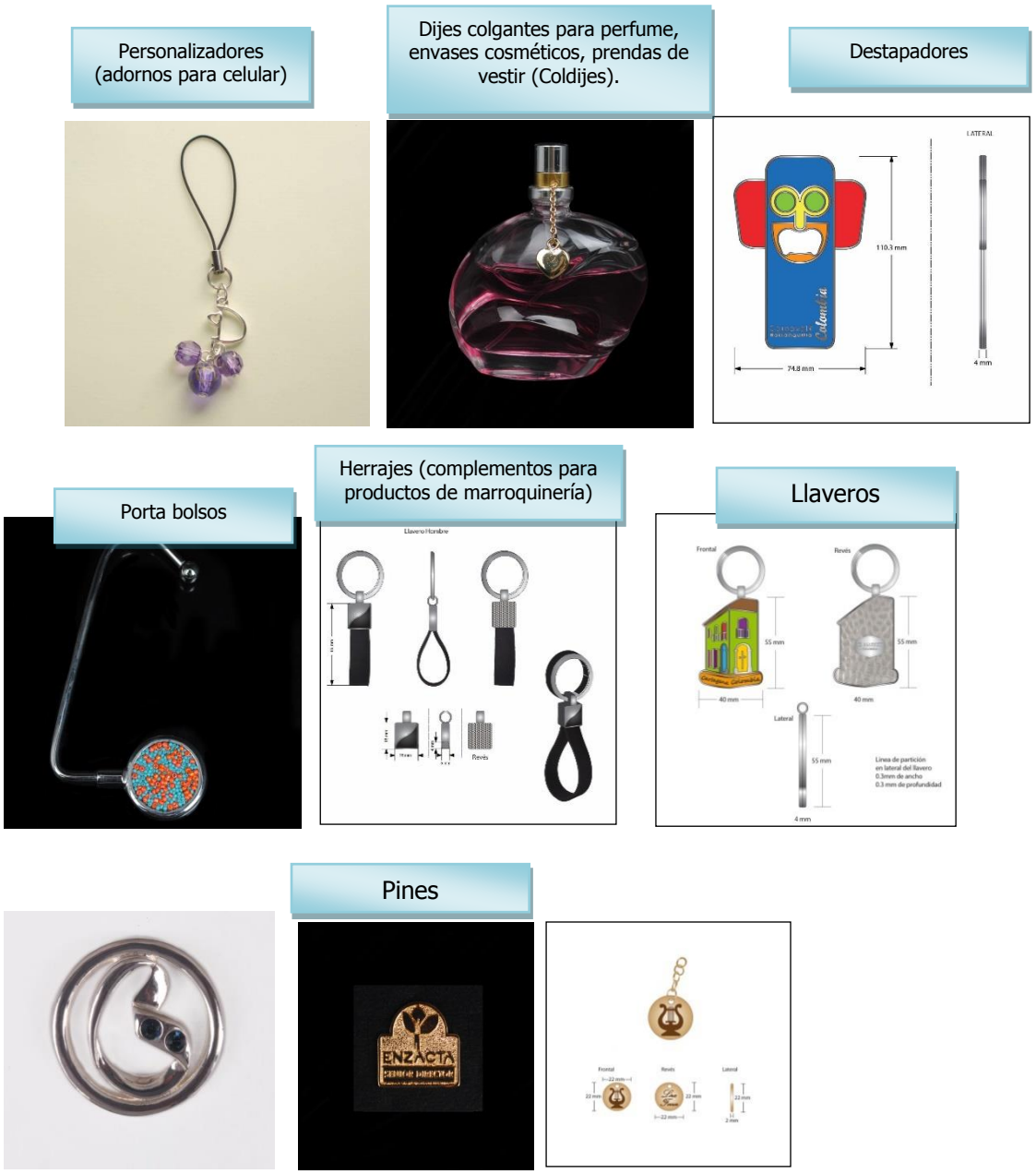
Ilustración 5. Bijouterie.

Fuente: Autora

5.3 ACCESORIOS

Es todo aquel producto que se utiliza para complementar a una unidad principal, aplica a elementos de diferente tipo como dijes colgantes, llaveros, herrajes y pines.

Ilustración 6. Accesorios que fabrica la Compañía.

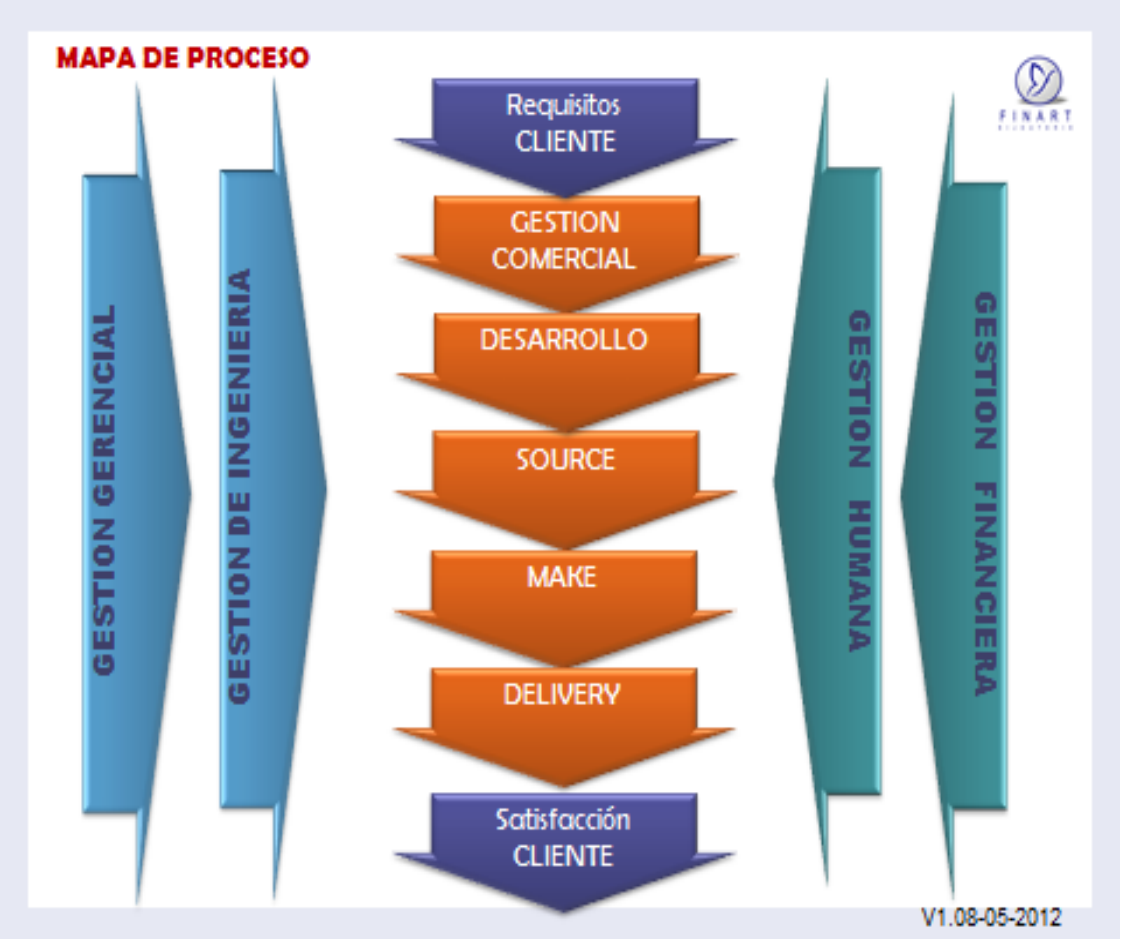


Fuente: Autora

5.4 MAPA DE PROCESOS

FINART S.A.S para su SGC ha determinado los siguientes procesos necesarios para el desarrollo de sus productos de Bijouteríe y accesorios que satisfacen las necesidades del cliente, relacionados en el siguiente mapa de procesos:

Ilustración 7. Mapa de procesos FINART S.A.S



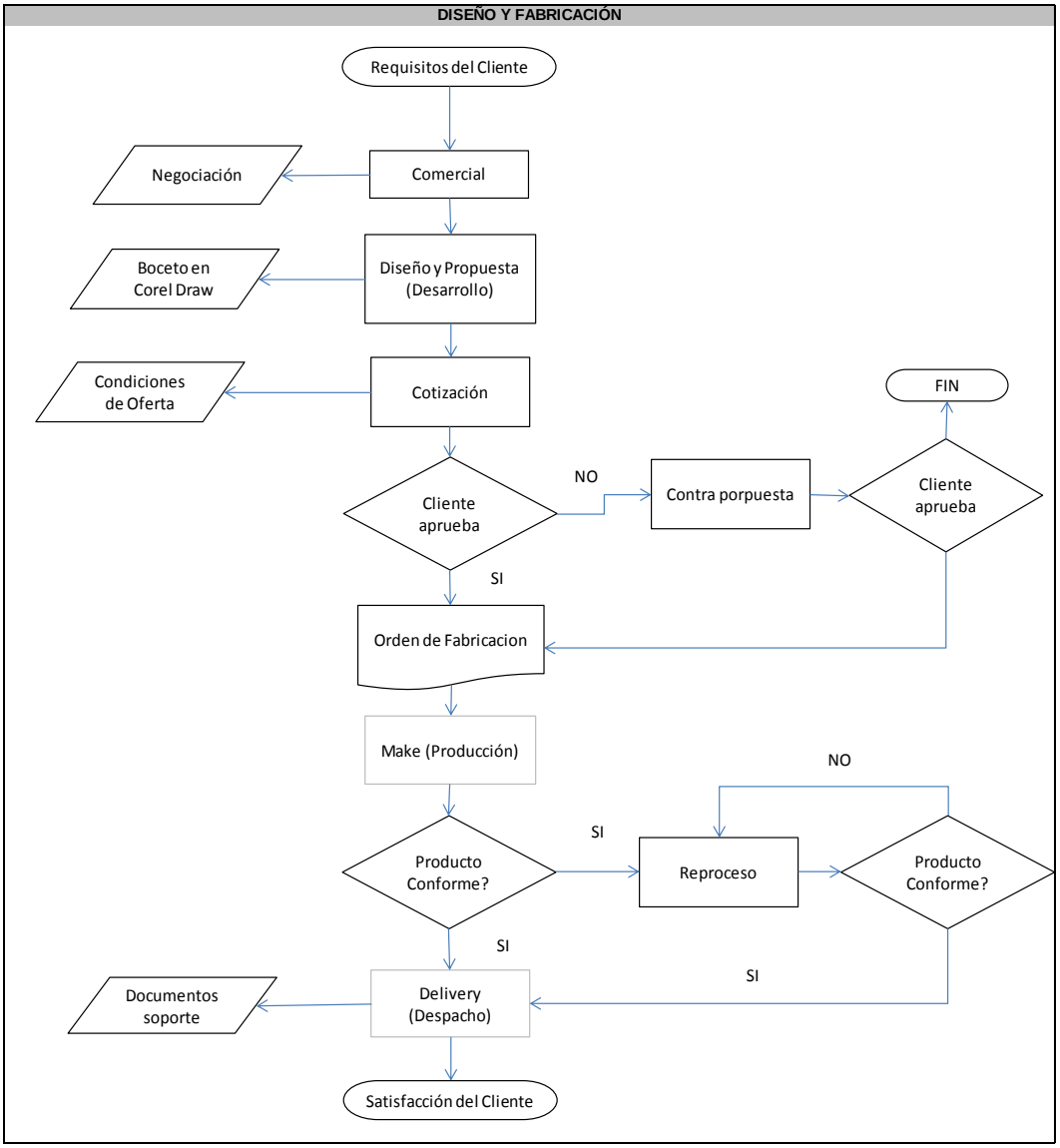
Fuente: FINART S.A.S

5.4.1 Planta de producción (Make). La planta de producción procesa 3 líneas de trabajo: Estuche, Anicol y Accesorios. Distribuida de tal manera que evite movimientos innecesarios dentro del proceso; las máquinas utilizadas con frecuencia por cada línea en particular están distribuidas por cada sector estratégicamente.

Con referencia a las capacidades y recomendaciones técnicas de las máquinas la información se encuentra en los manuales del proveedor.

5.4.2 Proceso de producción.

Ilustración 8. Procesos de diseño y fabricación

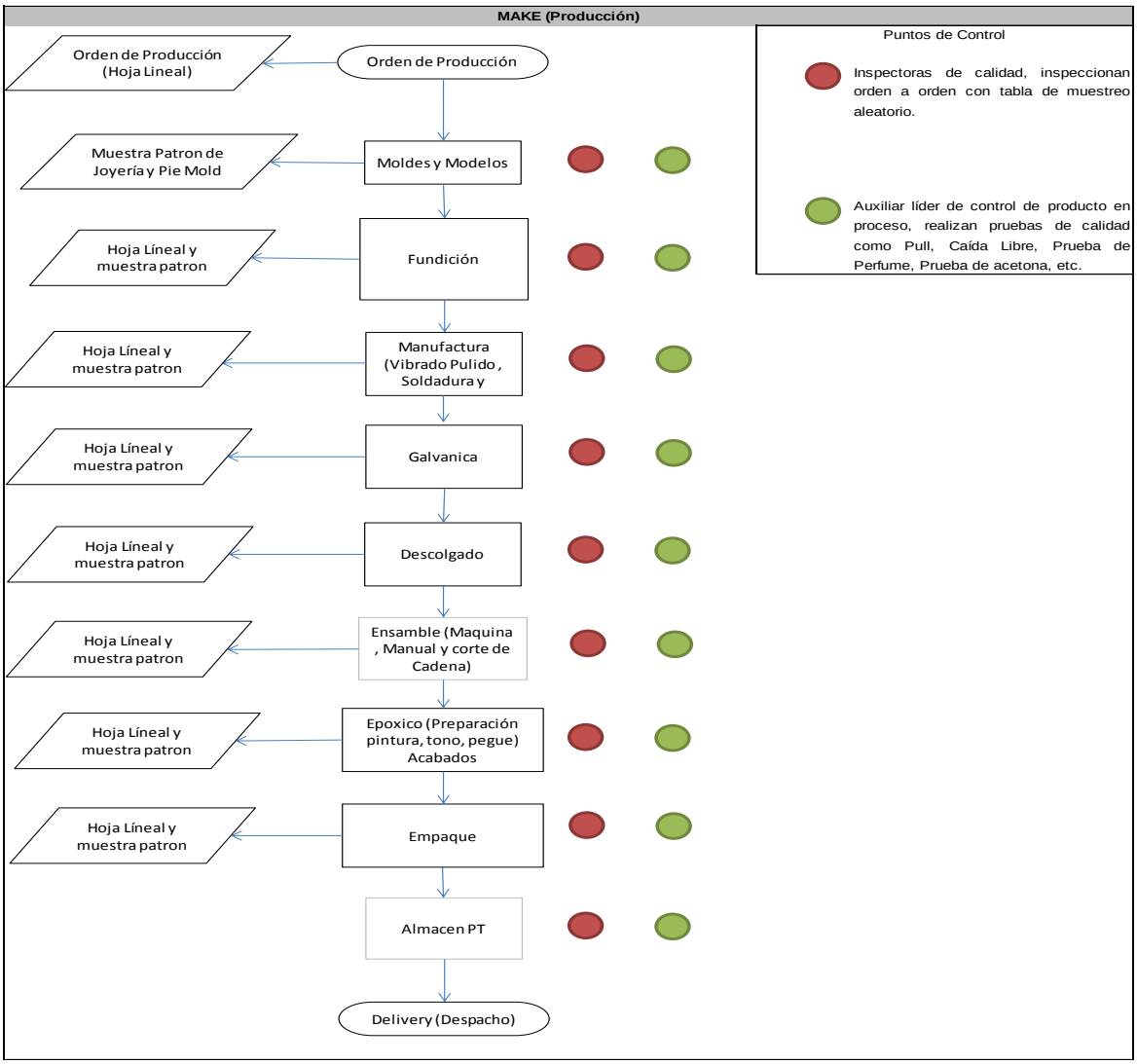


Fuente: Autora

5.4.3 Proceso de Fabricación (Make). El proceso productivo de FINART S.A.S se divide en las siguientes etapas:

- Moldes
- Fundición
- Manufactura (Vibrado Pulido Soldadura Colgado)
- Galvánica
- Descolgado
- Ensamble
- Epóxico
- Empaque

Ilustración 9. Proceso de fabricación



Fuente: Autora

Moldes: Realizan el molde de las piezas a fundir (Moldes en caucho negro y silicona)

Fundición: Funden el metal (Zamac, Lead Free, Cobre) en los moldes

Manufactura: vibrado se encarga del corte, desbaste, suavizado y brillo, pulido se encarga de eliminar lo que vibrado no pudo hacer, Colgado se encarga de recibir las piezas de vibrado y/o pulido y se encarga de colgar en gancheras para entregar a baños (Galvánica)

Galvánica: Encargado de los baños en las piezas (Oro, Plata, Laca, entre otros).

Descolgado: Descuelga las piezas cuidadosamente y las ubica en las gavetas para entregar a ensamble y/o acabados (Epóxico).

Ensamble: Se divide en ensamble máquina y ensamble manual, ensamble máquina realiza la inserción de los lines, ensamble manual se encarga de añadir el lobster (Cierre) a la cadena y /o dijes.

Epóxico: es el área de acabados, encargada de aplicar pintura, epóxico y/o pegar perlas o cabuchones a los anillos, dijes, pulseras, aretes y demás.

Empaque: Se encarga de empacar las piezas por número de referencia en las cajas correspondientes (Esika y/o Cyzone), a través de la banda transportadora, empacan, aplican pvc y empacan en cajas estándar para entregar al almacén de PT.

Almacén: Almacena el producto terminado en racks hasta su despacho.

Como se observa un proceso es proveedor y cliente del otro, por lo cual cualquier fallo en el proceso genera retrasos y cuellos de botella.

5.4.4 Proceso de Vibrado

Hay seis propósitos significativos del acabado vibratorio:

1. Limpiar: Muchos metales son protegidos contra la corrosión, oxidación o manchas provocadas por la exposición. Limpieza es la eliminación física de materias orgánicas y de la contaminación de los objetos, y en general se practica con agua, a la que se añaden o no detergentes. La limpieza logra el nivel máximo de aseo posible en el área tratada. Este servicio consiste en lavar y desmanchar todas las superficies.

2. Quitar rebabas: Este es el uso más conocido de acabado vibratorio. Todos los metales, cerámicas y algunos plásticos pueden ser desbastados. El desbaste previene que las personas se corten con sus rebabas y hace más fácil el desarrollo de los siguientes procesos para cada pieza.

3. Mejorar superficies: Superficies rugosas requieren ser suavizadas antes de darles un exigente acabado electro galvánico, pintado o anodizado. Comúnmente se consigue una rugosidad de la superficie en valores de 10 micro-pulgadas AA, también se pueden conseguir a menos de 5 micro-pulgadas tratadas con media plástica.

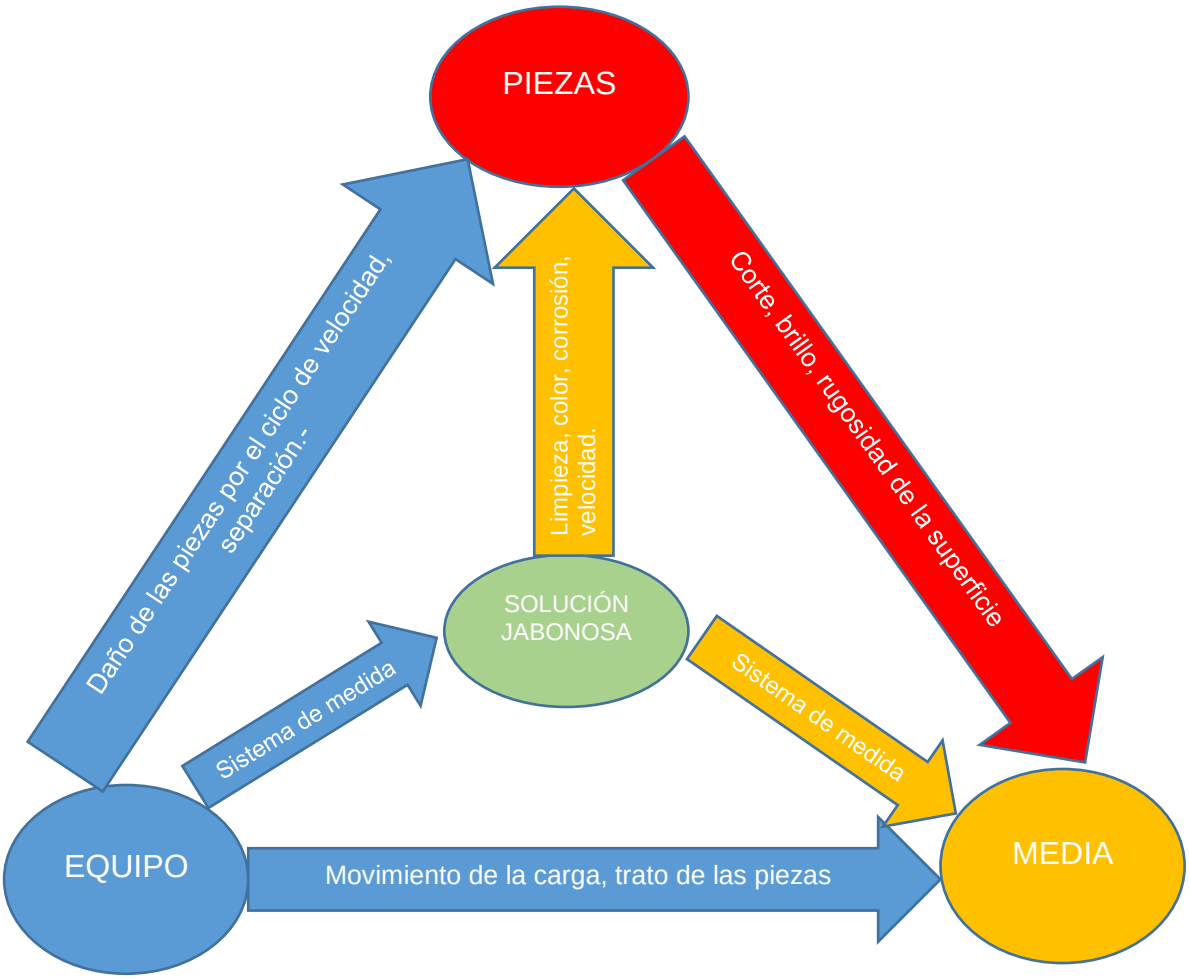
4. Brillar: Brillar o bruñir superficies metálicas es una buena y viable aplicación del pulimento en masa. Esto se logra fácilmente en los metales maleables (metal Lead Free y zamac), usando media no-abrasiva. El bronce puede ser procesado entre 20 minutos hasta 3 horas, según la calidad del acabado requerido, la calidad de la superficie de inicio y el tipo de pieza.

5. Inhibir: Metales sensibles, incluido el hierro sinterizado, hierro fundido, cobre, bronce, zinc y acero de todos los tipos, se corroerán a menos que se les proteja. Las superficies metálicas lucirán limpias y brillantes por mucho más tiempo si son inhibidas apropiadamente.

6. Secar: Para prevenir posibles manchas de agua y oxidación, las piezas deben secarse en barriles centrífugos con aire caliente y secadores.

Existen cuatro elementos significativos en el acabado vibratorio: piezas, media, solución jabonosa y equipos. Este enlace forma una red interdependiente de trabajo, o tetraedro de interdependencia. Cada elemento depende del otro, tanto que si uno de ellos falla, el proceso no es realizable.

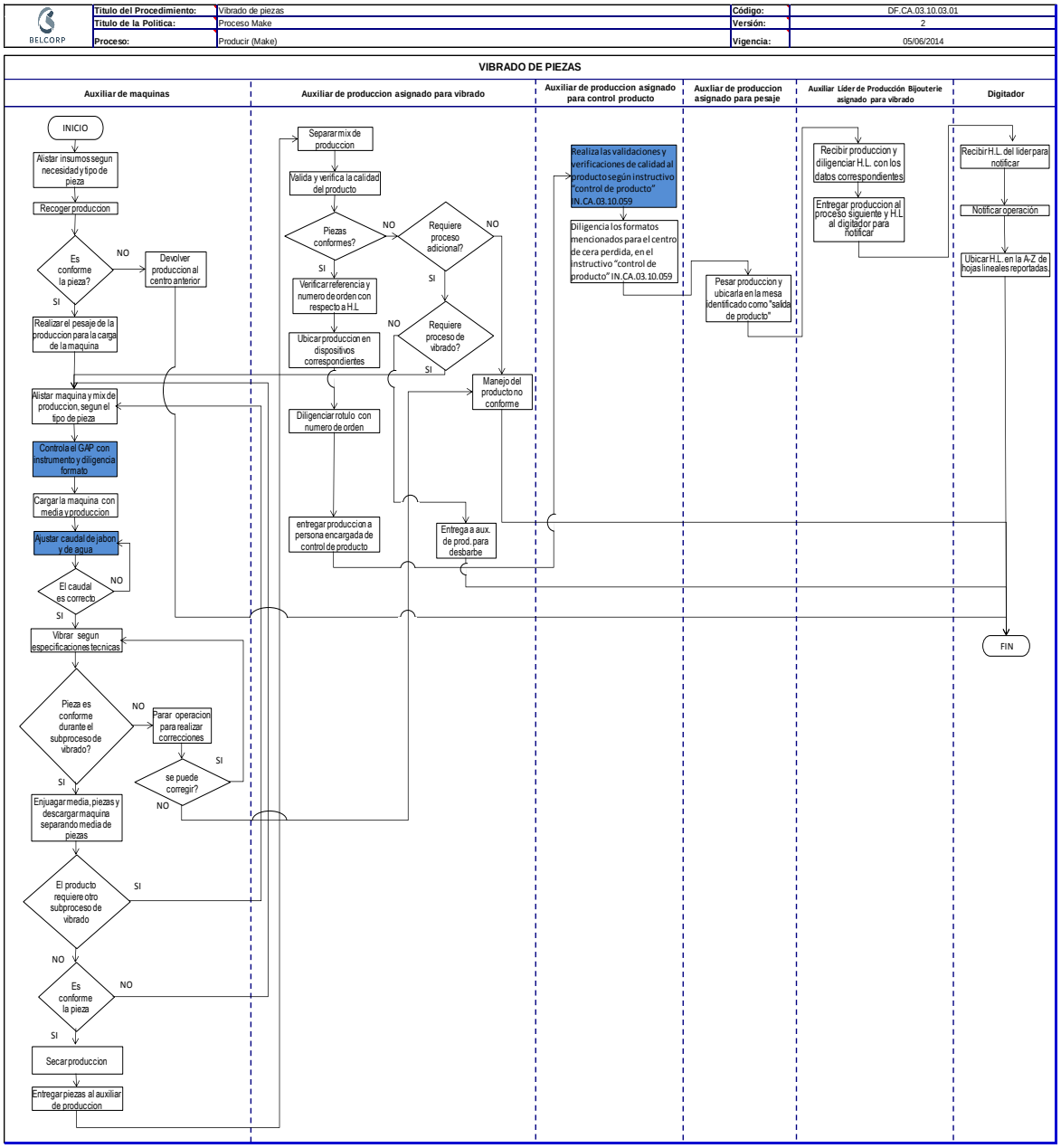
Ilustración 10. Tetraedro de interdependencia



Fuente: Área Técnica de FINART S.A.S

Lo más importante del tetraedro de Interdependencia son las piezas, debido a que ellas determinan el proceso vibratorio y según sus requerimientos se diseña el proceso, se escogen las máquinas, el tipo de media y el caudal de solución jabonosa.

Ilustración 11. Proceso de Vibrado



Fuente: Autora

El 98 % de la producción en FINART S.A.S. pasa por el proceso de vibrado, incluyendo alguna materia prima, es un proceso importante e indispensable dentro de la cadena productiva de FINART S.A.S, por lo tanto las oportunidades de mejora realizadas en el centro y específicamente en su maquinaría contribuirán en gran parte al cumplimiento en la entrega al cliente, el cumplimiento de programas (Objetivo de calidad BSC), reduciendo en gran medida el atraso y represamiento de producto en el centro por falta de disponibilidad de la maquinaría.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Es una metodología de mejora que busca optimizar la eficiencia global de los equipos minimizando la no disponibilidad de la maquinaria y mejorando su rendimiento y calidad.

El Mantenimiento Productivo Total "TPM", en inglés "Total Productive Maintenance", es una estrategia o sistema industrial japonés desarrollado principalmente en la década de los 70´s surge por la necesidad de mejorar los productos y servicios en las empresas, promoviendo la interacción del operario, la máquina y la compañía[1]. El TPM busca la integración de todo el personal de la compañía con el propósito de obtener una mejora en el proceso de producción a través de la eliminación de pérdidas, buscando aumentar la productividad del personal, de los equipos y de la planta en general.

La definición que presenta el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) que es el Instituto que ha desarrollado la metodología y conceptos del TPM y quienes tienen registrada la marca de TPM, es la siguiente:

"El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas. 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[2]".

A continuación se describen las características propias del TPM que sirven como complemento a la definición dada por JIPM:

- Apunta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficacia de los sistemas de producción (mejora de la eficiencia global de la operación).
- Crea un sistema para prevenir la presencia de todo tipo de pérdidas en la línea productiva y se centra en el producto final. Esto incluye los sistemas

[1] TAVARES, Lourival Augusto. Administración moderna de mantenimiento. 99p. [online]. Brasil. 2000. Disponible

[2] ÁLVAREZ.LAVERDE, Humberto ¿Realmente que es TPM?. [online]. España. 2008. 2p Disponible en:http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf [Citado el 18 de Septiembre de 2008]

para lograr las metas de "cero accidentes, cero defectos, y cero averías" en todo el ciclo de vida del sistema de producción.

- Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo, y departamentos administrativos.
- Se fundamenta en la participación de todos los integrantes de la empresa, los cuales actúan en forma alineada.
- Permite eliminar las pérdidas a través de las actividades de mejora que se realizan en pequeños equipos de trabajadores[3].

Para Seiichi Nakajima, el precursor más importante del TPM en Japón y a nivel mundial, el Mantenimiento Productivo Total es el Mantenimiento Preventivo que se desarrolló en los Estados Unidos en los años 50`s, realizado por todos los empleados. “La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantiene sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de ocasionar averías.”

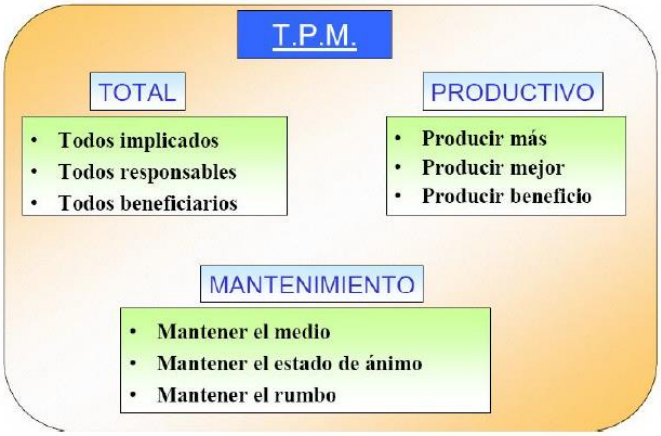
Se cambió la idea del empleado de “yo opero, tú arreglas” a “yo soy responsable de mi propio equipo”, dándole más compromiso al empleado y una relación directa operario-máquina que permite bajar índices de tiempos de mantenimiento y defectos en el producto final.

La palabra TOTAL del “Mantenimiento Productivo Total” para Seiichi Nakajima, tiene tres significados relacionado con características del TPM:

- Eficacia Total: Busca la eficiencia económica y rentabilidad.
- Mantenimiento Total: Es la prevención del mantenimiento, mejorar la facilidad del mantenimiento y mantenimiento preventivo.
- Participación Total: La participación de todos los empleados o pequeños grupos en cada departamento a cada nivel.

[3] Ibid.

Ilustración 12. Significado de TPM



Fuente: Instituto tecnológico de Castilla de León[4]

Puntos clave del TPM:

- Prevención.
- Cero defectos
- Cero accidentes.
- Cero paros.
- Cero contaminaciones.
- Participación total de las personas.
- Capacitación.

6.1.1 OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos)[5]. Este indicador mide la eficiencia productiva de la maquinaria involucrando factores como: la disponibilidad, rendimiento y calidad.

El OEE ayuda a orientar el tipo de acciones que se deben tomar dentro de las organizaciones en la aplicación del TPM y a conocer la eficiencia real de los equipos.

OEE = Disponibilidad * Tasa de rendimiento * Tasa de Calidad

[4] Instituto tecnológico de Castilla de León. TPM (Total Productive Management). [online]. España 2008. Disponible en: http://www.itcl.es/ificheros/TPM.pdf [Citado el 20 de Agosto de 2008]
[5] SHIROSE, Kunio. PROGRAMA DE DESARROLLO DEL TPM. Madrid. Edición en español Tecnología de gerencia y producción S.A. 1991. 35-40p.

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{\text{Tiempo de carga - Tiempo de paradas}}{\text{Tiempo de carga}}$$

$$\text{Tasa de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal * Output}}{\text{Tiempo de carga - Tiempo de paradas}}$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Cantidad de productos aceptables}}{\text{Cantidad total (Input)}}$$

A continuación la definición de las variables involucradas:

Tiempo de Carga: Es la disponibilidad neta de un equipo en un tiempo determinado, es decir el tiempo total disponible menos el tiempo muerto planificado o necesario.

Tiempo de paradas: Es la suma de los tiempos de paradas que suceden en un periodo determinado que no estaba planificado producir (festivos, almuerzos, mantenimientos, etc.).

Output: Total de piezas producidas en un periodo determinado.

Tiempo de Ciclo Ideal: Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.

Tiempo de Operación: Es la capacidad de la máquina. Se denomina también capacidad máxima u óptima equivalente también a rendimiento total.

Cantidad de productos aceptables: Es el número de unidades conformes, buenas o no rechazadas de un proceso determinado.

Cantidad total (Input): Es el número total de piezas que salieron en un proceso determinado ya sea aceptable o no aceptable.

6.1.2 Las 6 grandes pérdidas[6]. Aumentar la eficiencia del equipo y mantenerlo en óptimas condiciones es una de las metas fundamentales del TPM, para lograrlo es necesario aproximarse a cero defectos y cero averías que se consigue eliminando las seis grandes pérdidas que limitan la eficiencia del equipo, las cuales se describen a continuación:

[6] SHIROSE, Kunio. PROGRAMA DE DESARROLLO DEL TPM. Madrid. Edición en español Tecnología de gerencia y producción S.A. 1991. 29-33p.

1. Pérdidas Por Averías

Estas averías presentan dos tipos de pérdidas, de tiempo y de cantidad, este último causado por productos defectuosos.

Las averías esporádicas son generalmente fallos repentinos inesperados del equipo que son obvias y fáciles de corregir, por otro lado las averías menores crónicas son a menudo descuidadas e ignoradas por su difícil solución.

2. Pérdidas De Preparación Y Ajuste

Son las pérdidas que se presentan al ajustar la máquina para un mejor rendimiento de ésta y al prepararla al inicio del trabajo.

Existen dos tipos de preparación y como tal tienen estrategias diferentes para atacarlas:

- Preparación Interna: Es cuando las preparaciones se deben hacer mientras la máquina está parada, se debe reducir al máximo este tiempo.
- Preparación externa: Es cuando las operaciones pueden realizarse mientas el equipo está en funcionamiento.

3. Inactividad y Perdidas de Paradas Menores

Son pequeñas paradas interrumpidas por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está inactiva. Este tipo de problema causa generalmente un efecto sobre la eficiencia del equipo y es común cuando están implicados procesos automatizados con robots y cintas transportadoras.

4. Pérdidas de Velocidad Reducida

Son las diferencias entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad real operativa y el propósito es reducir esa diferencia al máximo. La velocidad inferior a la ideal por diseño se puede presentar por problemas mecánicos y calidad defectuosa, problemas antecedentes, por temor al abusar del equipo o sobrecargarlo.

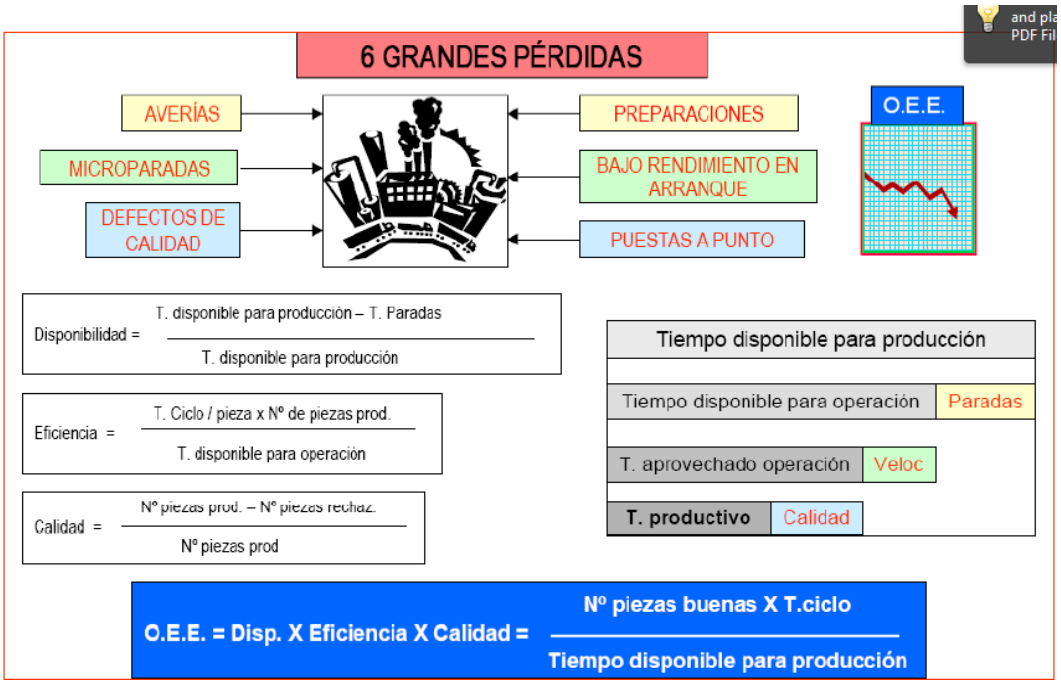
5. Defectos de Calidad y Repetición de Trabajo

Estas pérdidas son causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción y se dan por la fabricación de productos defectuosos que obligan a un reproceso. Por lo general los defectos en calidad son problemas crónicos, no son fáciles de detectar, por eso es necesario hacer un estudio a profundidad de conocimiento de la máquina y de la operación que ésta maneja.

6. Pérdidas de Puesta en Marcha

Son las pérdidas de rendimiento que se ocasionan durante las fases iniciales de producción desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización. El nivel de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso y depende entre otras cosas del nivel de mantenimiento del equipo, habilidades técnicas del operador, planillas y matrices.

Ilustración 13. Figura de las seis grandes pérdidas



Fuente. Instituto tecnológico de Castilla de León[7]

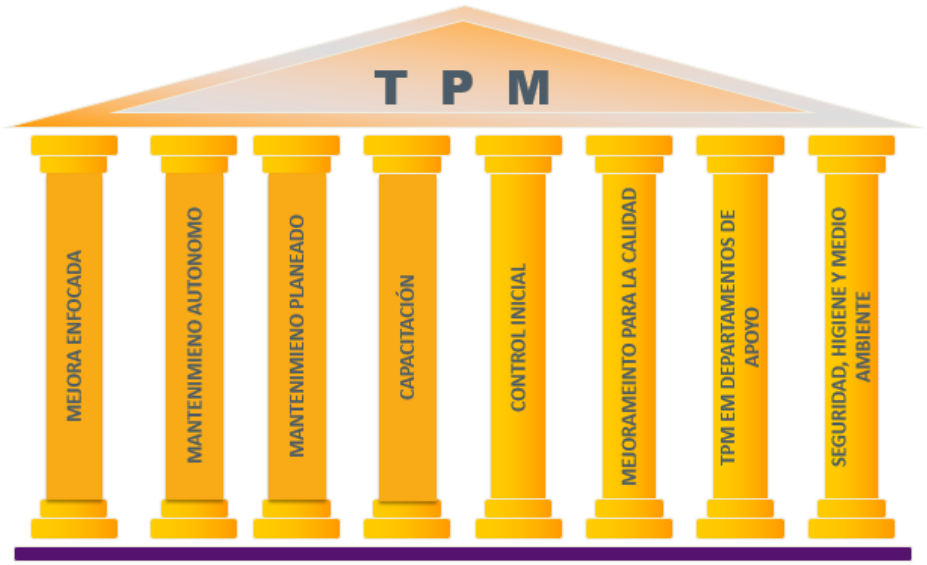
6.2 PILARES DEL TPM

Los pilares del TPM son los procesos fundamentales del desarrollo de esta herramienta y son propuestos por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas JIPM, los cuales surgieron a partir de la investigación de muchos años de esta organización en el área de mantenimiento.

Cada uno de los pilares que se exponen a continuación cumplen una función específica y se interrelacionan entre sí, mostrando de esta forma los pasos a desarrollar por una organización para tener éxito con la aplicación del TPM[8].

[7] Instituto tecnológico de Castilla de León. TPM (Total Productive Management). [online]. España 2008. Disponible en: http://www.itcl.es/ficheros/TPM.pdf [Citado el 21 de Agosto de 2008]

Ilustración 14. Pilares del TPM



Fuente: FINART S.A.S

6.3 MEJORAS ENFOCADAS O KOBETSUKAISEN

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas expuestas en este mismo capítulo.

Este proceso de mejora continua es similar al que se desarrolla en los proceso de TQC (Control Total de Calidad), pero con aplicación de técnicas de mantenimiento. El procedimiento para realizar acciones de mejora enfocada sigue los pasos del ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Act) en español PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) los cuales se ilustran en la gráfica a continuación.

[8] ÁLVAREZ LAVERDE, H. Kuratomi, I. Necesidad de implementar los pilares fundamentales TPM. [online]. 2008. Disponible en: http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/2001-4.htm [Citado el 19 de Agosto de 2008]

Ilustración 15. Ciclo PHVA

Fuente: Autora

El propósito de este pilar es involucrar a los operarios en el mantenimiento de los equipos realizando acciones de recuperación, de deterioro acumulado y mejorando su rendimiento hasta el nivel ideal. Todo este proceso se alcanza aplicando los siete pasos de mejora enfocada los cuales se explican a continuación[9]:

1. Selección de tema de estudio

Se hace la selección del tema a partir de los siguientes criterios:

- Objetivos superiores de la dirección industrial.
- Problemas de calidad y entregas al cliente.
- Criterios organizativos.
- Posibilidades de replicación en otras áreas de la planta.
- Relación con otros procesos de mejora continua
- Mejoras significativas para construir capacidades competitivas desde la planta. Factores innovadores y otros.

2. Crear la estructura para el proyecto

En este paso se maneja una estructura de equipos interfuncionales en donde intervienen operarios de diferentes áreas involucrados con el proceso, por eso es

[9] ÁLVAREZ LAVERDE, Humberto. Pilar TPM mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen. [online] 2008. Disponible en: http://www.ceroaverias.com/pageflip/kobetsukaizen.htm [Citado el 9 de Septiembre de 2008]

importante hacer énfasis en el éxito de trabajo en equipo y tener un respaldo motivacional por la dirección de la organización.

3. Identificar la situación actual y formular objetivos

En esta etapa se analizan los problemas (averías, fallos, reparaciones, etc.) y las pérdidas (de calidad, energía, tiempos de operación y análisis de capacidad de proceso) que se presentan en el problema seleccionado en el primer paso. Después de establecidos estos problemas y pérdidas se formulan objetivos medibles numéricamente para realizar las mejoras necesarias.

4. Diagnóstico del problema

Antes de entrar en el análisis de los problemas es necesario hacer los ajustes de limpieza, lubricación de piezas, eliminación de fugas y escapes, etc. para que la maquinaria funcione de manera adecuada.

Al aplicar las técnicas de estudios de problemas, las más recomendadas son las que provienen del campo de la calidad por la facilidad de su aplicación y por involucrar a la mayoría del personal de la planta. Sin embargo también existen otras técnicas que permiten eliminar las causas o los factores de averías de equipos como son: Why & why, AMFES, Análisis de datos, método PM, entre otras.

5. Formular plan de acción

Después de investigar y analizar las diferentes causas de los problemas se establece un plan de acción para eliminarlas, en donde se plantean las tareas y actividades necesarias para lograr los objetivos planteados.

6. Implantar mejoras

En este paso se implementan las acciones establecidas con la participación de todo el personal. Estas mejoras no deben imponerse, por el contrario deben realizarse con la participación activa de los operarios, ya que estos son los que realmente conocen bien las circunstancias del proceso.

7. Evaluar los resultados

Se debe hacer una evaluación final de los resultados obtenidos durante todo el proceso y estos son publicados en carteles visibles por los operarios para poder visualizar los logros obtenidos durante su implementación[10].

---

[10] ÁLVAREZ LAVERDE. Humberto. Pilar Mantenimiento Planificado. [online] 2008. Disponible en: http://www.ceroaverias.com/centroTPM/mantenimientoplanificado.htm [Citado el 10 de Septiembre de 2008]

6.4 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO O JISHUHOZEN

Este es uno de los pilares fundamentales en la implementación del TPM en las organizaciones, porque aprovecha el conocimiento y contacto que los operarios tienen con los equipos para mantenerlos en condiciones óptimas. Se busca que los operarios por iniciativa propia cuiden, mantengan y conserven la maquinaria en buen estado, es por esto que es necesario una aplicación previa de disciplina 5´s.

Como su nombre lo indica es autónomo, es decir depende de la actitud que tenga el operario frente a la propuesta de mejoramiento, para esto es importante que siempre exista un apoyo en las personas que no lo aplican por iniciativa propia, tratar de generar un interés que permita que el empleado se involucre y no lo tome como un trabajo tedioso y extra que coloca la administración. Estos temas serán tratados a profundidad en los siguientes capítulos de este escrito.

Existen tres etapas de desarrollo que se pretenden alcanzar con la implementación del mantenimiento autónomo y son[11]:

- Mejorar la efectividad de los equipos con la participación del personal.
- Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia de los procesos de producción.
- Mejorar el funcionamiento en general de la organización.

El JIPM sugiere la aplicación de siete pasos para la exitosa implementación del mantenimiento autónomo dentro de una organización los cuales se ilustran en la siguiente tabla:

[11] ÁLVAREZ LAVERDE, Humberto. Fundamentos del mantenimiento autónomo. Tomado del Libro: Mantenimiento autónomo para líderes. [online] 2008. Disponible en: http://www.ceroaverias.com/pageflip/fundautonomo.htm [Citado el 21 de Agosto de 2008]

Tabla 3. Pasos de Mantenimiento Autónomo

#	PASOS	HERRAMIENTA DE 5´S APLICADA	DEFICICIÓN
1	**Limpieza inicial**	SEISO (LIMPIAR)	Limpieza del área de trabajo realizada por cada operario.
2	**Eliminación de fuentes de contaminación**		El operario debe proponer medidas para combatir las causa de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.
3	**Estándares de limpieza y lubricación**	SEISO (LIMPIAR) Y SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Estandarizar los dos primeros pasos, hacer que el operario determine por si mismo lo que tiene que hacer.
4	**Inspección general**	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Revisión de fallas con una inspección general del equipo. Los operarios más experimentados deben enseñan a los de menos experiencia.
5	**Inspección autónoma**		Comparar y evaluar cada uno de los pasos anteriores, se realiza un manual de inspección autónoma.
6	**Organización y ordenamiento**	SEIRI (CLASIFICAR) Y SEITON (ORDENAR)	Es Clasificar, seleccionar y ordenar el área de trabajo por parte de los operarios. Los lideres y directores hacen una evaluación a los operarios y se realizan últimos ajustes.
7	**Implementación total**	SEIKETSU (ESTANDARIZAR) Y SHITSUKE (DISCIPLINA)	Organizar la información para describir las condiciones óptimas y mantenerlas.

Fuente: http://mx.geocities.com/sima_tpm/mautonomo.html

6.5 MANTEMINIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO

El objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejoras, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención del conocimiento a partir de esos datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de esas actividades. Tiene como objetivo eliminar los problemas de los equipos a través de acciones de mejora, prevención y predicción[12].

6.6 MANTENIMIENTO DE CALIDAD O HINSHITSUHOZEN

Tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El objetivo es ofrecer un producto

[12] KURATOMI, Ishiro. Pilar TPM mantenimiento planificado. [online]. Disponible en: http://www.ceroaverias.com/pageflip/planificado11.htm [Citado el 2 de Septiembre de 2008]

cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último solo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo

Prevención del mantenimiento: son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad y esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias y reparaciones. Su objetivo reducir el deterioro de los equipos y mejorar los costos de su mantenimiento en el momento que se compran y se incorporan al proceso productivo

Mantenimiento en áreas administrativas: esta clase de actividades no involucra al equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información. Tiene como objetivo eliminar las perdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.

T: Total participación de sus miembros

P: Productividad

M: Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

Fuente: FINART S.A.S

6.7 ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DE HABILIDADES DE OPERACION

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada.

Seguridad, Higiene Y Medio Ambiente

Tiene como objetivo reducir a cero los accidentes y contaminación que se presentan en el proceso de producción, logrando un ambiente de trabajo agradable y seguro para el personal y en general para toda la organización.

Este pilar se basa en unos principios fundamentales que soportan su desarrollo; a continuación se mencionaran:

- Una posible fuente de riesgos, son los equipos con defectos. Kaizen es una herramienta para eliminar estos riesgos.
- El Mantenimiento Autónomo y las 5´s, son la base de la seguridad en las organizaciones.
- La importancia en desarrollar habilidades en los operarios para percibir e identificar los riesgos y así mismo evitar situaciones que entorpezcan el desarrollo del proceso.
- El personal que tiene la formación en los equipos asumen mayor responsabilidad en cuanto a su salud y seguridad.
- Al aplicar los principios de TPM en los procesos, se genera en los operarios y demás personas de la organización una mayor responsabilidad y compromiso hacia los reglamentos y estándares de esta filosofía.

A continuación se describen en una tabla los pasos y actividades a seguir para la correcta implementación de este pilar:

Tabla 4. Pasos para desarrollar el pilar de seguridad, higiene y medio ambiente

PASO	NOMBRE	ACTIVIDADES
1	Seguridad en la limpieza inicial en Mantenimiento Autónomo.	Se emplean mapas de seguridad, análisis de riesgos potenciales, conocimiento básico del equipo e identificar las fuentes de contaminación,
2	Mejora de equipos para evitar fugas que producen trabajos inseguros.	Eliminar fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso que producen riesgos potenciales de accidentes.
3	Estandarizar las rutinas de seguridad.	- Emplear rutinas para las tres primeras "S" (Clasificar, Ordenar y Limpiar). - Realizar verificaciones de seguridad. - Emplear controles visuales. - Limitar riesgos mediante revisiones de seguridad. - Realizar Campañas de Sensibilización.
4	Desarrollo de personas competentes para la inspección general de equipos sobre seguridad.	Desarrollar conocimiento profundo sobre el funcionamiento del equipo y causas potenciales de riesgo mediante ejemplos reales.
5	Inspección general del proceso y el entorno.	- Mejorar la supervisión de las condiciones del proceso y el entorno. - Establecer medidas para evitar deficiencias de la operación. - Establecer medidas de seguridad de "trafico" en planta.
6	Sistematizar el Mantenimiento Autónomo de Seguridad.	- Revisar Estandares. - Realizar acciones de mejora continua.

Fuente: El Autor basado en información de presentación de Ceroaverias.com
http://www.ceroaverias.com/centroTPM/PILAR%20SEGURIDAD%20para%20web.pd

7. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

7.1 SITUACIÓN ACTUAL

Por la falta de Mantenimiento autónomo en los proceso de MAKE (Proceso productivo de la compañía), FINART S.A.S presenta actualmente deterioro en el buen funcionamiento de la maquinaria de vibrado, la cual es uno de los recursos indispensables de la organización, ocasionando problemas en el cumplimiento de entregas de producto terminado al cliente por atrasos en los procesos, defectos de calidad asociados a fallas en la máquina, cuellos de botella en los procesos siguientes a vibrado (colgado, galvánica, descolgado, epóxico, empaque) por paros inesperados de las vibradoras y centrifugas del centro.

FINART S.A.S se dedica a la fabricación de bijouterie, en promedio la planta de Colombia produce 50.000 unidades al mes de diferentes referencias para su principal cliente que es Belcorp un grupo empresarial reconocido a nivel mundial por la venta de productos por catálogo como Cyzone, L´bel y Esika, FINART S.A.S. es la principal planta de Bijouterie que provee a este inmenso grupo empresarial, sin embargo FINART S.A.S. tiene otros clientes reconocidos como Swaroski, Jafra, Zermat, Ditaires, entre otros para los cuales produce en promedio unas 10.000 unidades de diferentes referencias al mes, es decir esta planta en promedio fabrica mensualmente unas 60.000 unidades al mes.

El lead time de FINART S.A.S. para el cliente Belcorp es de 45 días y para comercial otros clientes es de 60 días, por lo cual cualquier anormalidad e inconsistencia dentro del proceso productivo generaría un retraso de entrega de por lo menos unos 10 días, ya que las órdenes se fabrican en línea.

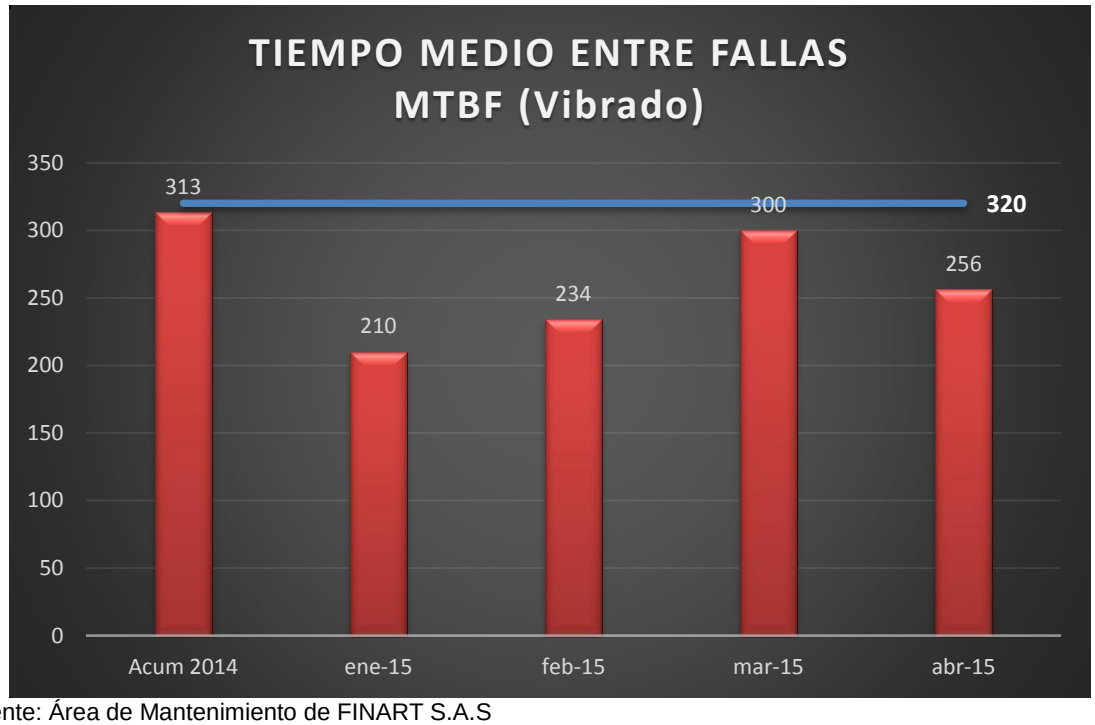
El centro de vibrado de la Planta de FINART S.A.S. trabaja entre 1 y 2 turnos cada uno de 9.5 horas, que van de 6 a.m. a 4 p.m. y/o 8 a.m a 6 p.m de lunes a viernes y los sábados y/o domingos eventualmente se trabaja en el mismo horario.

En el centro se cuenta con 4 Centrifugas Chinas, 4 vibradoras Galvano, 4 vibradoras Nicem y 2 centrifugas Otec, actualmente allí trabajan 6 maquinistas encargados del cargue y descargue de las máquinas, cada operario maneja 2 máquinas al tiempo, debido al tamaño de la planta se cuenta con una área de mantenimiento encargada de realizar los mantenimientos preventivos y dar solución a las reportes diarios que surjan dentro de los procesos, sin embargo por la cantidad de máquinas y por el poco personal de mantenimiento con el que se cuenta, en algunas ocasiones el área de mantenimiento no puede responder a todas las solicitudes de los centros, en ocasiones esto genera que el mantenimiento sea en la mayoría de los casos correctivo, es decir cuando la máquina ha fallado por inadecuado manejo o la misma vida útil del equipo.

En algunos casos las anomalías reportadas por los centros, son inconsistencias que los mismos maquinistas podrían solucionar en el momento sin necesidad de recurrir al área de mantenimiento generando así un ahorro de tiempo y recurso que se podría disponer para la solución y/o mantenimientos preventivos de otros equipos, pero debido a la falta de implementación del Mantenimiento Autónomo en los centros, esta labor la tiene que realizar el personal de mantenimiento

En el área de mantenimiento se manejan dos importantes indicadores el MTTR y MTBF, se decide para la implementación de Mantenimiento Autónomo solicitar estos indicadores al centro de vibrado evidenciando lo siguiente:

Grafico 2. Indicador MTBF (Tiempo medio entre fallas)

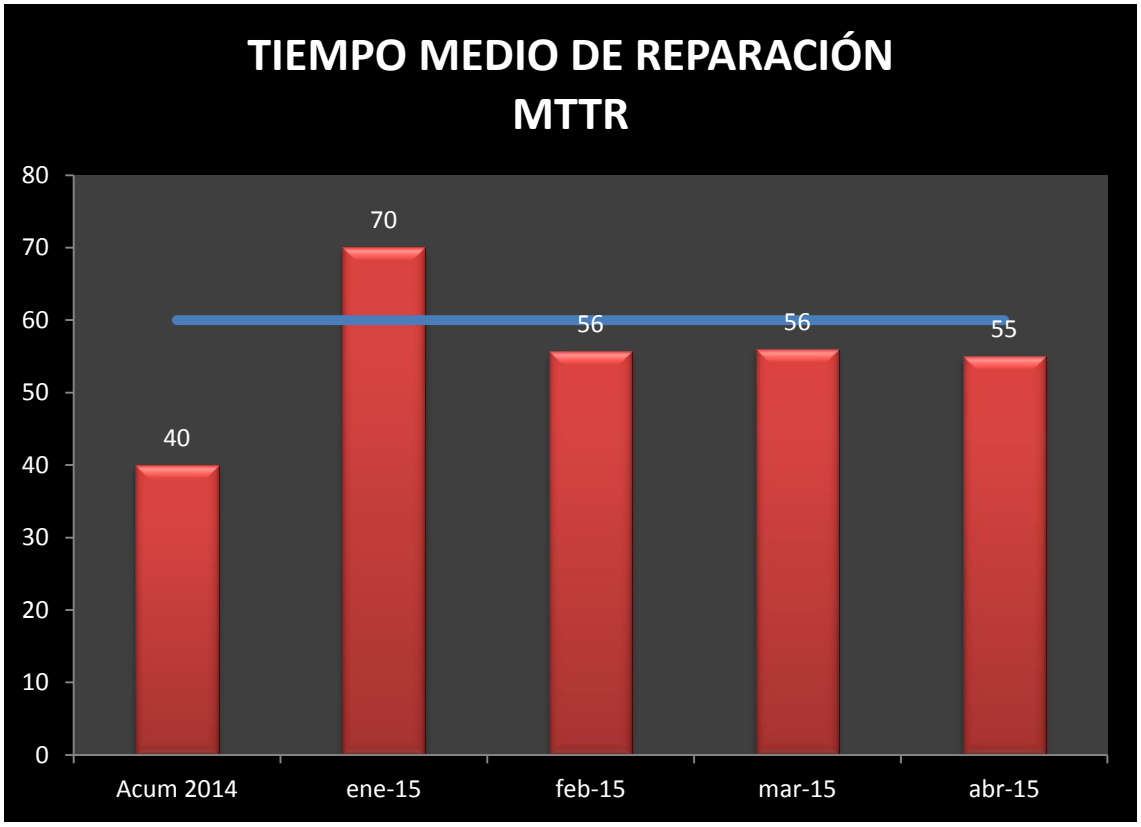


Fuente: Área de Mantenimiento de FINART S.A.S

El objetivo o meta de este indicador es que el tiempo entre fallas de un equipo sea mayor a 320 minutos, sin embargo como se evidencia en la gráfica anterior, el tiempo medio entre fallas de solo el centro de vibrado es 250 minutos, en promedio indica que cada 4 horas falla un equipo en el centro de vibrado, lo que genera realmente inversión de tiempo, recursos y ocasiona retrasos constantes en la fabricación de las ordenes de producción.

El otro indicador que se maneja en Mantenimiento es el MTTR (Tiempo medio de reparación)

Grafico 3. Indicador MTBF

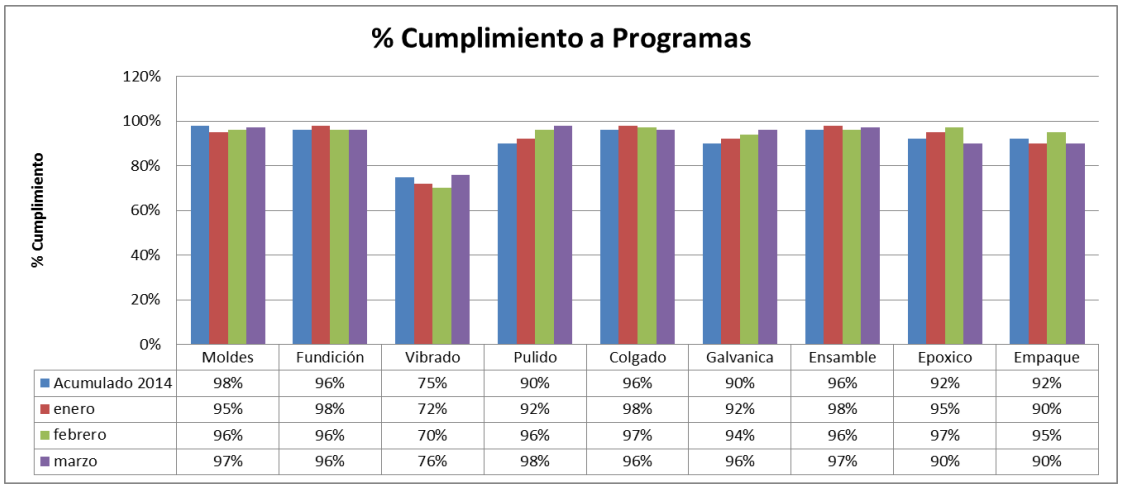


Fuente: Autora

El tiempo de este indicador es menor a 60 minutos, es decir se debe dar solución a un reporte en menos de 1 hora, en la gráfica se observan en promedio las fallas y la solución inmediata, sin embargo generan la inversión de tiempo y paradas no planeadas de la máquina convirtiéndose en tiempos muertos y atrasos en el proceso productivo, si se contara con unas rutinas diarias de limpieza, inspección, ajuste y lubricación por parte de los mismos maquinistas, estas inversiones no serían necesarias, reduciéndose en gran medida las averías y fallas en los equipos.

Otro de los indicadores de piso del proceso de Make, mide la capacidad de los centros para cumplir con los programas de producción generados por el área de Programación, el resultado de este indicador se observa a continuación:

Grafico 4. Indicador Cumplimiento de Programas (BSC) (Andon por centro)



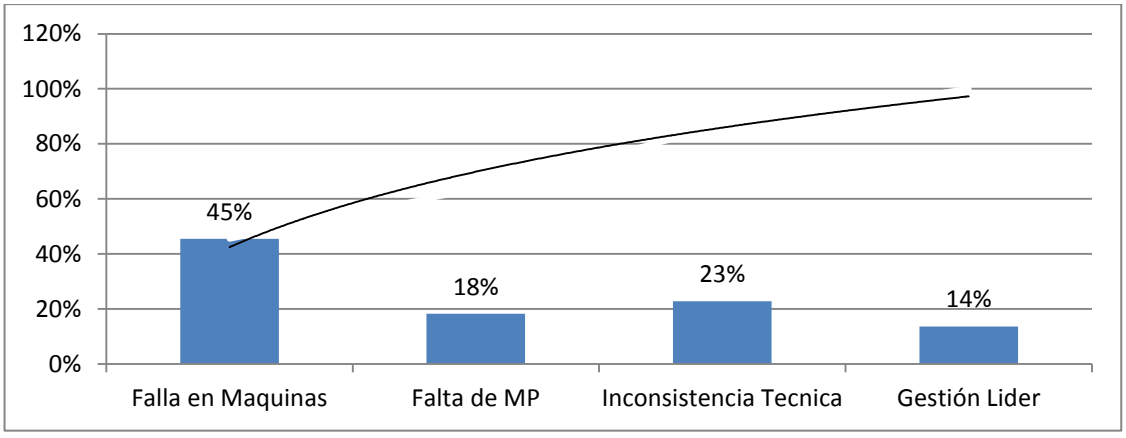
	Moldes	Fundición	Vibrado	Pulido	Colgado	Galvanica	Ensamble	Epoxico	Empaque
Acumulado 2014	98%	96%	75%	90%	96%	90%	96%	92%	92%
enero	95%	98%	72%	92%	98%	92%	98%	95%	90%
febrero	96%	96%	70%	96%	97%	94%	96%	97%	95%
marzo	97%	96%	76%	98%	96%	96%	97%	90%	90%

Fuente: Autora

El objetivo de este indicador es producir más del 96% de las órdenes de producción diarias generadas desde SAP, de 1400 unidades diarias producidas solo es válido no poder fabricar 56 unidades, de lo contrario se incumpliría con el indicador y no se llegaría a entregar completa la orden al cliente lo cual se vería reflejado en el indicador de % faltante venta del cliente, lo cual genera multas, insatisfacción y quejas del cliente.

Como se observa en la gráfica el centro de vibrado está muy por debajo del objetivo, es decir no cumple siempre con la fabricación de unidades requeridas por las órdenes de producción, para entrar al detalle de las causas por las cuales el centro no cumple con los programas se encontró lo siguiente:

Grafico 5. Pareto de causas de incumplimiento



Fuente: Autora

Como se evidencia en el Pareto anterior, la mayor causal de incumplimiento de programas del centro de vibrado se debe principalmente, a la falla y avería en las máquinas del centro lo cual genera atrasos en el proceso productivo y no se alcanza a entregar en el día las unidades requeridas dentro de las órdenes de producción.

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

8.1 CAPACITACIÓN INTRODUCTORIA A TPM

Inicia con el programa de actividades propuestas durante la metodología, comienza con la capacitación de los 6 maquinistas del centro de vibrado en donde los temas incluidos fueron los siguientes:

Grafico 6. Temas abordados en Capacitación TPM

Fuente: Autora

La presentación elaborada se realizó en conjunto con el área de Mejora Continua de la compañía, este acompañamiento durante la elaboración de todo el material de capacitación fue soportado por el Analista de Mejora Continua y el Coordinador de Mantenimiento quienes son Yellow Belt certificados dentro de la compañía y destinaron el 50% de su tiempo a la implementación de este proyecto.

Ver anexo 1.

8.2 CAPACITACIÓN TÉCNICA

La presentación elaborada para capacitar a los maquinistas del centro de vibrado, se elaboró en conjunto con el área de Mantenimiento y los técnicos de la compañía, todo soportado bajo los manuales de las máquinas proporcionados por el proveedor.

Los temas incluidos durante esta capacitación se muestran a continuación:

Grafico 7. Temas abordados en Capacitación Técnica

Fuente: Autora

Ver anexo 2.

8.3 EVENTO SUPER LIMPIEZA

Para el evento súper limpieza se realizó la selección del siguiente personal:

- Analista de Mejora Continua – Laura Romero
- Analista de Operaciones. – Camila Vargas
- Líder Técnico – José Baracaldo

- Maquinistas (6) – Hernán Molina, John Herrera, Edgar Prieto, Juan Carlos Tafur, Fabián Jiménez, Oscar Ovalle.
- Supervisor de Operaciones– Miriam Coronado
- Técnicos de Mantenimiento (4)– Freddy Sánchez, Steven Fandiño, Andres Piraquive, Edgar Hernandez.
- Coordinador de Mantenimiento – Mauricio Bernal
- Supervisor de Mantenimiento – Aleandro Villadiego
- Supervisor de Operaciones – Leticia Suarez
- Profesional en entrenamiento Planta - Mauricio Mateus

Antes del evento (7:00 a.m. a 8:30 a.m.) se hace una preparación previa del personal que realizaría la labor, para ello se utiliza la presentación técnica elaborada anteriormente, en donde se revelaron los puntos clave de limpieza de cada máquina.

Las instrucciones para todo el personal encargado de la limpieza, es reportar a través de órdenes de trabajo de mantenimiento todas las anomalías encontradas en los equipos, adicional se les recomendó que al momento de identificar anomalías que se pudieran tratar durante el evento acudieran a los técnicos de mantenimiento para que estos a su vez realizaran los ajustes necesarios de manera inmediata.

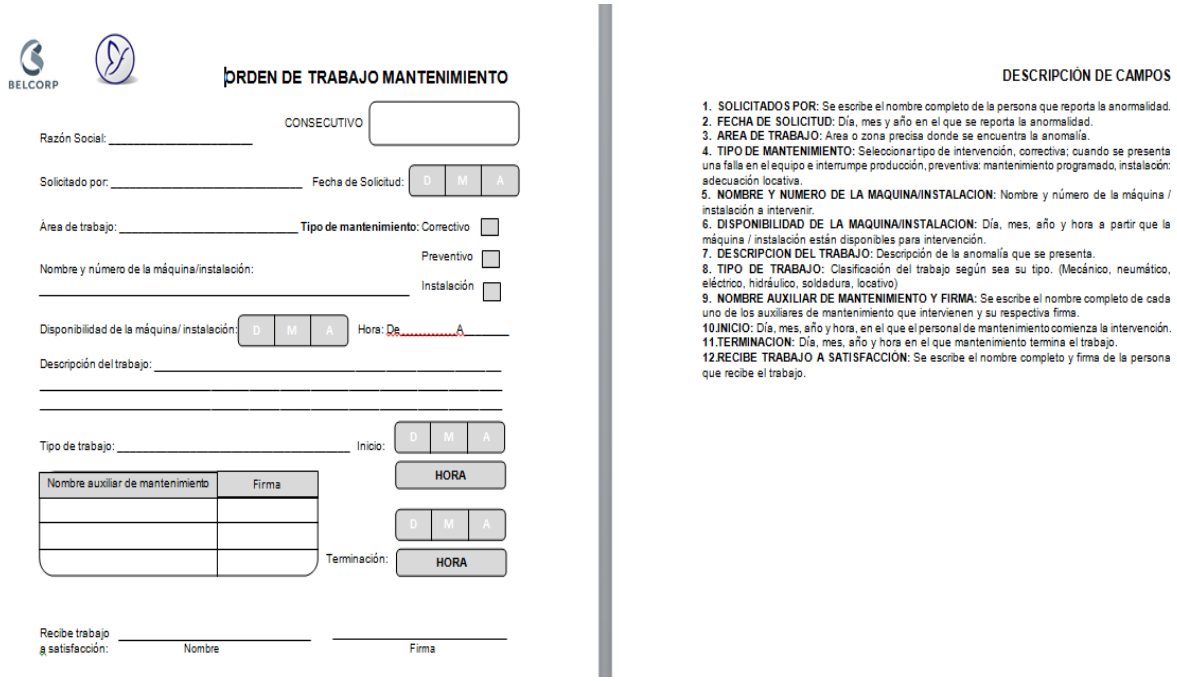
Estos puntos clave se documentaron como parte del sistema de gestión documental implementada para la ejecución de las rutinas básicas del Mantenimiento Autónomo.

Durante todo el evento estuvo el área de mantenimiento realizando el acompañamiento y asesoramiento del personal sobre la limpieza de las máquinas, así como su desarme, limpieza, inspección, ajuste y lubricación.

Ilustración 16. Evento súper limpieza Vibrado

Fuente: Autora

Ilustración 17. Orden de Trabajo



BELCORP

ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO

CONSECUTIVO

Razón Social: _____

Solicitado por: _____ Fecha de Solicitud: D M A

Área de trabajo: _____ **Tipo de mantenimiento:** Correctivo ☐

Preventivo ☐

Nombre y número de la máquina/instalación:

_____ Instalación ☐

Disponibilidad de la máquina/ instalación: D M A Hora: De_____A_____

Descripción del trabajo: _____

Tipo de trabajo: _____ Inicio: D M A

HORA

Nombre auxiliar de mantenimiento	Firma

D M A

Terminación: HORA

Recibe trabajo a satisfacción: _____ Nombre _____ Firma

DESCRIPCIÓN DE CAMPOS

1. **SOLICITADOS POR:** Se escribe el nombre completo de la persona que reporta la anormalidad.
2. **FECHA DE SOLICITUD:** Día, mes y año en el que se reporta la anormalidad.
3. **AREA DE TRABAJO:** Área o zona precisa donde se encuentra la anomalía.
4. **TIPO DE MANTENIMIENTO:** Seleccionar tipo de intervención, correctiva; cuando se presenta una falla en el equipo e interrumpe producción, preventiva: mantenimiento programado, instalación: adecuación locativa.
5. **NOMBRE Y NUMERO DE LA MAQUINA/INSTALACION:** Nombre y número de la máquina / instalación a intervenir.
6. **DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINA/INSTALACION:** Día, mes, año y hora a partir que la máquina / instalación están disponibles para intervención.
7. **DESCRIPCION DEL TRABAJO:** Descripción de la anomalía que se presenta.
8. **TIPO DE TRABAJO:** Clasificación del trabajo según sea su tipo. (Mecánico, neumático, eléctrico, hidráulico, soldadura, locativo)
9. **NOMBRE AUXILIAR DE MANTENIMIENTO Y FIRMA:** Se escribe el nombre completo de cada uno de los auxiliares de mantenimiento que intervienen y su respectiva firma.
10. **INICIO:** Día, mes, año y hora, en el que el personal de mantenimiento comienza la intervención.
11. **TERMINACION:** Día, mes, año y hora en el que mantenimiento termina el trabajo.
12. **RECIBE TRABAJO A SATISFACCIÓN:** Se escribe el nombre completo y firma de la persona que recibe el trabajo.

Fuente: Área de Mantenimiento FINART S.A.S

8.3.1 Resultado del evento superlimpieza. Como resultado del evento súper limpieza se detectaron las siguientes anomalías en los equipos las cuales fueron reportadas por el personal participante en el evento a través de órdenes de trabajo (ver ilustración 13), el consolidado de estas anomalías se presentan a continuación**:**

Tabla 5. Consolidados de reportes generados durante evento Súper Limpieza

No. Orden	MAQUINA	ANOMALIA DETECTADA
020	NICEM 4	La llave del desagüe se encuentra dañada.
021	GALVANO 3	La manguera del caudal del jabón se encuentra rota.
022	CHINA 1	El botón que indica las RPM se encuentra dañado.
023	NICEM 1	El tubo del desagüe se encuentra roto
024	GALVANO 4	La bomba de caudal de la maquina sigue funcionando a pesar de que la maquina se encuentra apagada
025	NICEM 1	Maquina presenta ruido extraño.
026	GALVANO 3	La tapa del temporizador se abre sola, no hay ancla que la sostenga.
027	CHINA 2	Falta de prensaestopas en el cable de poder
028	GALVANO 2	Maquina no vibra y presenta ruido.
029	CHINA 3	El plato de la máquina tiene un movimiento anormal.

Fuente: Autora

Las acciones tomadas por el área de mantenimiento frente a estos reportes fueron las siguientes y se realizaron junto con los 6 maquinistas del centro capacitados en TPM quienes serán los responsables del Mantenimiento Autónomo de estos equipos, estos ajustes se realizaron como una práctica de lo visto durante la capacitación técnica, allí los técnicos de mantenimiento explicaron el paso a paso de cómo realizar el ajuste de las máquinas cuando presentan este tipo fallas las cuales están al alcance del mantenimiento autónomo.

Tabla 6. Consolidados de acciones generadas por parte de Mantenimiento frente a los reportes

No. Orden	TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
020	Correctivo	Se realiza cambio de la llave por una nueva
021	Correctivo	Se reemplaza manguera por una nueva
022	Correctivo	Se reemplaza con repuesto de maquina obsoleta.
023	Correctivo	Se reemplaza tubo por uno nuevo.
024	Correctivo	Se retroalimenta a los maquinistas del centro de vibrado para que tan pronto termina la máquina su ciclo la apaguen manualmente
025	Correctivo	Se reemplaza maquina por el backup que se tenía en mantenimiento mientras se realiza el ajuste respectivo a la principal.
026	Correctivo	Se instala chapa nueva
027	Correctivo	Se instala prensaestopas.
028	Correctivo	Se suelta y se da ajuste al plato se realizan pruebas y queda funcionando OK.
029	Correctivo	Se desmonta plato y se envía el eje a mecanizar.

Fuente: Autora

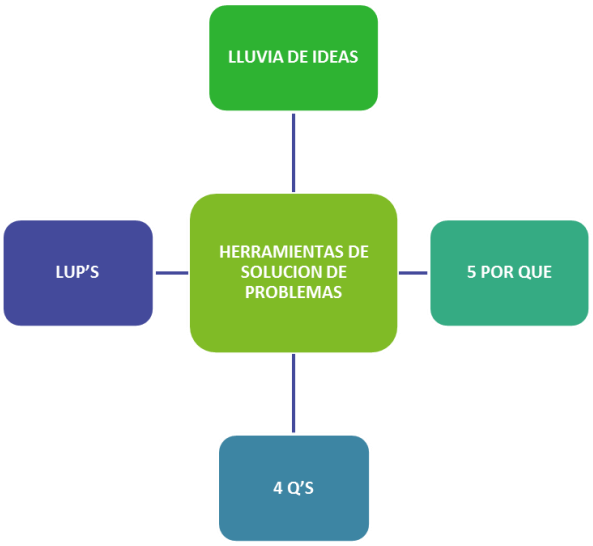
De acuerdo a las órdenes de trabajo anteriores se les recomendó a los maquinistas que dentro del alcance de Mantenimiento Autónomo tendrían capacidad para realizar únicamente la 024, las demás por ser actividades propias del área de mantenimiento y el cuidado que se debe tener al manipular estos equipos, se deja en manos de los expertos, sin embargo esto sirve para conocer y detectar las anomalías a tiempo y reportarlas de inmediato al área de mantenimiento, evitando que la máquina llegue a fallar por completo generando retrasos en la producción.

8.4 CAPACITACIÓN EN HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y ANÁLISIS DE FALLAS

Se realiza una capacitación en herramientas de solución de problemas tanto a los 6 maquinistas como al personal de mantenimiento, para que adquieran la capacidad de realizar el análisis de fallas al momento de presentarse algún problema y/o anomalía en las máquinas, el objetivo de esta capacitación es permitirle al maquinista encargado, el mantenimiento autónomo de los equipos cuando ejecute sus rutinas de limpieza, inspección, lubricación y ajuste, además cuando detecte alguna anormalidad en el equipo, pueda realizar una análisis de causa raíz y descubra el origen que genera la inconsistencia y así poder suministrar información de entrada para los mantenimientos preventivos realizados por el área de Mantenimiento.

A continuación se relacionan las herramientas en las que se fundamentó esta capacitación, se eligieron estas herramientas por ser las más sencillas, están al alcance del personal de vibrado, se descartó el AMEF (Análisis de Modo efecto falla) debido a su complejidad y extensión.

Grafico 8. Temas abordados en Capacitación de herramientas de solución



Fuente: Autora

Ver anexo 3.

8.5 CAPACITACIÓN EN LUP´s

Es necesario capacitar al personal quien desempeñará el Mantenimiento Autónomo en vibrado (Maquinistas) en la elaboración de LUP´s esta es una herramienta de aprendizaje, sirve para transmitir y desarrollar conocimientos y habilidades necesarias para un mantenimiento autónomo.

El objetivo de esta capacitación es mejorar el conocimiento y habilidades de los maquinistas en corto tiempo, aumentar el compromiso del operario con el equipo, estimular el trabajo en equipo y tener conocimientos a la mano para ser utilizados en el momento necesario.

Ver anexo 4.

8.6 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD

Como las actividades a realizar en el Mantenimiento Autónomo son nuevas para el proceso y el personal del área de vibrado, es necesario incluir el tema de seguridad para la manipulación de los equipos y el cuidado de los colaboradores, para esto se toma la decisión de apoyarse con el área de HSE de la compañía quienes disponen de un recurso de la ARL Colpatria para que realice la capacitación.

Esta información de seguridad, como es el caso del uso de EPI durante la ejecución de las labores de Mantenimiento Autónomo, trascendió a los estándares de Mantenimiento Autónomo que se elaboraron para el área.

Ver anexo 4.

9. EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Con el fin de evaluar las competencias adquiridas con las capacitaciones se utilizó el siguiente formato:

Ilustración 18. Formato de evaluación de TPM

EVALUACIÓN TPM 1

NOMBRE: _____
FECHA: _____

1. ¿Qué es TPM (Mantenimiento Productivo Total)?

   _____
   _____
   _____

2. Cuales son Puntos clave del TPM:

   a. Capacitación y Participación total de las personas
   b. Cero defectos, cero paros, cero accidentes y cero contaminación
   c. Prevención
   d. Todas las anteriores

3. Mencione los 8 pilares del TPM:

   a. _____
   b. _____
   c. _____
   d. _____
   e. _____
   f. _____
   g. _____
   h. _____

4. Nombre las 6 grandes perdidas

   1. _____
   2. _____
   3. _____
   4. _____
   5. _____
   6. _____

5. Clasifique las 6 grandes pérdidas: Perdida por parada (PP), Perdida de velocidad (PV), Perdida por defectos (PD)

   a. ( ) Rechazos en arranque
   b. ( ) Paros por preparación

c. ( ) Paros por falla
d. ( ) Paros menores
e. ( ) Reducción de velocidad
f. ( ) Rechazos y retrabajos

6. Teniendo en cuenta la siguiente información, ¿Cuál es la Efectividad Total del Equipo en 1 día?

Turno 1: 600 min. Desayuno 10 min, almuerzo 25 min y pausas activas 5 min
Turno 2: 480 min. Refrigerio 10 min, cena 20 min y pausas activas 5 min
Falla en el equipo: 40 min
Cambio de producto: 80 min
Eficiencia: 91%
3% de rechazos y 5% de reprocesos

a. 73.67%
b. 77.68%
c. 78.14%
d. Ninguna de las anteriores

7. Las tres actividades básicas que deben realizar los maquinistas, dentro del concepto de Mantenimiento Autónomo son _____, _____, _____

8. ¿Cuáles son los indicadores base para el cálculo del OEE?

a. 5's, productividad y eficácia
b. Calidad, 5´s y productividad
c. Eficiencia, productividad y 5´s
d. Calidad, Disponibilidad y Rendimiento

Fuente: Autora

Los resultados de esta evaluación se encuentran listados a continuación por cada maquinista, la calificación de aprobación del examen es mayor al 80%, dentro de la compañía se tiene establecido que todo examen de capacitación y de verificación de conocimientos se aprueba con la obtención de un resultado igual o mayor al 80%, de lo contrario se reprobará.

Tabla 7. Resultados de evaluaciones

MAQUINISTA	Examen tpm
Fabian Jimenez	80%
Edgar Prieto	80%
Juan Carlos Tafur	85%
Hernan Molina	91%
Ovalle Fuentes Oscar Leonardo	82%
Ortiz Montalvo Henry Fernando	90%

Fuente: Autora

De acuerdo a los resultados obtenidos todos aprobaron con un resultado favorable mayor al 80%, con el fin de poder incentivar el esfuerzo realizado la Jefatura de Planta solicita realizar un examen práctico en donde sea evaluado cada uno de ellos y poder así clasificarlos en cuatro niveles de acuerdo al conocimiento y

puesta en práctica de lo aprendido, para ello se elaboró una Matriz de Habilidades ILUO de la siguiente manera:

Ilustración 19. Matriz de Habilidades Maquinistas Vibrado

BELCORP	MATRIZ DE HABILIDADES															FINART
Área	Vibrado				Supervisor	Miriam Coronado										
					Operación del Equipo					Mantenimiento del Equipo						
Habilidad / Nombre del Colaborador	5's	Conceptos Básicos de TPM	OEE	LUP's	Centrifuga China	Centifuga OTEC	Vibradora Galvano	Centrifuga Alma	Vibradora Nicem	Centrifuga China	Centifuga OTEC	Vibradora Galvano	Centrifuga Alma	Vibradora Nicem	Análisis de Fallas	Seguridad
Fabian Jimenez	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Edgar Prieto	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Juan Carlos Tafur	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Hernan Molina	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
OVALLE FUENTES OSCAR LEONARDO	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
ORTIZ MONTALVO HENRY FERNANDO	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

Fuente: Autora

Donde los temas a evaluar serán los siguientes

Ilustración 20. Temas a evaluar

5's	Conceptos Básicos de TPM	OEE
Clasificar	Concepto	Concepto
Ordenar	Pilares TPM	Componentes OEE
Limpiar	6 grandes pérdidas	Calculo del OEE
Estandarizar		
Autodisciplina		
LUP's	**Conocimiento del Equipo**	**Operación de los equipos**
Concepto	Centrifugas OTEC	Cargue de máquinas
Tipos de Lup's	Vibradoras Galvano	Separación de media y piezas
Realización Lup's	Vibradoras Nicem	Descargue de la máquina
	Centrifugas Chinas	
Mantenimiento de los equipos	**Análisis de Fallas**	**Seguridad**
Centrifugas OTEC	Concepto de falla	Elementos de proteccion personal
Vibradoras Galvano	Tipos de falla	Procedimientos de trabajo seguro
Vibradoras Nicem	Causas de las fallas	
Centrifugas Chinas	Tendencia	
	Pareto	
	Espina de pescado	
	5w 1H	
	5 Por que	

Fuente: Autora

Y donde la calificación se da de acuerdo al siguiente ILUO:
Ilustración 21. Sistema de Calificación

ILUO	Descripción
	Sabe lo que es
	Lo hace con ayuda
	Lo puede hacer solo
	Puede enseñar a otros

Fuente: Autora

El primer cuadrante se catalogaría como Auxiliar de Producción, el segundo nivel es para los Auxiliares Máquinas, en el tercer cuadrante estarían los Maquinistas Junior y el 4to cuadrante sería para los Maquinistas Expertos.

Los salarios de acuerdo a los resultados obtenidos por cada maquinista y de acuerdo al nivel en que se ratifiquen de acuerdo a los resultados obtenidos quedarían de la siguiente manera para el año 2016:

Tabla 8. Sistema de ratificación y bonificación por resultados obtenidos

Ratificación	Salario
Auxiliar de Producción	$ 721.000,00
Auxiliar Maquinas	$ 769.000,00
Maquinista Junior	$ 810.000,00
Maquinista Experto	$ 851.000,00

Fuente: Autora

9.1 CREACIÓN DE ESTÁNDARES

Como parte de la base documental a entregar al centro de vibrado se realiza la creación de los estándares de Mantenimiento Autónomo, en donde se detallan las rutinas de limpieza, inspección, lubricación y ajuste a realizarse de acuerdo a una frecuencia establecida en los equipos del centro.

Ver Anexo 5

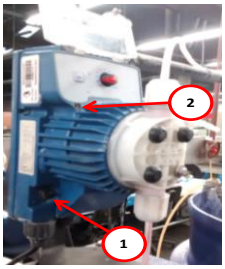
9.1.1 Lup´s elaboradas por el personal de Vibrado. Esta es la herramienta de apoyo para la realización de las rutinas de Mantenimiento Autónomo del personal del centro de vibrado.

Ilustración 22. LUP de limpieza de bombas y mangueras

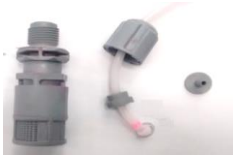
BELCORP	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)		FINART
TÍTULO	LIMPIEZA DE BOMBAS Y MANGUERAS	NÚMERO	002
		FECHA	07/06/2015
CLASIFICACIÓN	CONOCIMIENTO BÁSICO ● MEJORA ○ PROBLEMA ○	ELABORADO	Hernan Molina
		APROBADO	Camila Vargas

1. Apagar la bomba

2. Retirar los tornillos de la tapa del tablero de regulación



3. Desenroscar acoples, retirar tapones y soltar mangueras



4. Lavar el interior de las mangueras y de los filtros con agua a presión, hasta que salga el agua limpia. Retirar el jabon adherido en los extremos de las mangueras y en los tapones con el punzon.

5. Limpiar la estructura externa de la bomba con el cepillo seco y con un trapo humedo

6. Ensamblar mangueras e instalar

7. Introducir el filtro en el tanque de jabon, encender la bomba y acelerar el paso de jabon con la perilla de regulación hasta el máximo. **Verificar que salgan totalmente las burbujas de aire.**

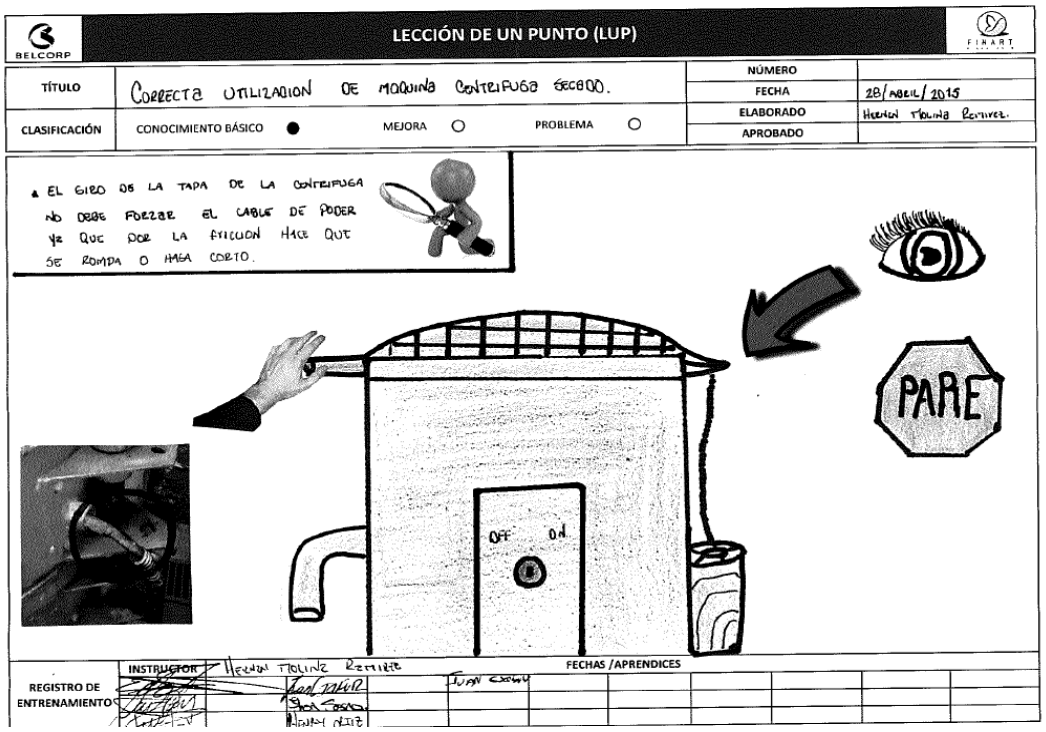
8. Dejar la perilla en paso minimo de regulacion (10)

9. Verificar el ajuste del soporte.

REGISTRO DE ENTRENAMIENTO	INSTRUCTOR	FECHAS /APRENDICES								

Fuente: Elaborada por Maquinista de Vibrado para la limpieza de bombas y mangueras

Ilustración 23. LUP sobre la correcta utilización de la Centrifuga de Secado



Fuente: Maquinista de Vibrado

9.2 CREACIÓN DE INDICADORES

Con el fin de medir los resultados del Programa de Mantenimiento Autónomo se definen los siguientes indicadores:

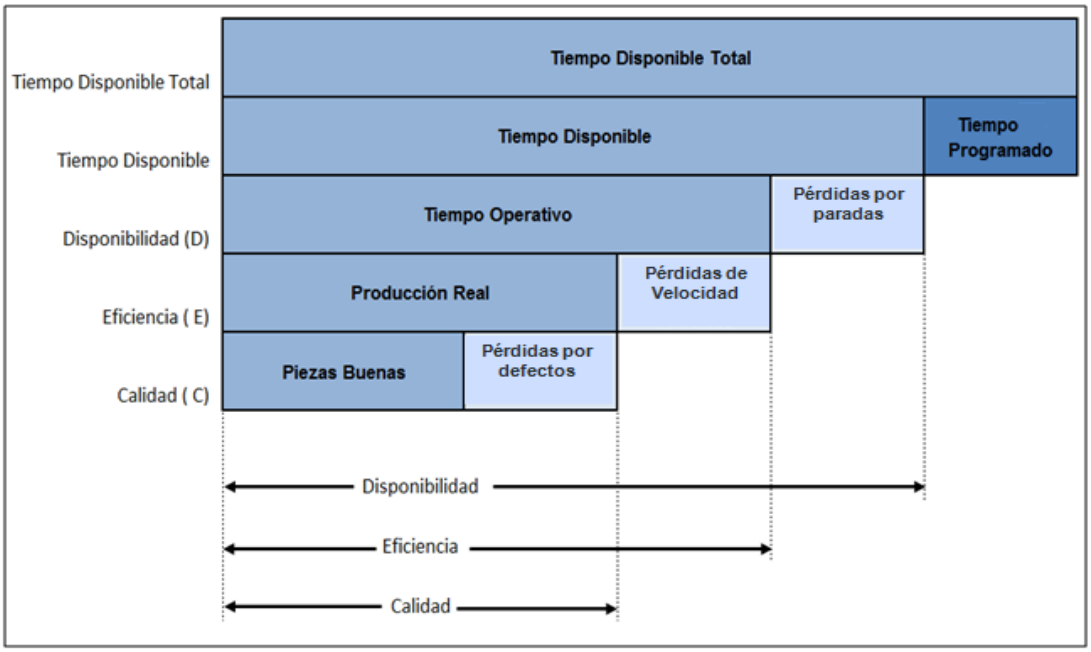
9.2.1 OEE (Eficiencia Global del Equipo). Se decide implementar este indicador por ofrecer la ventaja de conocer en un único indicador, los 3 parámetros fundamentales en la producción industrial: Disponibilidad, Eficiencia y Calidad.

Ilustración 24. Indicadores del OEE

Fuente: Autora

$$\boldsymbol{OEE = Disponibilidad \times Desempeño \times Calidad}$$

Ilustración 25. Componentes del OEE



Fuente: Autora

Para FINART S.A.S. se estableció la siguiente ficha técnica para el indicador del OEE:

Tabla 9. Ficha técnica indicador OEE

Objetivo:	80%
Frecuencia:	Diario
Fuente de información:	Base de datos en Excel alimentada por maquina
Responsable:	Maquinistas encargados del mantenimiento autónomo de Vibrado.

Fuente: Autora

9.2.2 Indicador de Disponibilidad. Medida de la capacidad de uso del equipo durante un tiempo programado, la disponibilidad está relacionada con la eficacia de las operaciones de mantenimiento y la gestión global de los equipos ya que depende principalmente del tiempo perdido debido al estado de conservación del equipo. Para valorar la disponibilidad se debe conocer el tiempo total de paradas no programadas (TPNP)

$$\boldsymbol{Disponibilidad} = \frac{(\boldsymbol{TTD} - \boldsymbol{TP}) - \boldsymbol{TPNP}}{\boldsymbol{TTD} - \boldsymbol{TP}}$$

TTD: Tiempo total disponible
TP: Tiempo Programado
TPNP: Tiempo de paros no programados

Basados en el indicador de Disponibilidad se realizó la clasificación de eventos y/o situaciones que se definen como TP y TPNP de la siguiente manera:

En cuanto a la disponibilidad de la máquina se definen unas categorías clasificadas como TP y TNP así:

Tabla 10. Clasificación de Tiempos planeados y no planeados

	Código	Descripción
Planeado	1.1	Pausas Activas
	1.2	Reunión o Capacitación
	1.3	Alimentación
	1.4	Mantenimiento Planeado
	1.5	Otro _____
No Planeado	**Disponibilidad**	
	2.1	Arranque de Máquina
	2.2	Ajustes
	2.3	Calibración
	2.4	Mantenimiento Correctivo
	2.5	Cambio de Producto
	2.6	Mantenimiento Autónomo
	2.7	Pruebas
	2.8	Otro _____
	Eficiencia	
	3.1	Alistamiento
	3.2	Paradas Menores
	3.3	Falta de Materiales e Insumos
	3.4	Falta de personal
	3.5	Falta de experiencia o conocimiento
	3.6	Operación diferente
	3.7	Aseo General
	3.8	Otro _____

Fuente: Autora

Para determinar esta clasificación se tuvo en cuenta el programa de un día del centro de vibrado, este programa es generado por el área de programación de la compañía a través de SAP, en este programa se tienen en cuenta todas las variables que intervienen y afectan el tiempo programado por día.

En la tabla se observan los aspectos que impactan directamente el indicador de Disponibilidad y aquellos que afectan directamente el indicador de eficiencia o rendimiento.

Tabla 11. Ficha técnica del indicador de Disponibilidad

Objetivo:	93%
Frecuencia:	Diario
Fuente de información:	Base de datos en Excel alimentada por maquina
Responsable:	Maquinistas encargados del mantenimiento autónomo de Vibrado.

Fuente: Autora

9.2.3 Indicador de Rendimiento. Es la relación entre la capacidad de la máquina vs la producción fabricada en un tiempo programado.

$$\boldsymbol{Rendimiento = \frac{Pn\ Real}{Pn\ Teorica}}$$

Pn Real: Producción real
Pn Teórica: Producción teórica

$$\boldsymbol{Rendimiento = \frac{Pn\ Real}{Pn\ Teorica}}$$

$$\boldsymbol{Pn\ Real = TP - TPNP}$$

$$\boldsymbol{Pn\ teorica = TP\ x\ Cap\ Maquina}$$

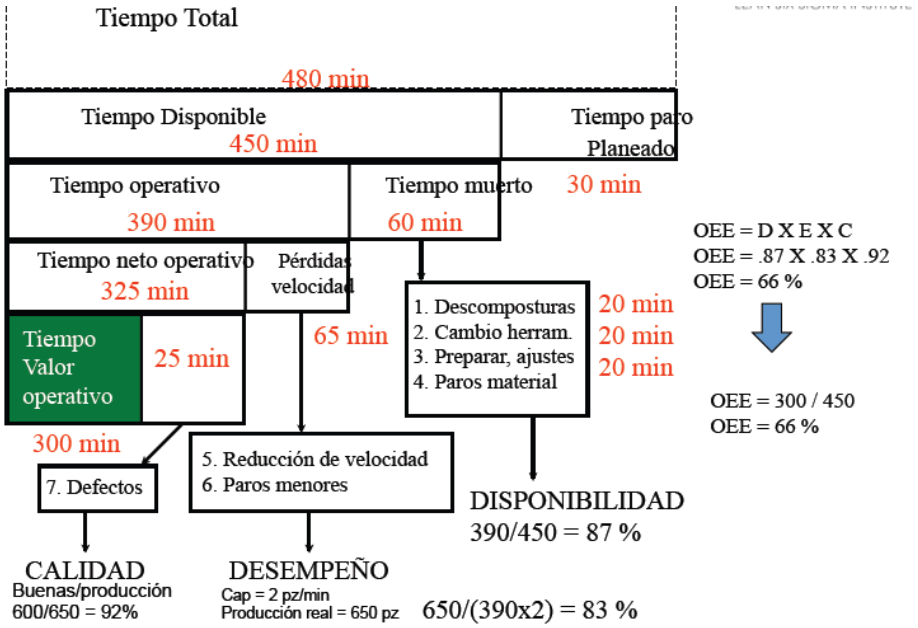
Tabla 12. Ficha Técnica del indicador de Rendimiento

Objetivo:	93%
Frecuencia:	Diario
Fuente de información:	Base de datos en Excel alimentada por maquina
Responsable:	Maquinistas encargados del mantenimiento autónomo de Vibrado.

Fuente: Autora

Para ilustrar mejor el cálculo de estos indicadores se dispone del siguiente ejemplo:

Ilustración 26. Ejercicio práctico para cálculo del OEE



Fuente: Autora

9.2.4 Indicador de Calidad. Mide el porcentaje de piezas defectuosas (No cumplen las especificaciones del cliente), los defectos que se tienen en cuenta aquí son los asociados por la máquina.

$$\boldsymbol{Calidad = \frac{Pn\ Buena}{Pn\ Real}}$$

Donde

Pn Buena: Producción buena (sin ningún defecto de calidad o reproceso)
Pn Real: Producción (La producción fabricada en un tiempo programado)

Los defectos de calidad en vibrado asociados a las máquinas vibradoras se encuentran identificados y clasificados desde el área de calidad de la compañía, estos defectos son:

Tabla 13. Clasificación de defectos causados por Máquinas

Codigos de causas para defectos		
Codigo	**Descripción**	**Origen**
V1	Acabado superficial no corresponde	Vibrado
V2	Pieza Manchada	Vibrado
V3	Piedras Incrustadas	Vibrado
V4	Acabado superficial microporoso	Vibrado
V5	Pieza deformada	Vibrado
V6	Poste torcido	Vibrado
V7	Poste suelto	Vibrado
V8	Poste negro	Vibrado
C2	Jebe mal ubicado	Vibrado

Fuente: Área de Calidad de la compañía

Estos defectos son detectados por las inspectoras de calidad las cuales se encargan de controlar el producto no conforme y realizan controles de proceso a las piezas después de salir de las máquinas de vibrado dejando el reporte de cuantas unidades defectuosas salen en la producción.

Tabla 14. Ficha técnica del indicador de Calidad

Objetivo:	**93%**
Frecuencia:	Diario
Fuente de información:	Base de datos Inspecciones Calidad
Responsable:	Maquinistas encargados del mantenimiento autónomo de Vibrado.

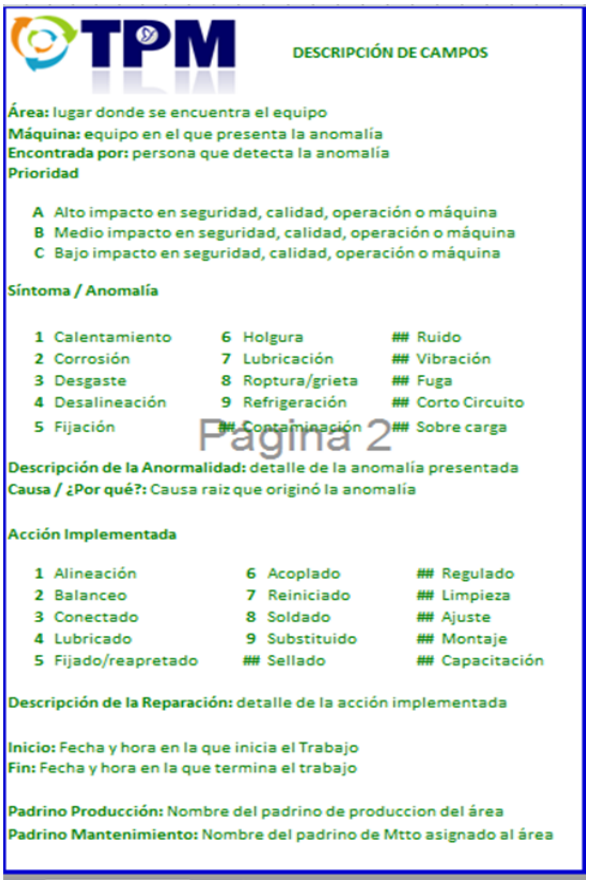
Fuente: Autora

9.2.5 Indicador de Cumplimiento de solución a tarjetas de TPM. Este indicador se crea para tener la información de las anomalías reportadas por los maquinistas y el tiempo que tarda el área de Mantenimiento en darle solución, para este indicador se diseñaron unas tarjetas de reporte, que cuentan con la información suficiente para verificar la gestión de anomalías.

Ilustración 27. Tarjetas de TPM para reporte de anomalías

Frente

Dorso



Fuente: Autora

En estas tarjetas se reportan aquellas anomalías detectadas durante los mantenimientos autónomos, que son para gestión del área de mantenimiento.

La prioridad en solución se determina así:

Prioridad A, fecha máxima de solución 3 días
Prioridad B, fecha máxima de solución 1 semana
Prioridad C, fecha máxima de solución 2 semanas

$$Solución\ de\ Tjtas\ TPM = \#\ Tarjetas \frac{Tjtas\ cerradas}{Tjtas\ cerradas\ en\ T\ establecido}$$

Tabla 15. Ficha técnica del indicador Cumplimiento de solución a tarjetas de TPM

Objetivo:	Tiempo de cierre no debe superar la prioridad
Frecuencia:	Semanal
Fuente de información:	Base de datos en Excel alimentada por Mejora Continua
Responsable:	Maquinistas encargados del mantenimiento autónomo de Vibrado.

Fuente: Autora

9.2.6 Indicador de Seguridad (Incidentes/Accidentes). Este indicador calcula el nivel de incidentes y accidentes se reporta diariamente pero su cálculo se realiza mensual, este indicador impacta directamente al indicador ILI del BSC de la compañía.

El reporte que realizan los maquinistas de vibrado en el formato son los incidentes o accidentes generados por la ejecución de alguna labor de Mantenimiento Autónomo, para el resto de incidentes y accidentes HSE tiene destinado un formato diferente.

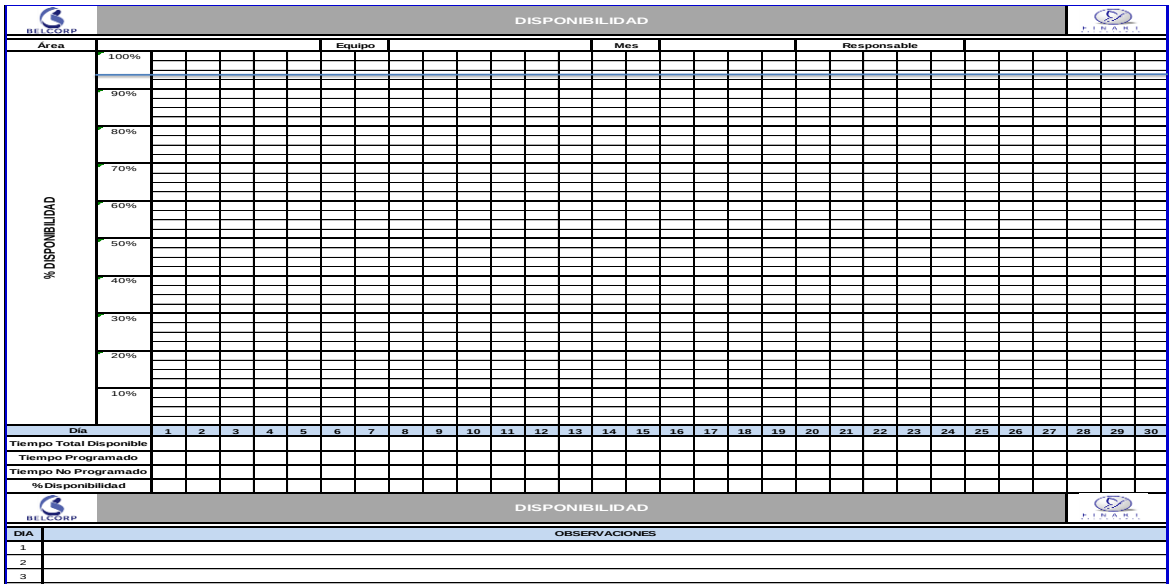
Tabla 16. Ficha técnica del indicador de Seguridad

Objetivo:	< 4 Incidentes, 0 accidentes
Frecuencia:	Mensual
Fuente de información:	Reporte de Incidentes y Accidentes (Solo los asociados a la maquina o los ocasionados durante la realización del Mtto autónomo de los equipos)
Responsable:	Maquinistas encargados del mantenimiento autónomo de Vibrado.

Fuente: Autora

9.3 FORMATOS DISEÑADOS PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES

Ilustración 28. Formato para el registro de información de entrada para el cálculo de la Disponibilidad



DISPONIBILIDAD

Área		Equipo	Mes	Responsable

% DISPONIBILIDAD: 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10%

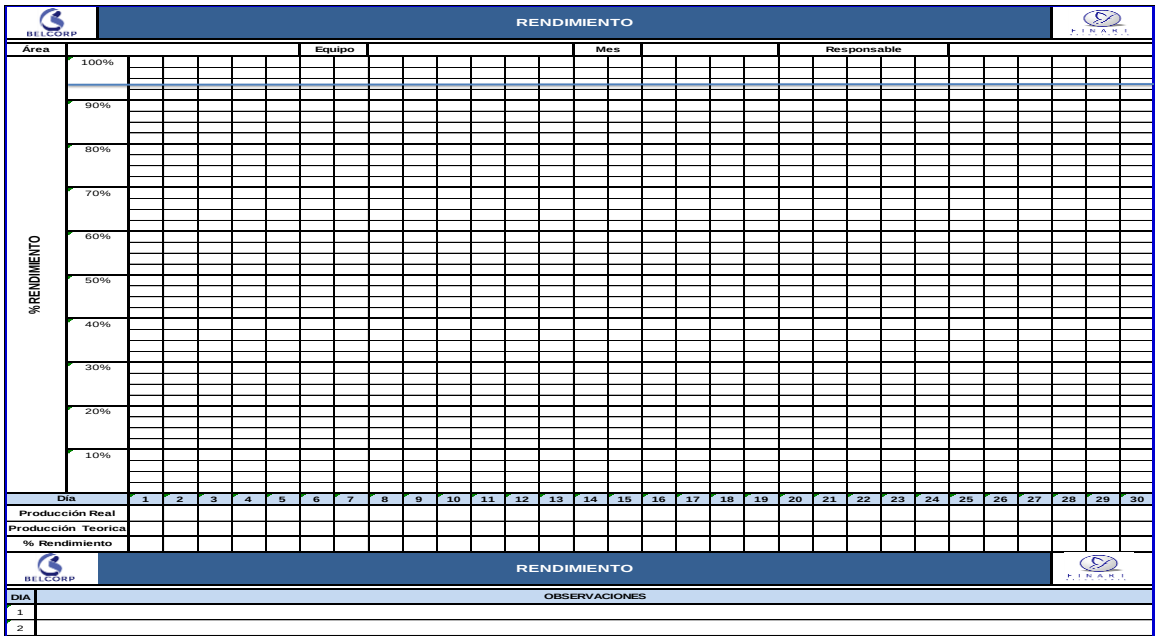
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tiempo Total Disponible																														
Tiempo Programado																														
Tiempo No Programado																														
% Disponibilidad																														

DISPONIBILIDAD

DIA	OBSERVACIONES
1	
2	
3	

Fuente: Autora

Ilustración 29. Formato para el registro de información de entrada para el cálculo de la Rendimiento:



RENDIMIENTO

Área		Equipo	Mes	Responsable

% RENDIMIENTO: 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10%

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Producción Real																														
Producción Teorica																														
% Rendimiento																														

RENDIMIENTO

DIA	OBSERVACIONES
1	
2	

Fuente: Autora

Ilustración 30. Formato para el registro de información de entrada para el cálculo de la Calidad

CALIDAD

Área		Equipo	Mes	Responsable

% CALIDAD																															
100%																															
90%																															
80%																															
70%																															
60%																															
50%																															
40%																															
30%																															
20%																															
10%																															

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Producción Buena																														
Producción Real																														
% Calidad																														

CALIDAD

DIA	OBSERVACIONES
1	
2	

Fuente: Autora

Ilustración 31. Formato diseñado para el cálculo del OEE por máquina

BELCORP

EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE)

FINART

Fecha:		Area:	Vibrado	Maquinista:		Maquina:		Turno:	

Tiempo de parada Planeado

Hora		Tiempo total	Código de Parada
Inicio	Final		
	Total		

Observaciones

Tiempo de parada No Planeado

Hora		Tiempo total	Código de Parada
Inicio	Final		
	Total		

Hora		Producción Real	Merma		Reproceso	
Inicio	Fin		Cod	Cant	COD	CANT

	Código	Descripción
Planeado	1.1	Pausas Activas
	1.2	Reunión o Capacitación
	1.3	Alimentación
	1.4	Mantenimiento Planeado
	1.5	Otro _____
No Planeado		**Disponibilidad**
	2.1	Arranque de Máquina
	2.2	Ajustes
	2.3	Calibración
	2.4	Mantenimiento Correctivo
	2.5	Cambio de Producto
	2.6	Mantenimiento Autónomo
	2.7	Pruebas
	2.8	Otro _____
		Eficiencia
	3.1	Alistamiento
	3.2	Paradas Menores
	3.3	Falta de Materiales e Insumos
	3.4	Falta de personal
	3.5	Falta de experiencia o conocimiento
	3.6	Operación diferente
	3.7	Aseo General
	3.8	Reducción de Velocidad
	3.9	Otro _____

Fuente: Autora

Ilustración 32. Formato diseñado para el registro de información de entrada para el cálculo del Indicador de Cumplimiento de solución a tarjetas de TPM

TARJETAS TPM

Área		Mes		Responsable	

Nº de Tarjetas Abiertas

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	T
Tarjetas Abiertas																															

Nº de Tarjetas Cerradas

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	T
Tarjetas Cerradas																															

Tarjetas Pendientes	

Fuente: Autora

Ilustración 33. Formato diseñado para el registro de información de entrada para el cálculo del Indicador de Seguridad Incidentes/Accidentes

BELCORP	ACCIDENTES E INCIDENTES	FINART

Área		Mes		Padrino Producción	

N° ACCIDENTES

		1	2		
		3	4		
		5	6		
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
		25	26		
		27	28		
		29	30		

N° INCIDENTES

		1	2		
		3	4		
		5	6		
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
		25	26		
		27	28		
		29	30		

Fecha	Descripción

Fuente: Autora

Ilustración 34. Base de datos creada para el consolidado y análisis de los datos de cada indicador:

VIBRADO SEPTIEMBRE													
FECHA	TT	TP	TTD	TNP	TO	PROD. TEORICA	PROD. REAL	MERMA	REPROCESO	DISPONIBILIDAD	EFICCIENCIA	CALIDAD	OEE
01-sep	3840	0	3840	0	3840	201	107	0	0	100%	53%	100%	53%
02-sep	3840	0	3840	0	3840	201	183	0	0	100%	91%	100%	91%
03-sep	3840	0	3840	0	3840	201	111	0	0	100%	55%	100%	55%
04-sep	3840	0	3840	0	3840	201	141	0	0	100%	70%	100%	70%
07-sep	3840	0	3840	0	3840	201	82	0	0	100%	41%	100%	41%
08-sep	3840	0	3840	0	3840	201	192	0	0	100%	95%	100%	95%
09-sep	3840	0	3840	0	3840	201	152	0	0	100%	75%	100%	75%
10-sep	3840	0	3840	0	3840	201	105	0	0	100%	52%	100%	52%
11-sep	3840	0	3840	0	3840	201	125	0	0	100%	62%	100%	62%
14-sep	3840	0	3840	0	3840	201	191	0	0	100%	95%	100%	95%
15-sep	3840	0	3840	0	3840	201	190	0	0	100%	95%	100%	95%
16-sep	3840	0	3840	0	3840	201	173	0	0	100%	86%	100%	86%
17-sep	3840	0	3840	0	3840	201	150	0	0	100%	75%	100%	75%
18-sep	3840	0	3840	0	3840	201	117	0	0	100%	58%	100%	58%
21-sep	3840	0	3840	0	3840	201	90	0	0	100%	45%	100%	45%
22-sep	3840	240	3600	0	3600	189	118	0	0	100%	63%	100%	63%
23-sep	3840	180	3660	0	3660	192	89	0	0	100%	46%	100%	46%
24-sep	3840	270	3570	0	3570	187	53	0	0	100%	28%	100%	28%
25-sep	3840	240	3600	0	3600	189	75	0	0	100%	40%	100%	40%
28-sep	3840	0	3840	240	3600	189	83	0	0	94%	44%	100%	41%
29-sep	3840	0	3840	0	3840	201	97	0	0	100%	48%	100%	48%
30-sep	3840	0	3840	0	3840	201	150	0	0	100%	75%	100%	75%

Fuente: Autora

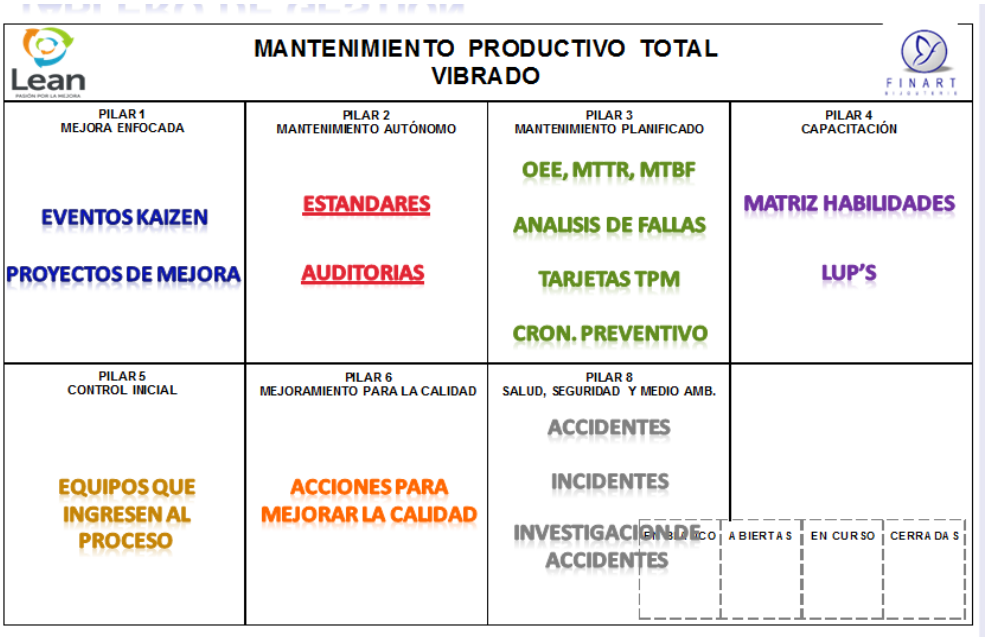
9.4 IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE GESTIÓN

Se decide implementar un tablero de gestión ANDON que permita visualizar los resultados y el desempeño de los indicadores anteriormente diseñados, este tablero se dispone en el centro de vibrado para que a partir de lo visualizado se tomen las respectivas decisiones.

El ANDON es una herramienta que permite medir los procesos, incorpora elementos visuales que proporciona información en tiempo real y retroalimentación del estado de un proceso.

9.4.1 Diseño del tablero

Ilustración 35. Tablero de Gestión TPM



Fuente: Autora

Ilustración 36. Tablero de Gestión del Centro de Vibrado

Fuente: Autora

9.5 SISTEMA DE SEGUIMIENTO

9.5.1 Auditorías de Mantenimiento Autónomo. Se diseñó un Sistema de seguimiento a través de auditorías bimensuales, para monitorear el desempeño del Mantenimiento Autónomo implementado, para estas auditorías se elaboró el siguiente check List en donde se realiza seguimiento a las rutinas de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de cada uno de los equipos, se verifica que el personal encargado de realizar el Mantenimiento Autónomo disponga de la herramienta necesaria y adecuada para la realización de los mismos y se valida el conocimiento teórico de TPM adquirido durante la implementación.

Las auditorías son realizadas por el personal de Mantenimiento y/o Analista de mejora continua.

Se establece un objetivo para el resultado de las auditorías de TPM, el resultado debe ser mayor o igual al 90%, en los casos en los que se incumpla con el objetivo, los maquinistas deben elaborar una LUP´s frente a cada ítem incumplido y socializarlo a la Jefatura de Planta, Supervisor del centro y personal del mismo.

Ilustración 37. Formato de diseñado para las auditorías de Mantenimiento Autónomo:
Frente:

BELCORP	AUDITORIA MANTENIMIENTO AUTONOMO				FINART
Área:		Padrino Mtto:		Auditores:	
Fecha:		Padrino Pn:		Resultado:	

No	Item	China				Otec		Galvano				Nicem				Total	Observaciones
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Como es el estado de la limpieza del equipo?																
2	Como es el estado de la lubricación del equipo?																
3	Se realiza la inspeccion correspondiente al equipo?																
4	Como es el estado de las herramientas para el MA?																
5	Se presentan anomalias en el equipo?																
6	Se reportan las anomalías en las tarjetas TPM?																
7	Se da solución a las anomalias reportadas por medio de las tarjetas TPM?																
8	El personal tiene claros los conceptos basicos de TPM?																
9	Esta actualizada la información del tablero TPM?																
No	Item	China				Otec		Galvano				Nicem				Total	Observaciones
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4		
10	El personal conoce la información del tablero TPM?																
	Total															0	

Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
1	2	3	4	5

Dorso:

	China	Otec	Galvano	Nicem	Secadora
Limpieza	Plato y Olla Estructura Bomba y Mangueras Motor	Plato y Olla Estructura Bomba y Mangueras Motor Caja y tuberia de desague	Olla Estructura Bomba y Mangueras Motor Resortes	Olla Estructura Bombas y Mangueras	Estructura
Lubricación	Eje de olla Reductor Chumaceras Usillo	N/A	Eje	N/A	N/A
Inspeccion	Tuberia Gap	Tuberia Gap	Eje y contrapesas Rejilla y tuberia	Rejilla y tuberia Tapón neumático	Cable de poder
Herramienta	1 Atornillador Estrella grande 1 Atornillador pala grande 1 Llave boja fija 19 mm 1 Llave boja fija 14 mm 1 Llave boja fija 17 mm 1 Expansiva de 15" 1 Llave bristol 6 mm 1 Llave bristol 5 mm 1 Llave bristol 3 mm 1 Espátula 3" 1 Brocha 2" 1 Llave bristol 14 mm 1 Llave de tubo de 14" 1 Martillo de gomas 1 Juego de galgas 1 Hombresolo 1 Llave bristol 7/32 1 Llave bristol 1/4				
Conceptos basicos TPM	TPM Puntos clave Pilares 6 Grandes Perdidas OEE Actividades MA Causas de las fallas Tipos de fallas LUP's				
Tablero TPM	Disponibilidad Rendimiento Calidad Estandares MA Seguridad Cumplimiento tarjeteo				

Fuente: Autora

9.5.2 Resultados de Auditorías

Ilustración 38. Auditoría Agosto

AUDITORIA MANTENIMIENTO AUTONOMO

Área:	VIBRADO	**Padrino Mtto:**	STEVEN FANDIÑO	**Auditores:**	ALEANDRO VILLADIEO
Fecha:	20/08/2015	**Padrino Pn:**	HERNAN MOLINA	**Resultado:**	85%

No	Item	China				Otec		Galvano				Nicem				Total	Observaciones
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Como es el estado de la limpieza del equipo?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		52	En la maquina otec se debe mejorar la limpieza del mueble y los ductos del desague
2	Como es el estado de la lubricación del equipo?	5	5	5	5	X	X	4	4	4	4	X	X	X	X	36	
3	Se realiza la inspeccion correspondiente al equipo?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	
4	Como es el estado de las herramientas para el MA?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	Se debe cuidar las herramientas, les hacen las siguientes llaves una llave fija 14 y el hombre solo
5	Se presentan anomalias en el equipo?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	Muchas anomalias no son reportadas a tiempo
6	Se reportan las anomalías en las tarjetas TPM?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	
7	Se da solución a las anomalias reportadas por medio	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	55	se encontro anomalia reportada de la maquina otec/potenciometro desde el mes de julio
8	El personal tiene claros los conceptos basicos de	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	S debe interiorizar los conceptos de TPM
9	Esta actualizada la información del tablero TPM?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		52	Se debe diligenciar la informacion en la semana programada/realizar el autonomo cuando se program
10	El personal conoce la información del tablero TPM?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	No todo el personal conoce la informacion
	Total															559	

Fuente: Autora

El resultado de la auditoría realizada por el Supervisor de Mantenimiento logró un resultado del 85% en Agosto, con algunos aspectos a mejorar en cuanto a limpieza, refuerzo de conceptos de TPM y falta de reporteo de anomalías.

Ilustración 39. Auditoría Noviembre

AUDITORIA MANTENIMIENTO AUTONOMO

Área:	VIBRADO	**Padrino Mtto:**	STEVEN FANDIÑO	**Auditores:**	ALEANDRO VILLADIEO
Fecha:	27/11/2015	**Padrino Pn:**		**Resultado:**	94%

No	Item	China				Otec		Galvano				Nicem				Total	Observaciones
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Como es el estado de la limpieza del equipo?	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	69	Mejorar el estado d limpieza de la maquina galvano # 3
2	Como es el estado de la lubricación del equipo?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	el estado de lubricacion es muy bueno
3	Se realiza la inspeccion correspondiente al equipo?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	sde realizan inspecciones y son reportadas
4	Como es el estado de las herramientas para el MA?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	Se debe cuidar las herramientas, les hacen las siguientes llaves una llave fija 14 y el hombre solo
5	Se presentan anomalias en el equipo?	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	60	se presentan fallas, pero son corregidas de manera muy eficaz
6	Se reportan las anomalías en las tarjetas TPM?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	se reportan las fallas al 100 %
7	Se da solución a las anomalias reportadas por medio d	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	Se mejoro la solucion de las anomalias reportadas
8	El personal tiene claros los conceptos basicos de TPM?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	Se nota el compromiso por TPM
9	Esta actualizada la información del tablero TPM?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		52	Se debe diligenciar la informacion en la semana programada/realizar el autonomo cuando se program
No	**Item**	**China**				**Otec**		**Galvano**				**Nicem**				**Total**	**Observaciones**
		1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4		
10	El personal conoce la información del tablero TPM?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	El personal a interiorizado la informacion que se lleva en el tablero
	Total															**657**	

Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
1	2	3	4	5

Fuente: Autora

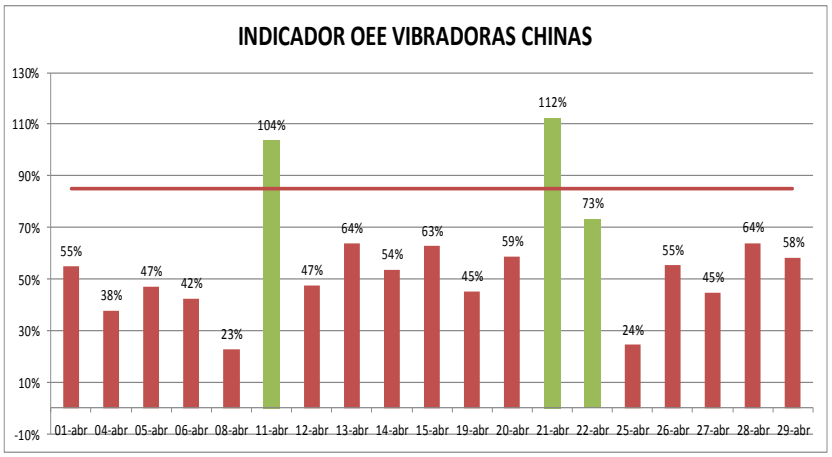
En el mes de Noviembre durante la segunda auditoría, el resultado fue del 94% mejoraron respecto a la auditoría anterior debido a una retroalimentación realizada al personal de vibrado (Maquinistas) en donde se realizó refuerzo en temas de TPM, capacitación técnica y entrega de obsequios al personal a cargo como motivación por el trabajo realizado.

9.5.3 Resultados de indicadores

9.5.3.1 Indicador OEE Máquinas Chinas Abril

Grafico 9. Comportamiento del OEE máquinas chinas – Abril

VIBRADO		
FECHA	OEE DIA	OBJETIVO
01-abr	55%	85%
04-abr	38%	85%
05-abr	47%	85%
06-abr	42%	85%
08-abr	23%	85%
11-abr	104%	85%
12-abr	47%	85%
13-abr	64%	85%
14-abr	54%	85%
15-abr	63%	85%
19-abr	45%	85%
20-abr	59%	85%
21-abr	112%	85%
22-abr	73%	85%
25-abr	24%	85%
26-abr	55%	85%
27-abr	45%	85%
28-abr	64%	85%
29-abr	58%	85%

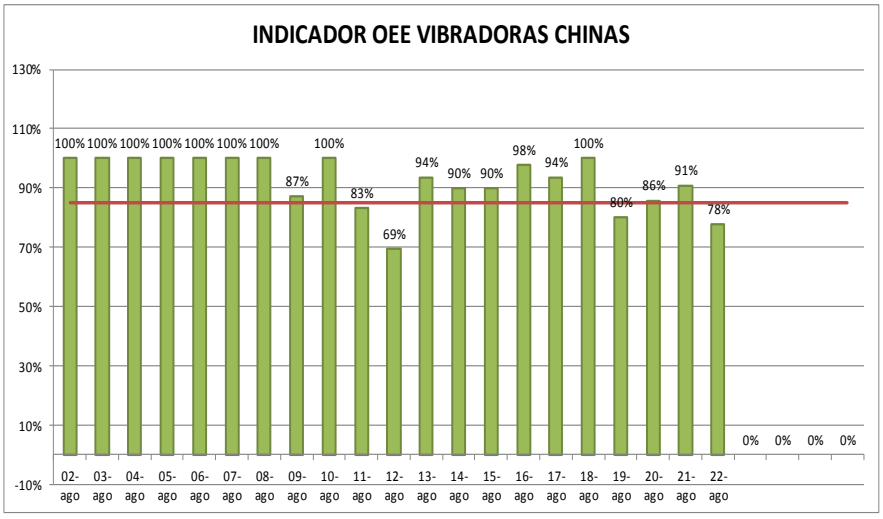


Fuente: Autora

9.5.3.2 Indicador OEE Máquinas Chinas Agosto - Después de implementar Mantenimiento Autónomo

Grafico 10. Comportamiento del OEE máquinas chinas - Agosto

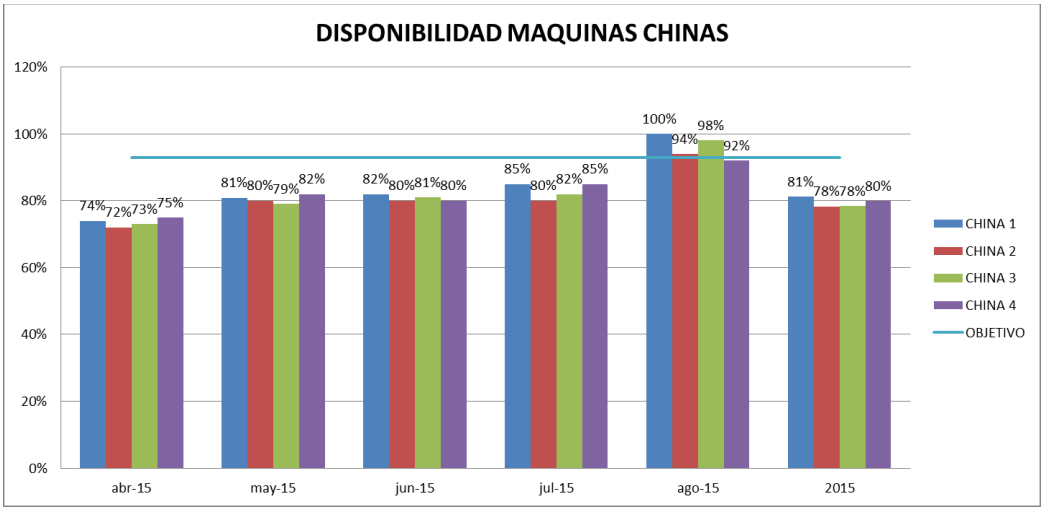
VIBRADO		
FECHA	OEE DIA	OBJETIVO
02-ago	100%	85%
03-ago	100%	85%
04-ago	100%	85%
05-ago	100%	85%
06-ago	100%	85%
07-ago	100%	85%
08-ago	100%	85%
09-ago	87%	85%
10-ago	100%	85%
11-ago	83%	85%
12-ago	69%	85%
13-ago	94%	85%
14-ago	90%	85%
15-ago	90%	85%
16-ago	98%	85%
17-ago	94%	85%
18-ago	100%	85%
19-ago	80%	85%
20-ago	86%	85%
21-ago	91%	85%
22-ago	78%	85%



Fuente: Autora

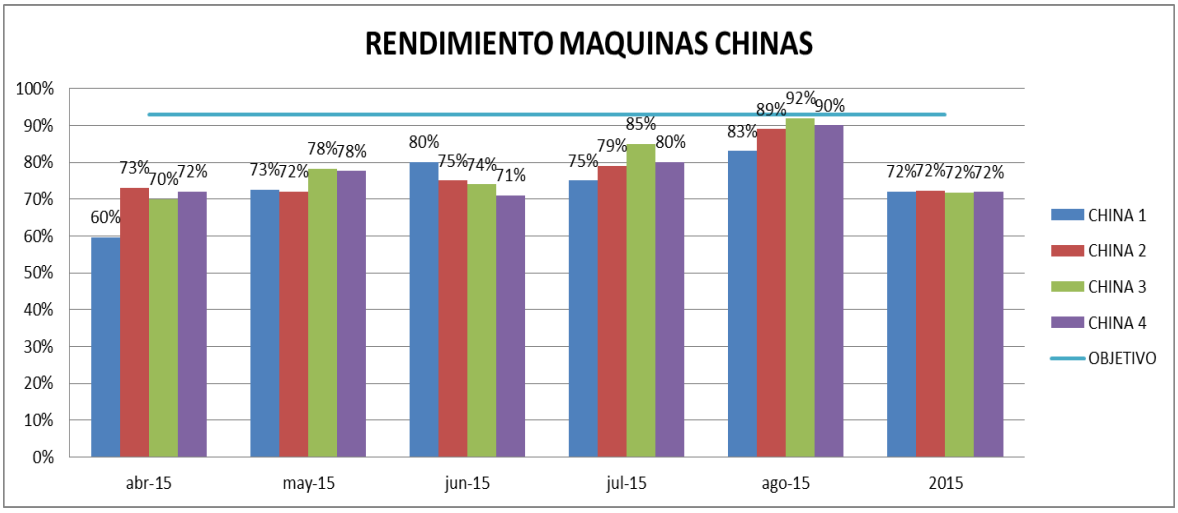
9.6 COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES DE ABRIL A AGOSTO

Grafico 11. Comportamiento de la Disponibilidad de máquinas chinas (Abril-Agosto)



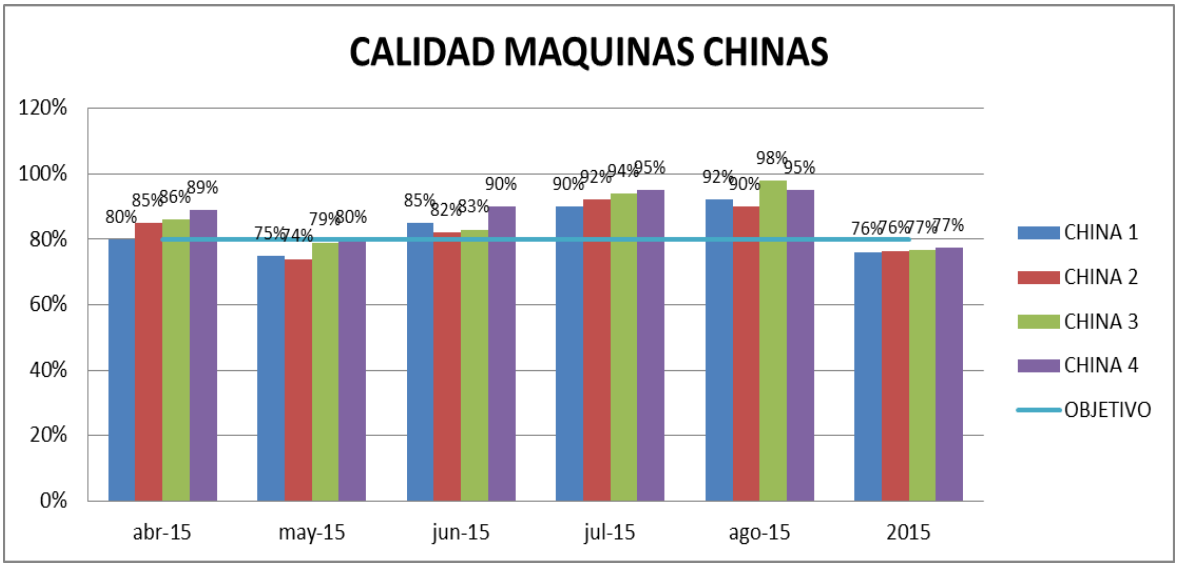
Fuente: Autora

Grafico 12. Comportamiento del Rendimiento de máquinas chinas (Abril-Agosto)



Fuente: Autora

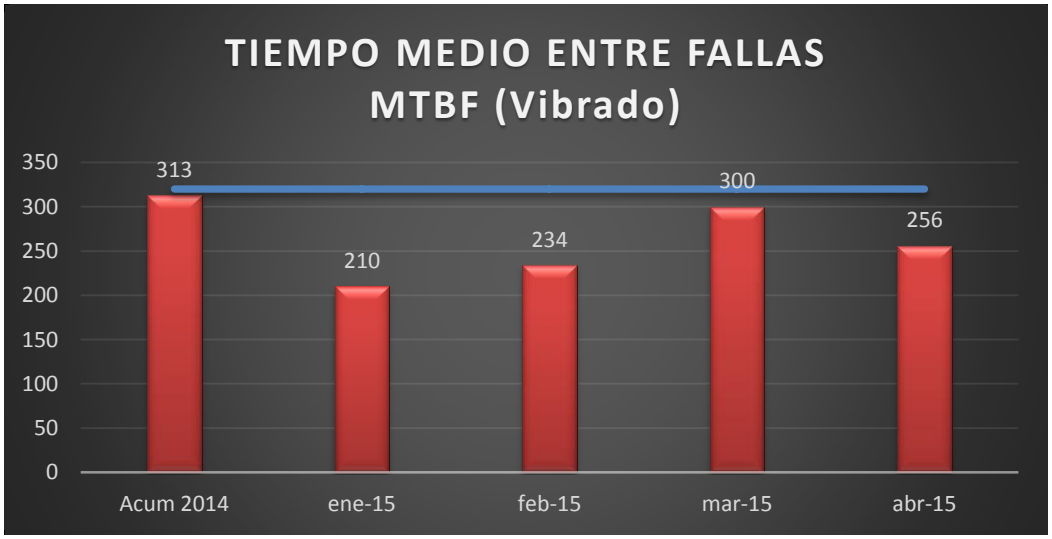
Grafico 13. Comportamiento del Calidad máquinas chinas (Abril-Agosto)



Fuente: Autora

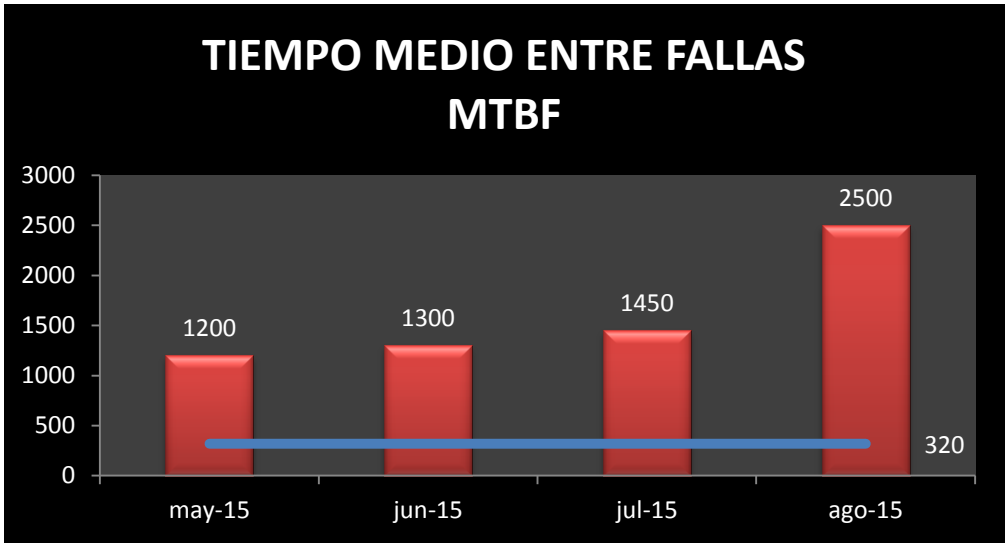
9.7 COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR DE MTTB ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Grafico 14. Comportamiento MTBF (Antes)



Fuente: Autora

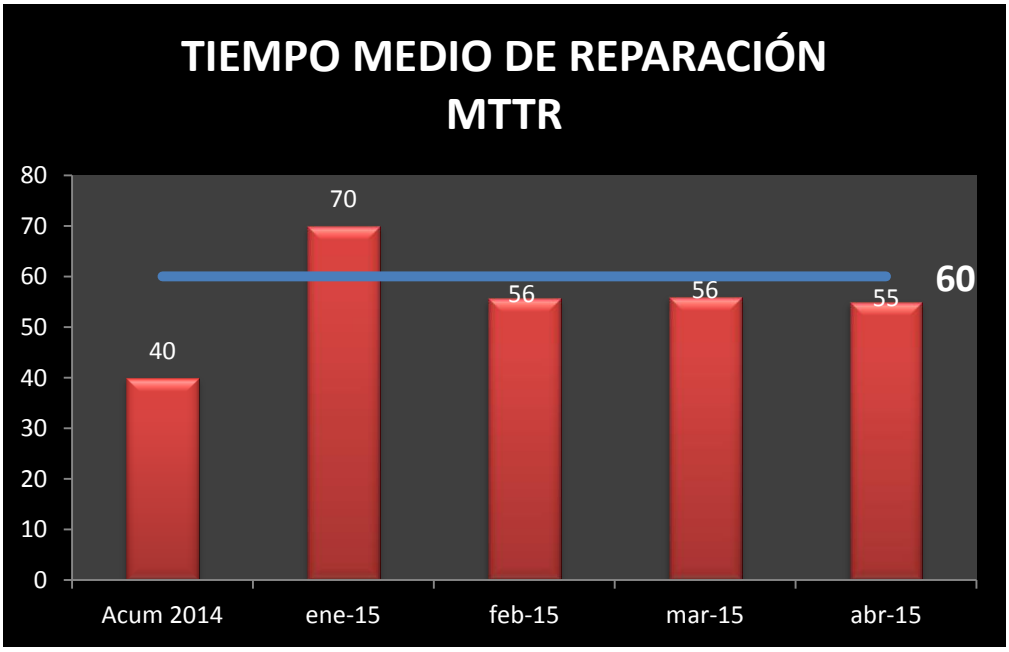
Grafico 15. Comportamiento MTBF (Después)



Fuente: Autora

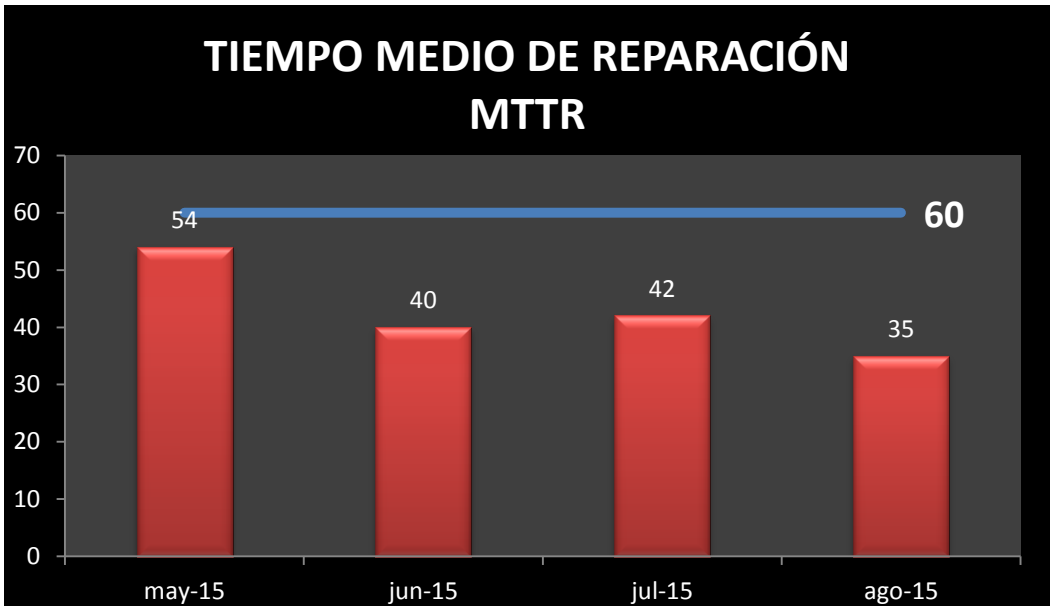
9.8 COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR DE MTTB ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Grafico 16. Comportamiento MTTR (Antes)



Fuente: Autora

Grafico 17. Comportamiento MTTR (Mayo -Agosto)



Fuente: Autora

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto se concluye lo siguiente:

- Mediante la implementación de Mantenimiento Autónomo se logra cumplir el objetivo de mejora en el desempeño de los equipos, esto se evidencia claramente en los comportamientos del indicador de MTTR y MTBF del área de Mantenimiento.

- El indicador de MTBF del área de Mantenimiento pasó de 250 min. de tiempo entre fallas en 2014 a un promedio de 1612 min. en Agosto de 2015 después de implementado el pilar de Mantenimiento Autónomo.

- El OEE promedio de abril cuando se inició la implementación de Mantenimiento Autónomo tuvo un desempeño del 48%, en Agosto el OEE mejoró en un 23% obteniendo para agosto un desempeño del 71%.

- La disponibilidad de las máquinas chinas paso de estar en un 71% en Abril a un 80% en Agosto.

- Con la ayuda del personal de Mantenimiento se logró identificar los puntos clave de la maquinaria de vibrado, con lo cual se garantiza el adecuado mantenimiento a realizar en los equipos evitando así futuras fallas.

- La mejora estética y funcional del equipo se evidencia a través del comportamiento de indicadores y su óptimo desempeño en los ciclos del proceso.

- Los indicadores son herramientas fundamentales que permiten conocer la realidad de una operación, en este caso los indicadores evalúan -el desempeño de las máquinas y le permite a la alta Gerencia tomar decisiones frente a estos.

- Se evidencia una mejora en el clima laboral del centro de vibrado, en cuanto ya no se maneja la tensión que generaban las constantes averías en los equipos.

RECOMENDACIONES

Para dar continuidad al Mantenimiento Autónomo y mejorarlo se recomienda al proceso de vibrado lo siguiente:

- Realizar seguimientos semanales del OEE (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad) para verificar su comportamiento y tomar las acciones necesarias para su mejora.

- Adquirir el hábito de reportar cualquier anomalía a través de las tarjetas de TPM, con el fin de llevar una trazabilidad y tener el histórico de anomalías.

- Trabajar en equipo con el área de Mantenimiento y Mejora Continua para detectar oportunidades de mejora en la realización del Mantenimiento Autónomo.

- Capacitar de manera periódica al personal del centro frente a las actividades de Mantenimiento Autónomo así como también en herramientas de solución de problemas y teoría de TPM.

- Implementar el pilar 4 de TPM “Entrenamiento” a través de la implementación de la matriz de habilidades propuesta.

- Realizar el análisis de cada indicador con el fin de mitigar cualquier riesgo de falla en los equipos.

- Ejecutar las rutinas de limpieza de acuerdo a lo establecido en los estándares.

BIBLIOGRAFIA

- MORA, LUIS A, (2009), Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Ed Alfaomega, Bogotá

- MORROW LESTER, MC GRASS HILL, Manual de mantenimiento Industrial, Organización, ingeniería mecánica, eléctrica química, civil, procesos, sistemas TOMO I.

- DUFFUA, SALIH; DIXON, JHON Y RAOULF. Sistemas de mantenimiento: planeación y control. México: Limusa S.A.2006. p. 35.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMASTÉCNICAS. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá D.C. ICONTEC, 2008, NTC 1486

- Nakajima Seiichi, Programa de desarrollo TPM; Madrid. Edición español; Tecnologías de gerencia y producción S.A. 1991.