

LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y LA OPTIMIZACION DE ESTE  
PROCESO ORGANIZACIONAL, MEDIANTE HERRAMIENTAS DEL  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

EDISON ANDRES PATIÑO ARIAS  
JUAN PABLO CASTAÑO VILLEGAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES – UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
BUCARAMANGA – INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY  
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN

MANIZALES

2002

LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y LA OPTIMIZACION DE ESTE  
PROCESO ORGANIZACIONAL, MEDIANTE HERRAMIENTAS DEL  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

EDISON ANDRES PATIÑO ARIAS  
JUAN PABLO CASTAÑO VILLEGAS

Tesis de grado para optar por el título de Magíster en Administración

Director  
Msc. RODOLFO RODRÍGUEZ BARACALDO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES – UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
BUCARAMANGA – INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY  
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN  
MANIZALES  
2002

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Ciudad y Fecha (día, mes, año)

A los nuestros con todo el amor,  
el orgullo y la dedicación requerida  
para la exitosa culminación de  
esta valiosa etapa en nuestras vidas

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo investigativo expresan sus agradecimientos a:

Rodolfo Rodríguez Baracaldo, Ingeniero Mecánico, Magíster en Ingeniería Mecánica y Director de la Investigación, por sus acertadas, valiosas, experimentadas y oportunas orientaciones, llenas de valor agregado en lo referente al tema investigado.

Hernán Parra, estadístico, asesor y consultor en manejo estadístico de la información. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, por sus valiosos aportes a este trabajo investigativo.

Lorenzo Mejía, Gerente de Fábrica y Álvaro Osorio coordinador de Producción de la empresa Meals de Colombia sede Manizales, por permitir analizar y explorar durante un largo periodo, el proceso de Mantenimiento Productivo Total llevado a cabo en esta empresa desde el año 1998 hasta el 2001, aportando y enriqueciendo de manera significativa la investigación.

Germán Aguirre, presidente de la ANDI regional Caldas por su permanente apoyo y constante motivación, para la exitosa terminación del trabajo investigativo aplicado en el área manufacturera Manizales - Villamaría

Walter Michel Arhold, vicepresidente técnico de VARTA S.A, Hector Raul Chulí, Jefe de Departamento técnico de VARTA S.A y Jorge Enrique Valencia, Jefe de Producción, por abrirnos las puertas de su conocimiento y su fábrica y por su constante apoyo y motivación para la realización de este trabajo. En general, a todas las empresas manufactureras participantes del presente estudio investigativo por el aporte amplio, lleno de confianza y mostrando especial motivación y atención a las herramientas que de aquí se concluyan para el beneficio de la región.

## CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

#### 1. MARCO CONCEPTUAL

##### 1.1 LA EVOLUCIÓN ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO.

#### 1.2 MARCO TEÓRICO

##### 1.2.1 Que es Mantenimiento?

##### 1.2.2 Mantenimiento Industrial

###### 1.2.2.1 Misión del Mantenimiento

###### 1.2.2.2 Tipos de Mantenimiento

##### 1.2.3 Modelo conceptual del TPM

###### 1.2.3.1 Premisas Base

###### 1.2.3.2 Gestión del Conocimiento del Mantenimiento

###### 1.2.3.2.1 Empleo del Conocimiento en Mantenimiento

###### 1.2.3.3 Procesos Fundamentales (Pilares)

###### 1.2.3.3.1 Que son los pilares del TPM?

###### 1.2.3.4 Relación entre Pilares

###### 1.2.3.5 Dirección por política

#### 2. ANTECEDENTES

#### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

#### 4. ALCANCES

#### 5. LIMITACIONES

#### 6. DISEÑO METODOLOGICO

- 6.1 Delimitación de la Muestra
- 6.3 Muestra de empresas
- 6.2 Técnicas para la recolección de la información
- 7. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO
- 7.1 Objetivos Específicos
- 8. DIAGNOSTICO DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DEL ÁREA METROPOLITANA MANIZALES VILLAMARIA
- 8.1 Características de las empresas participantes en el estudio
- 8.2 Etapas del Diagnóstico
- 8.3 Metodología del Diagnóstico
- 8.4 Tabulación de la información generada
- 8.4.1 Resultados parte Administrativa
- 8.4.2 Resultados parte Proceso
- 8.4.3 Resultados parte Operativa
- 8.4.4 Matriz DOFA para el diagnóstico de las empresas de la región
- 9. ANÁLISIS DE LA EMPRESA MEALS DE COLOMBIA (Empresa Referente del Estudio)
- 9.1 Historia MEALS DE COLOMBIA
- 9.2 Programas de la Compañía
- 9.3 Mantenimiento productivo total en MEALS DE COLOMBIA
- 9.4 Implementación del TPM en MEALS DE COLOMBIA
- 9.4.1 Primer Pilar implementado en MEALS DE COLOMBIA: Capacitación
- 9.4.1.1 Lección de un punto como herramienta del personal del aprendizaje
- 9.4.2 Segundo Pilar implementado: Mejora enfocada.
- 9.4.3 Tercer Pilar Implementado: Mantenimiento Autónomo.
- 9.4.3.1 Etapas del Mantenimiento Autónomo
- 9.4.4 Cuarto Pilar Implementado: Mantenimiento Planificado
- 9.4.5 Quinto Pilar Implementado: Mantenimiento de la Calidad
- 9.5 Indicadores de Gestión utilizados en MEALS DE COLOMBIA

9.6 Comparación de la Empresa MEALS DE COLOMBIA, con las principales características encontradas para las empresas manufactureras de la región

## 10. FORMULACIÓN DE PROPUESTAS PARA LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DEL ÁREA METROPOLITANA MANIZALES VILLAMARIA

### 10.1 GESTIÓN DE CONOCIMIENTO

### 10.2. MEJORAMIENTO ENFOCADO

10.2.1 Herramientas propias de la Mejora enfocada

10.2.2 Herramientas estadísticas

### 10.3 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

10.3.1 Empleo de controles visuales

10.3.2 Las tres'S para las empresas de la región

### 10.4 MANTENIMIENTO PLANIFICADO

10.4.1 Limitaciones de los enfoques de mantenimiento planificado.

10.4.2 Aportes del TPM a mejorar el mantenimiento planificado

10.4.3 Daily Management Maintenance (DMM)

10.4.3.1 Características del DMM

10.4.4 Tiempo Medio Entre Fallas

10.4.4.1 Características de la tabla de análisis MTBF

10.4.5 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

10.4.5.1 Importancia del MCC para las empresas de la región

### 10.5 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

### 10.6 DIRECCIÓN POR POLÍTICAS (DPP)

10.6.1 Fases de la DPP

### 10.7 PLAN MAESTRO DE TPM PARA LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN

## 11. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

### 11.1 CONCLUSIONES PARTICULARES

## 12. RECOMENDACIONES

### 12.1 RECOMENDACIONES PARTICULARES PARA LAS EMPRESAS

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

- TABLA 1. Pasos del mantenimiento Autónomo.
- TABLA 2. Definición de cada una de las empresas de la muestra estudiada.
- TABLA 3. Existencia de plan estratégico.
- TABLA 4. Satisfacción de los clientes.
- TABLA 5. Panorama detallado de las funciones de riesgo en MEALS de Colombia.
- TABLA 6. Formato de control PAMCO utilizado en MEALS de Colombia.
- TABLA 7. Datos de las Eficiencias por Trimestres a lo largo del año 2.000 MEALS de Colombia.
- TABLA 8. Evaluación y Conocimiento adquiridos por los operarios de la línea rollo 27 MEALS de Colombia.
- TABLA 9. Mantenimiento autónomo para la línea piloto rollo 27.
- TABLA 10. Indicadores de Gestión MEALS de Colombia,
- TABLA 11. Funciones propuestas para las personas responsables del mantenimiento en las empresas de la región.
- TABLA 12. Tormenta de ideas
- TABLA 13. Selección de problemas.
- TABLA 14. Recopilación de datos.
- TABLA 15. Proceso de Capacitación
- TABLA 16. Colección de índices para la gestión de la evaluación y control del mantenimiento
- TABLA 17. Plan Maestro para las empresas de la región.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Modelo general del TPM
- Figura 2. Utilización del Conocimiento en Mantenimiento
- Figura 3. Las dos etapas previas del Mantenimiento Autónomo
- Figura 4. Pasos para la implementación del Mantenimiento Planificado
- Figura 5. Relación entre Pilares del TPM
- Figura 6. Relación entre Funciones de cada Pilar
- Figura 7. Empresas de la Muestra
- Figura 8. Empresas participantes en el diagnóstico empresarial
- Figura 9. Procesos de Producción utilizados en la metodología ENAPS
- Figura 10. Características generales analizadas en el diagnóstico de la Empresa
- Figura 11. Distribución de las Empresas manufactureras del Área Metropolitana Manizales Villamaría por modelo de producción según ENAPS
- Figura 12. Características principales de las Empresas Manufactureras
- Figura 13. Características principales en las Empresas Mantenimiento
- Figura 14. Número de Empleados
- Figura 15. Niveles Jerárquicos
- Figura 16. Métodos de bonificación a los empleados
- Figura 17. Mecanismos de selección a proveedores
- Figura 18. Número de personas adjuntas a producción.
- Figura 19. Número de personas adjuntas a Mantenimiento

Figura 20. Medición de la Productividad en las Empresas

Figura 21. Participación de Mantenimiento dentro de la planificación de la producción.

Figura 22. Porcentaje de empresas de la región con normas internacionales

Figura 23. Empresas con disponibilidad financiera para sustitución de maquinaria obsoleta, comparada con la medición del deterioro de equipos.

Figura 24. Número de indicadores de mantenimiento que manejan las empresas

Figura 25. Porcentaje de capacidad de planta instalada

Figura 26. Clasificación de las compras por esquema de producción

Figura 27. Niveles de averías para empresas manufactureras y mantenimiento.

Figura 28. Tipos de mantenimiento en las empresas manufactureras

Figura 29. Tiempo medio entre fallas en las empresas manufactureras,

Figura 30. Disponibilidad de equipo para las empresas

Figura 31. Lo que ataca el mantenimiento dentro de la empresa

Figura 32. Porcentaje de participación de empleados de producción en actividades de mantenimiento para las empresas.

Figura 33. Nivel de conformidades de mantenimiento preventivo en empresas manufacturas y mantenimiento.

Figura 34. Nivel de obsolescencia de equipos industriales para empresas manufactureras y mantenimiento.

Figura 35. Principales debilidades y fortalezas administrativas identificadas después del diagnostico.

Figura 36. Principales debilidades y Fortalezas para las empresas de mantenimiento y manufactureras.

Figura 37. Programas soporte del TPM en MEALS DE COLOMBIA

Figura 38. Programa SHE en MEALS DE COLOMBIA

Figura 39. Integración del programa SHE con el TPM en MEALS DE COLOMBIA.

Figura 40. Tiempos utilizados en programa PAMCO MEALS DE COLOMBIA

Figura 41. Eficiencias por línea de producción año 2.000. MEALS DE COLOMBIA

Figura 42. Ciclo productivo en MEALS DE COLOMBIA

Figura 43. Primer año del TPM en MEALS DE COLOMBIA.

Figura 44. Segundo año del TPM en MEALS DE COLOMBIA

Figura 45. Tercer año del TPM en MEALS DE COLOMBIA

Figura 46. Cuarto año del TPM en MEALS DE COLOMBIA.

Figura 47. Resultado de la evaluación TPM en la línea rollo MEALS DE COLOMBIA

Figura 48. Ejemplo de lección de un punto. MEALS DE COLOMBIA

Figura 49. Ciclo Deming aplicado como mejora enfocada del TPM en MEALS DE COLOMBIA.

Figura 50. Las Seis grandes pérdidas implementadas en MEALS DE COLOMBIA.

Figura 51. Pérdidas Cuantificadas en MEALS DE COLOMBIA.

Figura 52. Creación de mejora continua por intermedio de un líder de proceso.

Figura 53. Flujograma de utilización de tarjetas rojas y azules.

Figura 54. Estándares de limpieza. MEALS DE COLOMBIA.

Figura 55. Integración de áreas mediante el TPM.

Figura 56. Estructura jerárquica del área operativa para las empresas de la región.

Figura 57. Estructura jerárquica propuesta para el área operativa de las empresas.

Figura 58. Ciclo Deming como aplicación inicial de la mejora enfocada.

Figura 59. Formato del método SW y PM.

Figura 60. Formato LUP propuesto para las empresas de la región.

Figura 61. Tablero de control visual.

Figura 62. Aspectos de la Confiabilidad operacional.

Figura 63. Modelo Básico de Criticidad

Figura 64. Gráfico de resultados de un análisis de criticidad

Figura 65. Formato propuesto del diagrama espina de pescado para las empresas de la región.

Figura 66. Diagrama de Pareto Comparativo antes y después de la mejora.

Figura 67. Esquema general de los cinco veces.

Figura 68. Pasos del Daily Management Maintenance

Figura 69. Ejemplo del tablero MTBF

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A. Cuestionario de Medición Empresarial sobre la Administración de Mantenimiento Industrial en una muestra Significativa de Empresas de la Región.

ANEXO B. Entrevista sobre Administración de la Cadena Productiva Organizacional, especialmente la función de Mantenimiento Industrial.

ANEXO C. Formato para la Revisión documental de la función del Mantenimiento Industrial.

ANEXO D. Formato para la Revisión documental de los planes estratégicos,

ANEXO E. Entrevista sobre TPM.

ANEXO F. La Empresa MEALS de Colombia. Planta Manizales.

ANEXO G. Formato para la revisión documental de la Empresa MEALS de Colombia.

ANEXO H. Registro HACCP - PPM utilizado en MEALS de Colombia.

ANEXO I. Formato WAMCO utilizado en MEALS de Colombia.

ANEXO J. Formato de lección de un punto utilizado en MEALS de Colombia.

ANEXO K. Formato de las 5W.

ANEXO L. Formato de limpieza inspección y lubricación.

## LISTA DE FOTOS

- Foto 1. Coordinador, operarios y mecánicos inspeccionando y detectando defectos.
- Foto 2. Operario realizando la lección de un punto sobre la máquina donde normalmente trabaja.
- Foto 3. Operaria explicando una mejora enfocada.
- Foto 4. Identificación de la falla de un equipo para luego ejecutar la acción correctiva.
- Foto 5. Marcación de indicadores de presión, temperatura, flujo y velocidad.
- Foto 6. Etiqueta para la visualización de la temperatura
- Foto 7. Limpieza del suelo en una planta de mecanizado.

## GLOSARIO

**ACTIVIDAD:** 1. Trabajo desempeñado en una organización . 2. La agregación de tareas o acciones desempeñadas dentro de una organización, que son útiles para propósitos del costeo basado en actividades.

**ACTIVIDAD DE VALOR AGREGADO:** una actividad que se considera, contribuye valor al cliente o que satisface una necesidad organizacional.

**ACTIVO FÍSICO (Physical asset):** conjunto de ítems de carácter permanente que una empresa o entidad utiliza como medio de explotación.

**ADMISIBLE, CONDICIÓN (Acceptable condition):** condición admisible de un ítem para una utilización específica. Nunca será inferior al exigido por la reglamentación oficial y técnica para dicha utilización. Equivale al término Estado Admisible.

**ADMISIBLE, ESTADO (Acceptable condition):** estado admisible de un ítem para una utilización específica. Nunca será inferior al exigido por la reglamentación oficial y técnica para dicha utilización. Equivale al término Condición Admisible.

**ADQUISICIÓN, COSTE DE (Acceptable condition):** gastos totales ocasionados por la compra de un ítem, su transporte, su montaje y, en general, la preparación para ponerlo en condiciones de realizar su función.

**AMORTIZACIÓN (Amortization):** anotación contable que expresa cuantitativamente la depreciación derivada de la utilización de un ítem y que reparte el coste de adquisición entre los períodos que se benefician de su uso.

**ANÁLISIS DE ACTIVIDADES:** identificación y descripción de las actividades en una organización. El análisis de actividades implica determinar cuáles actividades se desarrollan en un departamento, cuántas personas desempeñan las actividades, cuánto tiempo se gasta en las actividades, que datos operacionales reflejan mejor el desempeño de las actividades, y que valor tiene la actividad para la organización. El análisis es llevado a cabo mediante entrevistas, cuestionarios, observaciones y a través de la revisión de los registros físicos del trabajo.

**ANÁLISIS DE CONDUCTORES DE ACTIVIDAD:** identificación y evaluación de los conductores o generadores utilizados para llevar el costo de las actividades a los objetos de costo. El análisis de actividades puede implicar la selección de conductores de actividad con potencial para la reducción de costos.

**ANÁLISIS DE CONDUCTORES DE COSTO:** examen, cuantificación y explicación de los efectos de los conductores o generadores de costos.

**ÁRBOL DE FALLO (Fault-tree):** sistema lógico secuencial de acontecimientos para el análisis de Fiabilidad de un ítem.

**ASIGNACIÓN DE COSTOS:** rastreo o asignación de los recursos a las actividades u objetos del costo.

**ASIGNACIÓN DE COSTOS DE RECURSOS:** proceso mediante el cual el costo de los recursos se asigna a las actividades donde éste es consumido.

**ASIGNACIÓN DEL COSTO DE ACTIVIDADES:** proceso en el cual el costo de las actividades es asignado a los objetos de costo utilizando conductores de actividad.

**ATRIBUTOS DE ACTIVIDADES:** características de las actividades individuales. Los atributos incluyen conductores de costo, ciclos de tiempo, capacidad y medidas de desempeño. Por ejemplo, el tiempo requerido para completar una actividad es un atributo.

**AVERÍA (Failure):** cese de la capacidad de un ítem para realizar su función específica. Equivale al término Fallo

**AVERÍA, INFORME DE (Failure report):** comunicación escrita dando cuenta de la avería de un ítem.

**AVERÍA, MANTENIMIENTO POR (Failure maintenance):** mantenimiento efectuado a un ítem cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a condición admisible de utilización. Equivale al término Mantenimiento Correctivo (de preferible uso).

**BENCHMARKING:** metodología que identifica una actividad como la referencia mediante la cual se juzgará una actividad similar; esta metodología es usada para ayudar en la identificación de los procesos o técnicas que pueden aumentar la efectividad o eficiencia de una actividad. La fuente puede ser interna (tomada de otra parte de la empresa) o externa (tomada de un competidor).

**CADENA DE VALOR:** conjunto de las actividades requeridas para diseñar, aprovisionar, producir, mercadear, distribuir y dar soporte a un producto o servicio.

**CADUCIDAD (Shelf life, Storage life):** tiempo que los materiales almacenados conservan inalteradas sus características.

**CAPACIDAD DE UNA ACTIVIDAD:** medida de la frecuencia e intensidad de las demandas colocadas sobre las actividades por los objetos de costo. El conductor de actividad es utilizado para asignar costos a los objetos de costo. Un ejemplo es el número de órdenes de cliente que mide el consumo de actividades para menaje de entradas por cada cliente.

**CARGA DE TRABAJO (Work load):** tiempo de complementación estimado de los trabajos de Mantenimiento en curso y espera o pendientes en un determinado momento.

**CENTRALIZADO, MANTENIMIENTO (Centralized maintenance):** organización de Mantenimiento en la que el ámbito de actuación de cada uno de los oficios, especialidades o talleres se extiende a todo el centro de trabajo.

**CENTRO DE COSTOS:** unidad básica de responsabilidad en una organización, para la cual se acumulan los costos.

**CENTRO DE UTILIDAD:** segmento de un negocio que es identificable a nivel tanto de ingresos como de gastos.

**CICLO DE VIDA (Life cycle):** tiempo durante el cual un ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo abarca desde su adquisición hasta que es sustituido o es objeto de restauración/rehabilitación.

**CICLO DE VIDA, COSTE DEL (Life cycle cost):** coste total de un ítem a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de adquisición, operación mantenimiento, mejora, modificación y retirada.

**COMPONENTE (Part):** unidad perteneciente a un conjunto, que generalmente no es funcional por si misma, y está formada por piezas (rotor de turbina, cojinete, cilindro de un motor).

**CONDICIÓN ADMISIBLE (Acceptable Condition):** estado Admisible de un Item para una utilización específica. Nunca será inferior al exigido por la reglamentación oficial y técnica para dicha utilización. Equivale al término Estado Admisible.

**CONDICIÓN DE MONITOREO (Condition Monitoring):** comprobación del estado real de un ítem mediante control sistemático periódico o continuo de un parámetro significativo. Se traduce por Control de Condición o Control de Estado.

**CONDUCTO DE COSTO:** cualquier factor que causa un cambio en el costo de una actividad por ejemplo, la calidad de las partes recibidas por una actividad (porcentaje que son defectuosas) es un factor determinante en el trabajo requerido por una actividad, pues la

calidad de las partes recibidas afecta los recursos requeridos para realizarla. Una actividad puede tener múltiples conductores de costo asociados con ella.

**CONDUCTOR DE RECURSOS:** medida de la cantidad de recursos consumidos por una actividad. Un ejemplo de un conductor de recursos es el número de horas de mano de obra dedicada a una actividad.

**CONFIABILIDAD DEL EQUIPO:** es la probabilidad de que el equipo, o el sistema, desempeñará las funciones requeridas satisfactoriamente, bajo condiciones específicas, en un cierto período de tiempo. La baja confiabilidad del equipo es la causa fundamental de las pérdidas crónicas.

**CONJUNTO (Assembly):** unidad funcional que forma parte de un Item y está formada a su vez por componentes (motor, turbina).

**CONTRATADO MANTENIMIENTO (Contract maintenance):** mantenimiento realizado por personal ajeno a la plantilla propia.

**CONTROL DE CONDICIÓN (Condition monitoring):** comprobación del estado real de un ítem mediante control sistemático periódico o continuo de un parámetro significativo. Equivale a los términos Control de Estado y Condition Monitoring

**CORRECTIVO, MANTENIMIENTO (Corrective maintenance):** mantenimiento efectuado a un ítem cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a condición admisible de utilización. El Mantenimiento Correctivo puede, o no, estar planificado.

**CORROSIÓN (Corrosión):** destrucción de un material, usualmente un metal, o de sus propiedades, a causa de la relación con un medio.

**COSTE DE ADQUISICIÓN (Acquisition cost):** gastos totales ocasionados por la compra de un ítem, su transporte, montaje y, en general, la preparación para ponerlo en condiciones de realizar su función.

**COSTE DEL CICLO DE VIDA (Life cycle cost):** coste total de un ítem a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de adquisición, operación, mantenimiento, mejora, modificación y retirada.

**COSTE DE UTILIZACIÓN (Cost in use):** gastos de operación, mantenimiento, mejora y modificación de un ítem.

**COSTE DIRECTO DEL MANTENIMIENTO (Maintenance cost):** gastos en mano de obra propia, materiales de repuesto, servicios contratados, parte proporcional de los costes de supervisión y medios empleados en la reparación de la avería o reposición de un ítem. También se puede definir como el coste de evitar el daño o el coste de disponibilidad.

**COSTE INDIRECTO DEL MANTENIMIENTO (Damage cost):** gastos derivados de las pérdidas en producción, rendimiento y calidad, y de los daños a la seguridad y medio ambiente ocasionados por la avería de un ítem. También se puede definir como el coste de indisponibilidad.

**COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES:** metodología que mide el costo y desempeño de los recursos, actividades y objetos de costo. Los recursos se asignan en las actividades, luego las actividades se asignan a los objetos de costo con base a su utilización. El costeo basado en actividades conoce la relación causal entre los conductores de costo y las actividades.

**COSTEO DE LA CADENA DE VALOR:** modelo de costeo basado en actividades que contienen todas las actividades de la cadena de valor.

**COSTEO ESTÁNDAR:** método de costeo que asigna costo a los objetos de costo con base en estimados razonables o estudios de costos, o mediante tasas predeterminadas, en lugar de utilizar los costos reales incurridos.

**COSTEO POR ABSORCIÓN:** método de costeo que asigna todos los costos de manufactura a los productos u objetos de costo. Los costos asignados incluyen tanto los que varían con el nivel de actividad desempeñado como los que varían con el nivel de actividad.

**COSTO DIRECTO:** costo que es asignado directamente a una actividad u objeto de costo. Por ejemplo, el material entregado para una orden de trabajo específica o el tiempo del ingeniero dedicado a un producto específico son costos directos de la orden de trabajo o de los productos.

**COSTO FIJO:** elemento de costo de una actividad que no varía ante cambios en el volumen de los conductores de costo o conductores de actividad. La depreciación de una máquina por ejemplo. Puede ser directa a una actividad en particular, pero es fija con relación a los cambios en el número de unidades del conductor de actividad.

**COSTO INDIRECTO:** el costo que es asignado (no rastreado) a una actividad u objeto de costo por ejemplo, el costo de la supervisión o calefacción puede ser asignado a una actividad con base en las horas de mano de obra directa.

**COSTO VARIABLE:** elemento de costo de una actividad que varía ante cambios en el volumen de los conductores de costo o de actividad.

**DEFECTO (Defect):** alteración de las condiciones de un ítem de importancia suficiente para provocar que su función normal, o razonablemente previsible, no sea satisfactoria.

**DEFECTOS LEVES DEL EQUIPO:** son tradicionalmente considerados no dañinos, porque su efecto individual en las descomposturas y defectos de calidad es mínimo. Incluye

cualquier factor que parece tener efecto en el resultado, sin importar su probabilidad. Polvo, suciedad, vibración, 1 a 2 % de abrasión caen en esta categoría por ejemplo.

**DETERIORO ACELERADO:** ocurre en un período más corto y es causado por factores humanos.

**DETERIORO NATURAL:** ocurre a pesar de todo y por causa del uso.

**DETERIORO, TASA DE (Deterioration rate):** cadencia o velocidad con la que varía el deterioro de un ítem.

**DIAGNÓSTICO (Diagnosis):** deducción de la naturaleza de un fallo basada en los síntomas detectados.

**DIRECTO DEL MANTENIMIENTO, COSTE (Maintenance cost):** gastos en mano de obra propia, materiales de repuesto, servicios contratados, parte proporcional de los costes de supervisión y medios empleados en la reparación de la avería o reparación de un ítem. También se puede definir como el coste de evitación del daño o el coste de disponibilidad.

**DISPONIBILIDAD (Availability):** capacidad de un ítem para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado período de tiempo, en unas condiciones y con un rendimiento definidos. Puede expresarse como la probabilidad de que un ítem pueda encontrarse disponible para su utilización en un determinado momento o durante un determinado período de tiempo. La disponibilidad de un ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar. Una medida práctica de la disponibilidad de un ítem como parámetro de referencia es la definida por la relación entre tiempo de operación (tiempo real de funcionamiento correcto producido) y el tiempo total que se necesita que funcione (tiempo durante el cual se hubiese querido producir).

**EFU:** Etiqueta (utilizada para apuntar defectos o fuguai)

**ELEMENTO (Element):** partes constituyentes de un componente (juntas, tornillos, álabes). Equivale al término Pieza.

**ELEMENTO DE COSTO:** precio unitario total de los recursos consumidos por una actividad. La depreciación es el precio de los equipos utilizados en una actividad.

**EMERGENCIA, MANTENIMIENTO DE (Emergency Maintenance):** mantenimiento correctivo que es necesario efectuar inmediatamente para evitar graves consecuencias.

**EQUIPO (Equipment):** unidad compleja de orden superior integrada por conjuntos, componentes y piezas, agrupados para formar un sistema funcional (intercambiador de calor, transformador eléctrico). Equivale al término máquina.

**EQUIPO DE RESERVA (Standby equipment):** calificación que, en un sistema operacional en paralelo, recibe el ítem, listo para ser utilizado, que permanece en posición de parada en espera de que se produzca la avería de otro ítem en funcionamiento.

**EROSIÓN (Erosión):** deterioro de una superficie a causa de la acción abrasiva de fluidos en movimiento.

**ESPECIFICACIÓN DE TRABAJO (Work specification):** documento que describe la forma en que debe efectuarse un determinado trabajo. Puede definir los materiales, útiles, herramientas, condiciones y equipo de seguridad.

**ESPERA, TIEMPO DE REPARACIÓN (Shortages time):** período de tiempo en el que mantenimiento no trabaja en un ítem que está fuera de servicio a causa de una avería, por razones atribuibles al propio mantenimiento (falta de personal, útiles, herramientas repuestos, desplazamientos etc.).

**ESTADO MANTENIMIENTO SEGÚN (Condition based maintenance):** Mantenimiento Preventivo basado en el conocimiento del estado de un ítem por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. Equivale al término Mantenimiento Predictivo (que es preferible).

**FACTOR DE UTILIZACIÓN (Utilization factor):** proporción entre el tiempo de operación de un ítem y su tiempo disponible.

**FALLO (Failure):** cese de la capacidad de un ítem para realizar su función específica. Equivale al término avería.

**FALLOS, TASA DE (Failure rate):** número de averías de un ítem por unidad de tiempo. Es inverso al Tiempo Medio Entre Fallos-TMEF-

**FALLOS, TIEMPO MEDIO ENTRE (MTBF, Mean Time Between Failures):** tiempo medio entre averías sucesivas de un ítem reparable. Se representa como TMFE y es inverso de la Tasa de Fallos.

**FALTA (Fault):** variación inesperada de las condiciones de un ítem que requiere una acción correctora proporcionada al grado de admisibilidad de la misma.

**FAMILIA DE PRODUCTOS:** grupo de productos o servicios que tiene una relación definida a causa de similitudes físicas o de producción.

**FIABILIDAD (Reliability):** capacidad de un ítem para efectuar su función específica en unas condiciones y con un rendimiento definidos durante un período de tiempo determinado. Puede expresarse como la probabilidad de que funcione correctamente en las condiciones operativas de diseño durante un determinado período de tiempo.

FICHA HISTÓRICA (History record): registro de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones en general que conciernen a un determinado ítem. Equivale al término historial.

FÍSICO ACTIVO (Physical asset): conjunto de ítems de carácter permanente que una empresa o entidad utiliza como medio de explotación.

FLOTA (Flete): grupo de equipos móviles de igual tipo y a los que son aplicables las mismas consideraciones sobre su mantenimiento (flota de autobuses o aviones).

FRICCIÓN (Friction): desgaste producido por rozamientos entre dos superficies.

FUGA (Leak, leakage): salida incontrolada de un gas o de un líquido de un recipiente.

FUGUAI: Defecto, error, despilfarro o pérdida en los procesos productivos

GENBUTSU: Partes o elementos actuales.

GENERAL, PARADA (Turnaround): situación de un conjunto de ítems al que se efectúan periódicamente revisiones y reparaciones concentradas y programadas en un determinado período de tiempo. Equivale al término reparación general cuando éste se refiere a una instalación o planta y tiene carácter periódico.

GENERAL, REPARACIÓN (Overhaul): revisión minuciosa y, en su caso, reparación extensa de un ítem o de una parte importante del mismo para que recupere su condición admisible de utilización. Equivale al término parada general cuando se aplica a una instalación o planta con carácter periódico.

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO (Maintenance management): actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada.

GO – ESU: Estrategia 5 S (Cinco eses).

GO – GEN: Estrategia 5 Gen.

HISTORIAL (Record): registro de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones en general que conciernen a un determinado ítem. Equivale al término ficha histórica.

HISTORIAL, FICHA (History record): registro de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones en general que conciernen a un determinado ítem. Equivale al término historial.

HOSHIN: Política, propósito estratégico empresarial o visión de compañía.

HOSHIN KANRI: Dirección por políticas. Modelo japonés del proceso de dirección

HOZEN: Mantenimiento. Cuidado y aprecio por los equipos.

**INACTIVIDAD DE OPERACIÓN, TIEMPO DE (Idle operating time):** período de tiempo en el que un ítem está disponible para desarrollar su función, pero no es utilizado por falta de mercado, huelgas falta de materias primas o energía etc.

**INDICE (Ratio):** proporción o coeficiente que establece la relación entre dos magnitudes ligadas entre sí. Equivale al término Ratio.

**INDIRECTO DEL MANTENIMIENTO, COSTE (Damage cost):** gastos derivados de la pérdida en producción, rendimiento y calidad, y de los daños a la seguridad y medio ambiente ocasionados por la avería de un ítem. También se puede definir como el coste de indisponibilidad.

**INFORME DE AVERÍA (Failure report):** comunicación escrita dando cuenta de la avería de un ítem.

**INFORME DE TRABAJO (Job report):** comunicación escrita dando cuenta del trabajo realizado y del estado en que queda el ítem objeto de una intervención de mantenimiento.

**INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO (Maintenance Engineering):** organismo consultivo que constituye el sistema de control de la dirección de mantenimiento para corregir y mejorar la gestión. Su misión es perfeccionar las técnicas organizativas y los métodos y procedimientos de trabajo, favoreciendo la implantación de la política de mantenimiento más adecuada y el desarrollo de nuevas ideas.

**INSPECCIÓN (Inspection):** reconocimiento crítico efectuado a un ítem, verificando su estado real por comparación con el exigido.

**INSTALACIÓN (Installation):** sistema integrado de ítems que forman una unidad funcional de producción o de servicios.

**INVENTARIO DE ACTIVO FÍSICO (Physical asset register):** relación de ítems con la especificación técnica, de construcción y de montaje de cada uno de ellos.

**INVERSIÓN (Investment):** forma de gasto consistente en el empleo de recursos financieros en la adquisición de activos físicos para su explotación, en general con fines lucrativos.

**INVESTIGACIÓN (Survey):** estudio analítico efectuado con la intención de solucionar una determinada problemática. Se basa en una revisión previa y el informe escrito debe incluir recomendaciones de actuación.

**ITEM (Item):** sistema, subsistema, instalación planta, máquina, equipo, estructura, edificio, conjunto, componente o pieza que pueda ser considerada individualmente y que admita su revisión o prueba por separado.

JISHU HOZEN: Mantenimiento Autónomo.

KAIRIO: Mejora por ruptura radical.

KAIZEN: Mejora Continua. Aplicación sistemática del Ciclo Deming.

KANRI: Concepto que significa control. Literalmente significa autoevaluación permanente.

KEIKAKU HOZEN: Mantenimiento Planificado.

KOBETSU KAISEN: Mejoras Enfocadas. Un pilar del TPM.

LIMPIEZA (Clean): eliminación o reducción de suciedad, escorias, material de desecho, herrumbre o incrustación para que un ítem trabaje en las mejores condiciones de utilización.

LÍQUIDOS PENETRANTES (Liquid penetrant): técnica de ensayos no destructivos que, en sólidos no porosos, permite detectar discontinuidades que afloran a la superficie, mediante la aplicación de un líquido que penetra en la discontinuidad.

LISTAS DE PIEZAS (Part list): relación completa de las piezas, componentes y conjuntos que forman un ítem de orden superior.

MAGNÉTICAS, PARTÍCULAS (Magnetic particle): técnica de ensayos no destructivos que en materiales ferromagnéticos permite destacar fisuras y otras discontinuidades tanto superficiales como subsuperficiales, mediante magnetización de la pieza en cuya superficie se aplica polvo o suspensión en disolvente de partículas ferromagnéticas.

MANTENIBILIDAD: facilidad con la que puede realizarse una intervención de mantenimiento. Se puede expresar como la probabilidad de que un ítem averiado pueda ponerse de nuevo en su estado operativo en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento se realiza en condiciones determinadas y se efectúa con los medios y procedimientos establecidos.

MANTENIMIENTO (Maintainability): facilidad con la que puede realizarse una intervención de Mantenimiento. Se puede expresar como la probabilidad de que un ítem averiado pueda ponerse de nuevo en su estado operativo en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento se realiza en condiciones determinadas y se efectúa con los medios y procedimientos establecidos.

MANTENIMIENTO (Maintenance): conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar, o restituir, un ítem en /a las condiciones que le permitan desarrollar su función.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas

potenciales. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo.

**MANTENIMIENTO CENTRALIZADO (Centralized maintenance):** organización de mantenimiento en la que el ámbito de actuación de cada uno de los oficios, especialidades o talleres se extiende a todo el centro de trabajo.

**MANTENIMIENTO, COSTE DIRECTO DEL (Maintenance cost):** gastos en mano de obra propia, materiales de repuesto, servicios contratados, parte proporcional de los costes de supervisión y medios empleados en la reparación de la avería o reposición de un ítem. También se puede definir como el coste de evitación del daño o el coste de disponibilidad.

**MANTENIMIENTO, COSTE INDIRECTO DEL (Damage cost):** gastos derivados de la pérdida de producción, rendimiento y calidad, y de los daños a la seguridad y medio ambiente ocasionados por la avería de un ítem. También se puede definir como el coste de indisponibilidad.

**MANTENIMIENTO DESCENTRALIZADO (Area Maintenance):** organización de mantenimiento consistente en dividir el centro de trabajo en áreas, zonas, plantas, etc, a cada una de las cuales se les asigna un determinado personal.

**MANTENIMIENTO EN MARCHA (Running maintenance):** acciones de mantenimiento que pueden efectuarse mientras el ítem está en marcha.

**MANTENIMIENTO EN OPERACIÓN (Operating maintenance):** acciones de mantenimiento que pueden efectuarse mientras el ítem está en operación.

**MANTENIMIENTO EN PARADA (Shutdown maintenance):** acciones de mantenimiento que solamente pueden realizarse cuando el ítem está parado/fuera de servicio.

**MANTENIMIENTO EN SERVICIO (Service maintenance):** acciones de mantenimiento que pueden efectuarse mientras el ítem está en servicio.

**MANTENIMIENTO NO PLANIFICADO (Unplanned maintenance):** mantenimiento efectuado sin un plan previo.

**MANTENIMIENTO PLANIFICADO (Planned maintenance):** mantenimiento organizado y efectuado con previsión y control. El mantenimiento preventivo siempre se planifica. El mantenimiento correctivo puede, o no, estar planificado

**MANTENIMIENTO POR AVERÍA (Failure maintenance):** mantenimiento efectuado a un ítem cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a condición admisible de utilización. Equivale al término mantenimiento correctivo (de preferible uso).

**MANTENIMIENTO PREDICTIVO (Predictive maintenance):** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de un ítem por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de la avería.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** el mantenimiento preventivo es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de producción o pérdida en detrimento de la función combinada con mantenimiento para controlar, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas. En otras palabras el mantenimiento preventivo es rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Es medicina preventiva para el equipo.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Preventive maintenance)**

Mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas, según intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de un ítem. Siempre se planifica.

**MANTENIMIENTO, PROGRAMA DE (Maintenance programme):** documento que define la fecha prevista de realización de determinados trabajos de mantenimiento.

**MANTENIMIENTO PROGRAMADO (Scheduled maintenance):** mantenimiento preventivo que se efectúa a intervalos predeterminados de tiempo, número de operaciones, recorrido, etc.

**MANTENIMIENTO RELACIONADO CON LAS MEJORAS:** se lleva con la intención de mejorar el equipo y reducir averías, además hace que el equipo sea más fácil de mantener. Se identifican los puntos débiles del equipo y se hacen mejoras en el diseño para eliminarlas.

**MANTENIMIENTO RUTINARIO (Routine maintenance):** mantenimiento preventivo que se efectúa a intervalos predeterminados de tiempo, número de operaciones, recorrido, etc. Equivale al término mantenimiento programado (de preferible uso).

**MANTENIMIENTO SEGÚN CONDICIÓN (Condition based maintenance):** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de un ítem por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. Equivale al término mantenimiento predictivo (que es preferible).

**MANTENIMIENTO SEGÚN ESTADO (Condition based maintenance):** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de un ítem por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. Equivale al término mantenimiento correctivo (que es preferible).

**MANTENIMIENTO SISTEMÁTICO (Systematic maintenance):** mantenimiento preventivo que se efectúa a intervalos predeterminados de tiempo, número de operaciones, recorrido, etc. Equivale al término mantenimiento programado (de preferible uso).

**MANUAL DE MANTENIMIENTO (Maintenance Manual):** recopilación de la información, datos y recomendaciones necesarias para el correcto mantenimiento de un ítem.

**MÁQUINA (Machine):** unidad compleja de orden superior integrada por conjuntos, componentes y piezas, agrupadas para formar un sistema funcional (torno, compresor). Equivale al término equipo.

**MARCHA, MANTENIMIENTO EN (Running maintenance):** acciones de mantenimiento que pueden efectuarse mientras el ítem está en marcha.

**MEDIDAS DE DESEMPEÑO:** indicadores del trabajo desarrollado y los resultados obtenidos en una actividad, proceso o unidad organizacional. Las medidas de desempeño pueden ser financieras o no financieras.

**MEJORA (Improvement):** alteración efectuada a un ítem de la que espera/obtiene un perfeccionamiento en su función.

**MODIFICACIÓN (Modification):** cambio parcial de diseño de un ítem. Equivale al término reforma.

**MUDA:** Despilfarro o pérdidas. Scrap.

**MURA:** Variación.

**MURI:** Esfuerzo.

**NIVEL DE ACTIVIDAD:** descripción de cómo una actividad es utilizada por un objeto de costo o por otra actividad.

**OBJETO DE COSTO:** cualquier unidad de trabajo como cliente, producto, servicio, contrato, proyecto, para la cual se desea una medida separada de costo.

**OPERACIÓN, MANTENIMIENTO (Operating maintenance):** acciones de mantenimiento que pueden efectuarse mientras el ítem está en operación.

**OPERACIÓN, TIEMPO DE (Operating time):** período de tiempo en el que un ítem está realizando su función.

**OPERACIÓN, TIEMPO DE INACTIVIDAD DE (Idle operating time):** período de tiempo en el que un ítem está disponible para desarrollar su función, pero no se ha utilizado por falta de mercado, huelgas, falta de materias primas o energía, horario de trabajo, etc.

**ORDEN DE TRABAJO (Work order, Job card):** instrucción escrita que define el trabajo que debe llevarse a cabo por la organización de mantenimiento.

**ORGANIGRAMA (Organigramme):** presentación gráfica de una estructura funcional.

**PARADA GENERAL (Turnaround):** situación de un conjunto de ítems al que se efectúan periódicamente revisiones y reparaciones concentradas y planificadas en un determinado período de tiempo. Equivale al término reparación general cuando éste se refiere a una instalación o planta y tiene carácter periódico.

**PARADA NO PROGRAMADA (Forced outage):** para debida a la interrupción no programada de operación de un ítem.

**PARADA PROGRAMADA (Scheduled outage):** parada debida a la interrupción programada de operación de un ítem.

**PARADA, TIEMPO DE (Outage, Stop-page, Shutdown time):** período de tiempo en que un ítem no está en operación.

**PARADA, TIEMPO DE MANTENIMIENTO EN (Shutdown maintenance time):** período de tiempo en el que se realiza el mantenimiento mientras el ítem está parado/fuera de servicio. Se compone del tiempo de ejecución y del tiempo de preparación y espera. El ítem puede estar parado/fuera de servicio por parada programada o por avería.

**PARO (Outage, Stoppage, Shutdown):** término de significado equivalente a parada/o.

**PARQUE (Park):** grupo de equipos o máquinas de igual tipo a los que son aplicables las mismas consideraciones sobre su mantenimiento (parque de maquinaria).

**PÉRDIDA:** es todo aquello que puede ser mejorado, por ejemplo si tenemos una eficacia de un 92%, existe todavía un 8% de pérdida que puede ser mejorado, en otras palabras una pérdida es una oportunidad de optimizar el proceso.

**PÉRDIDAS CRÓNICAS:** son causadas por los defectos ocultos en la maquinaria, equipo y métodos de trabajo, es una condición fundamental que sean eliminados. El término crónico se refiere al fenómeno que ocurre repetidamente en un rango de distribución.

**PÉRDIDAS ESPORÁDICAS:** lo que va más allá de este rango es referido como esporádico. Típicamente los problemas de mantenimiento se caracterizan como esporádicos, son eventos infrecuentes y eventuales que causan descomposturas y una pérdida obvia de calidad.

**PERMISO DE TRABAJO (Permit to work):** documento firmado que autoriza el acceso a un ítem, en el que se determinan las condiciones y precauciones de seguridad con las que debe realizarse un trabajo de mantenimiento. Puede incluir otro documento, a firmar cuando se finalice el trabajo, en el que se declare que el ítem queda listo y seguro para su utilización.

**PETICIÓN DE TRABAJO (Work request):** documento en que se solicita la realización de un determinado trabajo o que indica la existencia de una condición no admisible o anormal para su corrección. Equivale al término solicitud de trabajo.

**PIEZA (Piece):** partes constituyentes de un componente (juntas, tornillos, álabes). Equivale al término elemento.

**PIEZAS, LISTA DE (Part list):** relación completa de las piezas, componentes y conjuntos que forman un ítem de orden superior.

**PLAN DE MANTENIMIENTO (Maintenance Schedule):** relación detalla de las actuaciones de mantenimiento que requiere un ítem y de los intervalos con que deben efectuarse.

**PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO (Maintenance planning):** análisis y decisión previa de las actuaciones, secuencias, métodos de trabajo, materiales y repuestos, útiles y herramientas, mano de obra y tiempo necesario para la reparación de un ítem.

**PLANIFICADO, MANTENIMIENTO (Planned maintenance):** mantenimiento organizado y efectuado con previsión y control. El mantenimiento preventivo siempre se planifica. El mantenimiento correctivo puede, o no, estar planificado.

**PLANIFICADO, MANTENIMIENTO NO (Unplanned maintenance):** mantenimiento efectuado sin un plan previo.

**POLÍTICA DE MANTENIMIENTO (Maintenance Policy):** estrategia que rige las decisiones de la dirección de una organización de mantenimiento.

**PREDICTIVO, MANTENIMIENTO (Predictive maintenance):** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de un ítem por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de la avería.

**PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO:** se utiliza en el desarrollo de equipos nuevos, se intenta que el equipo sea más fiable, más fácil de cuidar, más accesible al usuario.

**PREVENTIVO, MANTENIMIENTO (Preventive maintenance):** mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas, que según

intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de un ítem. Siempre se planifica.

**PROBLEMAS INFANTILES (Teething troubles):** averías que se producen al principio del tiempo de utilización de un ítem. Este período se caracteriza por una tasa de fallos elevada que aparece precozmente debido a errores de diseño, de fabricación de utilización, de aplicación equivocada, etc.

**PROCESO:** conjunto de actividades que están conectadas para desempeñar un objetivo específico.

**PROGRAMA MEJORAMIENTO CONTINUO:** programa para eliminar el desperdicio, reducir el tiempo de respuesta, simplificar el diseño tanto de productos como de procesos, y mejorar la calidad.

**PROGRAMADA, PARADA (Schedules outage):** parada debida a la interrupción programada de operación de un ítem.

**PRUEBA (Test):** comprobación de las consecuencias ocasionadas a un ítem por una sollicitación determinada, generalmente superior a la de utilización.

**RADIO (Ratio):** proporción o coeficiente que establece la relación entre dos magnitudes ligadas entre sí. Equivale al término índice.

**RADIOGRAFÍA (Radiography):** técnica de ensayos no destructivos que utiliza la absorción de radiaciones electromagnéticas por los cuerpos para detectar defectos internos.

**RECAMBIO (Spare part):** término de significado equivalente a repuesto.

**RECURSO:** elementos humanos, físicos o tecnológicos que se utilizan en la ejecución de las actividades.

**REFORMA (Reformation):** cambio parcial diseño de un ítem. Equivale al término modificación.

**REHABILITACIÓN (Rehabilitation):** acciones efectuadas para restablecer y aumentar las prestaciones de un ítem, generalmente un edificio, incorporando la mejora y modernización del mismo. Aunque algunos o bastantes de los trabajos pueden considerarse propios de mantenimiento, su extensión e importe los sitúa generalmente fuera de las posibilidades de actuación de organización de mantenimiento.

**RENTABILIDAD (Profitability):** relación entre el beneficio obtenido y la intervención efectuada.

**REPARACIÓN (Repair):** restitución de un ítem a condición admisible de utilización mediante el arreglo o reposición de las partes dañadas, desgastadas o consumidas.

**REPARACIÓN GENERAL (Overhaul):** revisión minuciosa y, en su caso, reparación extensa de un ítem o de una parte importante del mismo para que recupere su condición admisible de utilización. Equivale al término parada general cuando se aplica a una instalación o planta con carácter periódico.

**REPARACIÓN, TIEMPO MEDIO DE (Mean Time to Repair):** tiempo medio necesario para reparar un ítem. Se representa como TMDR.

**REPOSICIÓN (Replacement):** sustitución completa de un ítem averiado por otro nuevo que puede aportar, o no, características de producción y rendimiento más elevadas.

**REPUESTO (Spare part):** pieza, componente, conjunto, equipo o máquina pertenecientes a un ítem de orden superior que sea susceptible de sustitución por rotura, desgaste o consumo.

**RESERVA, EQUIPO DE (Standby equipment):** calificación que, en un sistema operativo en paralelo, recibe el ítem, listo para ser utilizado, que permanece en situación de parada en espera de que se produzca la avería de otro ítem en funcionamiento.

**RESTAURACIÓN (Restoration):** acciones efectuadas para restablecer y, generalmente, aumentar las prestaciones de un ítem incorporando la mejora y modernización del mismo.

**RETROALIMENTACIÓN (Feedback):** sistema de información de las incidencias, defectos, averías y otras experiencias que ocurren durante el ciclo de vida de un ítem para que puedan utilizarse en futuras actuaciones relacionadas con el diseño, el rendimiento y los costes.

**REVISIÓN (Examination):** inspección complementada con pruebas para determinar el estado de real de un ítem.

**ROTURA (Breakdown):** avería que produce la no disponibilidad de un ítem.

**SEIDO:** Sincronización.

**SEIRI:** Clasificar.

**SEISO:** Limpiar.

**SEITON:** Ordenar, marcar, codificar.

**SHIKARI:** Constancia y dedicación por algo.

**SHITSUKE:** Respeto a los estándares o disciplina por mantener el orden.

**SISTEMA DE COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES:** sistema que mantiene y procesa datos operacionales y financieros sobre los recursos, actividades, objetos de costos, conductores de recursos, actividades y de costo y medidas desempeño de las actividades. El sistema asigna el costo de los recursos a las actividades y las actividades a los objetos de costo.

**TASA DE DETERIORO (Deterioration rate):** cadencia o velocidad con la que varía el deterioro de un ítem.

**TERMOGRAFÍA (Termography):** técnica de ensayos no destructivos que permite visualizar la distribución superficial de la temperatura de los cuerpos (imagen térmica), mediante una cámara que recibe el flujo de rayos infrarrojos emitido por los mismos y los transforma en señales eléctricas.

**TEROTECNOLOGÍA (Terotechno-logy):** conjunto de prácticas de dirección, financieras, técnicas y de otros tipos que se aplican a activos físicos para reducir los costes del ciclo de vida. Comprende la especificación y diseño de ítems teniendo en cuenta su fiabilidad y mantenimiento, incluyendo su construcción, montaje, instalación, puesta en operación, mantenimiento, reposición, mejoras y reformas, con retroinformación sobre diseño, rendimiento, comportamiento y costes.

**TIEMPO DE CARGA:** se refiere a la disponibilidad neta del equipo durante un período dado. En otras palabras es el tiempo total disponible para operación menos los tiempos necesarios para descanso, encuentros, etc. (inevitables).

**TIEMPO DE EJECUCIÓN (Active time):** período de tiempo en el que una o más personas, o un sistema automático, están realizando a un ítem trabajos de mantenimiento.

**TIEMPO DE INACTIVIDAD DE OPERACIÓN (Idle operating time):** período de tiempo en el que un ítem está disponible para desarrollar su función, pero no es utilizado por falta de mercado, huelga, falta de materias primas o energía, horario de trabajo, etc.

**TIEMPO DE MANTENIMIENTO EN PARADA (Shutdown maintenance time):** período de tiempo en que se realiza el mantenimiento mientras el ítem está parado/fuera de servicio. Se compone del tiempo de ejecución y del tiempo de preparación y espera. El ítem puede estar parado/fuera de servicio por parada programada o por avería.

**TIEMPO DE OPERACIÓN (Operating time):** período de tiempo en el que un ítem o equipo está realizando su función u operación. Es el tiempo de carga menos el tiempo en el que el equipo está detenido debido a descomposturas, ajustes, cambio de herramienta y otros paros.

**TIEMPO DE OPERACIÓN NETO:** es el tiempo en el que el equipo es operado estable y a constante velocidad. Al tiempo de operación se le resta el tiempo perdido por paros menores y por pérdida de velocidad.

**TIEMPO DE PARADA (Outage, Stoppage, Shut-down time):** período de tiempo en el que un ítem no está en operación.

**TIEMPO DISPONIBLE (Ut, Up-time):** período de tiempo en el que un ítem está en condición admisible de utilización, independientemente de que se utilice o no.

**TIEMPO VALUABLE DE OPERACIÓN:** es el tiempo neto de operación, menos el tiempo estimado que se requiere para retrabajar los productos defectuosos. Es el tiempo durante el cual los productos aceptables son manufacturados.

**TPM (TPM, Total Productive Maintenance):** sistema de organización del trabajo en el que parte del mantenimiento (limpiezas, engrases, aprietes, cambios de herramientas y piezas desgaste, pequeñas reparaciones y comprobaciones, inspección visual) la realiza el operador del equipo o máquina, quedando a cargo de la propia organización del mantenimiento las inspecciones, revisiones y reparaciones de mayor entidad. Es un sistema que garantiza la efectividad de los sistemas productivos (5 m) cuya meta es tener cero pérdidas a nivel de todos los departamentos con la participación de todo el personal.

**TRIBOLOGIA (Tribology):** conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas relativas al rozamiento y la lubricación.

**URGENCIA, MANTENIMIENTO DE (Urgency maintenance):** mantenimiento correctivo que es necesario efectuar inmediatamente.

**UTILIZACIÓN, COSTE DE (Cost in use):** gastos de operación, mantenimiento, mejora y modificación de un ítem.

**UTILIZACIÓN, FACTOR DE (Utilization factor):** proporción entre el tiempo de operación de un ítem y su tiempo disponible.

**VIBRACIÓN (Vibration):** movimiento oscilante respecto a una posición de referencia de las partículas de un cuerpo sólido.

**VIDA, CICLO DE (Life cycle):** tiempo durante el cual un ítem conserva su capacidad de utilización. El período abarca desde su adquisición hasta que es sustituido o es objeto de restauración/rehabilitación.

**VIDA, COSTE DEL CICLO DE (Life cycle cost):** coste total de un ítem a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de adquisición, operación, mantenimiento, mejora, modificación y retirada.

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo en su primera fase consistió en seleccionar una muestra significativa de empresas manufactureras del Área Metropolitana Manizales – Villamaría (exactamente 22), las cuales constituyen casi el 82% de las empresas medianas y grandes de la región, con el fin de realizar encuestas, entrevistas, observaciones directas a los procesos productivos, revisión a planes estratégicos y análisis de documentación e información, con el objeto de presentar un diagnóstico de sus procesos manufactureros, principalmente el de mantenimiento industrial. (investigación descriptiva y exploratoria del estado actual de las empresas, el cual entre otras cosas nunca se ha hecho en la región objeto de estudio).

La segunda fase consistió en analizar la única empresa de la región que tiene implementado el Mantenimiento Productivo Total como herramienta gerencial para sus procesos de producción. Por lo tanto, se planteó la propuesta a la empresa Meals de Colombia planta Manizales, para ingresar a sus instalaciones y efectuar un estudio de dicho modelo (TPM), el cual se encuentra en sus últimas etapas de implementación.

La tercera y última fase de este trabajo investigativo, consistió en plantear modernos enfoques administrativos a las empresas analizadas anteriormente, las cuales tienen áreas y procedimientos susceptibles de mejora, basados naturalmente, en el Mantenimiento Productivo Total; lógicamente se debe adaptar la teoría a la realidad de la naturaleza de las condiciones económicas, sociales, administrativas y tecnológicas que se presentan en las empresas de la región estudiada. Por citar un ejemplo, el TPM en su teoría propone grado de especialización superior de operarios y técnicos capaces de modificar el diseño original

de maquinas, pero para efectos prácticos, esta idea no sería la ideal en las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría, ya que especializar de ese modo a los operarios de las empresas sería muy costoso y tardaría mucho tiempo en su ejecución, por citar solo dos consecuencias. Lo que se diseñó entonces, fue una formulación de propuestas, basado en un diagnóstico inicial y en la Teoría del TPM, para que las empresas analizadas tengan herramientas gerenciales y operativas a la hora de querer implementar dicho modelo y procurar mejorar continuamente en sus procesos manufactureros, incrementando productividad, ahorrando costos de operación y generando ventaja competitiva y diferenciación en el mercado en el que se compite.

## INTRODUCCION

Hoy en día el mundo se ha globalizado, para bien o para mal esta es una realidad que las organizaciones deben tener en cuenta, a la hora de competir en los diferentes mercados. En este marco, se percibe una situación en la cual los Clientes buscan calidad, precio y servicio<sup>1</sup>; los Accionistas buscan mayor rendimiento y máxima seguridad para su inversión; el Personal pretende mejores condiciones de trabajo; la Sociedad exige cada vez con más fuerza, atención a temas de medio ambiente y el respeto por parte de las empresas de las normas de convivencia; el Estado cada vez más se concentra en la actividad fiscalizadora y recaudadora y por otro lado los Competidores ya no son solo de nuestro país sino del mundo entero, por lo tanto la competencia ya no solamente es local.

En ese orden de ideas la productividad y competitividad, son palabras claves que muchas empresas nacionales e internacionales están muy lejos de alcanzar. La búsqueda de las causas conduce al manejo de diferentes estrategias y programas de mejoramiento. Desafortunadamente las empresas optan por soluciones facilistas que dan resultados inmediatos (recorte de personal; restricción indiscriminada de gastos; disminución de las inversiones en mantenimiento, capacitación y educación; recortes en publicidad y otros), pero a largo plazo los resultados no se dan porque se cometen los mismos errores que conducen a la empresa a situaciones difíciles, tanto que normalmente llegan a desaparecer del mercado. La estructura actual de precios de la gran mayoría de empresas nacionales está estructurada sobre el supuesto de que a mayor calidad, mayor precio; son estructuras excesivamente rígidas que impiden buscar alternativas para bajar costos a lo largo de toda la cadena de valor productiva. Se ha convertido en un paradigma la transmisión de las ineficiencias del proceso al cliente, o sea, en lugar de ofrecer valor agregado que lo satisfaga, se le está cobrando por lo que hace mal la empresa en su proceso productivo.

Sin necesidad de comprometerse en costosas estrategias, se puede optar por programas de mejoramiento continuo centrados en la *eliminación de los desperdicios* en el proceso productivo. Estos desperdicios están constituidos por aquellas actividades que no agregan valor al producto y sólo aumentan los costos de producción. En la manufactura, las actividades que agregan valor son aquellas que producen una transformación física del producto. Se considera valor agregado aquello que aumenta la utilidad o satisfacción que el producto o servicio le brinda al cliente. El valor agregado también es todo aquello que reduce el costo para el cliente. Por ejemplo, el proceso de lubricación en una Planta,

---

<sup>1</sup> Tomado de: "Zenshi" escrito por Rodrigo Villamizar. Editorial norma 1995.

cuando se aplica en forma correcta, entrega un valor agregado al proceso productivo que consiste en ahorros de energía, retardo en el proceso de envejecimiento de los equipos, aumento de su período de vida útil, disminución de los tiempos de parada improductivos, bajos costos de mantenimiento, mano de obra y repuestos y aumento del número de unidades producidas durante el período de vida útil. Esta disminución en los costos de producción debe transferirse al cliente con un menor precio del producto.

El mejoramiento continuo por medio del Mantenimiento Productivo Total es una filosofía, un modo de vida que los japoneses y algunas pocas empresas occidentales han puesto en práctica para hacer mejor, cada día, lo hecho el día anterior<sup>2</sup>. No se trata de dar enormes saltos para obtener grandes cambios, por el contrario, se trata de un mejoramiento lento pero seguro, con el establecimiento de estándares que cada día se deben ir superando.

Lo anterior es un estímulo a cambiar el concepto de cómo realizar la función del mantenimiento y como ubicarlo en el contexto de las demás funciones empresariales. Todas las funciones estratégicas de la organización existen, pues aportan algo, al resultado global de la misma. Por lo tanto, la gestión de mantenimiento dentro de la empresa no puede ni debe ser la excepción y debe concebirse orientado a los negocios (Business Centred Maintenance - BCM, Anthony Kelly - Reino Unido), y orientado a los resultados (Results Oriented Maintenance - ROM, Christer Idhammar - Suecia). Todo lo anterior con el fin de buscar la competitividad y generar diferenciación ante la competencia. Para ser competitivos existen algunos factores claves que nadie discute hoy día como lo son: la Calidad y la Productividad. Estos factores se deben cumplir sin descuidar las exigencias en temas de Seguridad y Medio Ambiente, pero la calidad y la productividad, el respeto a la seguridad y al medio ambiente, no son características que vienen de la noche a la mañana, durante un día o dos, ni durante un mes o dos, se deben lograr a largo plazo y con la constancia requerida.

Realizando entonces una breve reseña histórica se puede decir que la función o la gestión del mantenimiento ha pasado de ser el “mal necesario” de la producción, para convertirse en un “factor clave” de la competitividad. En este concepto esta implícito algo que no se ha mencionado aun y que es muy importante, ya no se habla de división Producción– Mantenimiento o Procesos – Mantenimiento, para lograr competitividad se requiere un Joint Venture entre ambos tal como si fueran dos caras de la misma moneda, esto es la utilización y el cuidado de la tecnología utilizada en la manufactura de los bienes a ser transformados.

La tecnología utilizada en la manufactura se ha convertido en un factor de alto nivel, ésta lleva implícito un alto costo, el cual debe evitarse que alcance niveles aún mayores, y esto se logra cuando el costo de mantenimiento, como parte fundamental del valor agregado de una organización manufacturera, disminuye, sin dejar de garantizar la disponibilidad de los

---

<sup>2</sup> TAKEUCHI H., Quelch J. A. “Quality is more than making a good product”. Harvard Business Review, (Jul-Ago). Paginas 139- 145.

activos productivos. Para ello se hace necesario que la función de mantenimiento sea organizada, eficiente y desarrollada, garantizando de esa manera un costo competitivo para la disponibilidad de los activos productivos. Toda empresa que desee mantenerse competitiva debe, indispensablemente, dirigir y prestarle una especial atención a la gestión del mantenimiento de sus equipos. No se concibe una industria moderna sin una debida política de planificación y control del mantenimiento de la tecnología con que produce. Sencillamente porque del mantenimiento dependen: la funcionalidad, disponibilidad y conservación de su estructura productiva. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones. En la actualidad el mantenimiento está destinado a ser el pilar fundamental de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva.

Es por ello que el mantenimiento desarrolla técnicas y métodos para la detección, control y ejecución de actividades que garanticen el buen desempeño de la maquinaria. Lo anterior resulta imposible sin una eficiente estrategia y organización de esta disciplina en cada empresa. Como puede percibirse, esto también forma parte del salto cualitativo y cuantitativo que una empresa moderna debe dar.

En la organización moderna, el mantenimiento requiere un enfoque global que lo integre en el contexto empresarial con la importancia que se merece. Su rol destacado en la necesaria orientación a los negocios y resultados de la empresa es garantizado por su aporte a la competitividad a través de asegurar la confiabilidad de los equipos de la organización.

El presente trabajo investigativo toma como referencia geográfica el área metropolitana Manizales – Villamaría, donde se presenta en su primera etapa, un enfoque del estado actual de la función administrativa, productiva y de mantenimiento en las empresas estudiadas; en su segunda fase analiza la única empresa de la región y una de las pocas a nivel nacional, que cuenta con el Mantenimiento Productivo Total implementado en su gran totalidad y en la tercera y última etapa, se formulan modernos enfoques administrativos, basados en la teoría del Mantenimiento Productivo Total, a las empresas manufactureras de la región, con el fin de optimizar los procesos productivos, principalmente la función integral del Mantenimiento, alineada con el objetivo principal del negocio de la organización.

## 1. MARCO CONCEPTUAL

### 1.1. LA EVOLUCIÓN ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO

Hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor, “calidad”, como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional [1].

Esta exigencia no se debe atribuir exclusivamente a los asiáticos, ya que en 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como  $\text{Producción} = \text{Operación} + \text{Mantenimiento}$ , donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades [2]:

1. Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación;
2. Reparación, en tiempo oportuno, de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios;
3. Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación. Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”.

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a

preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación.

Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los Gerentes de Mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación, y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías.

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, creadas al final del periodo anterior y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la Administración del Mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento. Esos criterios, conocidos como Mantenimiento Predictivo o Previsivo, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento. Estas actividades ocasionaron el desmembramiento de la Administración de Mantenimiento, que pasó a tener dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el de PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los Sistemas Automatizados de Mantenimiento.

A partir de 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costos reducidos y lenguaje simple, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de una computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento.

Estas etapas evolutivas de la Administración del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y Cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Lo que muchas veces ha pasado desapercibido para los altos ejecutivos, hoy en día es bien obvio: una mala planificación y control del mantenimiento y baja confiabilidad de los equipos utilizados en el proceso manufacturero significan: bajos ingresos operativos, mayores costos de mano de obra y altos inventarios, clientes insatisfechos y productos de mala calidad

## 1.2 MARCO TEORICO

### 1.2.1 ¿Qué es el Mantenimiento?

**Definición 1:** “El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”[3].

**Definición 2:** Hoy en día se define al mantenimiento como “La función empresarial que por medio de sus actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones”[4].

**Definición 3:** Simplificando y resumiendo se podría decir que el mantenimiento hoy en día es “Asegurar que todo activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas”[5]

Dadas estas definiciones debemos plantear el objetivo de mantenimiento como algo medible, cuantificable, que exprese lo dicho en ella, dicho objetivo lo enunciaremos así: “Asegurar la competitividad de la empresa por medio de: asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con los requisitos del sistema de calidad de la empresa, cumpliendo con todas las normas de seguridad y medio ambiente, al menor costo ó máximo beneficio global”.

### 1.2.2 Mantenimiento Industrial

Función industrial consistente en un conjunto de actividades técnico administrativas de las cuales su objetivo es el seguimiento óptimo de la efectividad de los bienes de una empresa industrial, conservando la maquinaria y la herramienta en condiciones de funcionamiento que permitan alcanzar las cantidades de bienes previstos en los planes de desarrollo productivo a costos iguales a los indicados en el presupuesto de la empresa [6].

Objetivos o funciones del mantenimiento:

1) Máxima productividad:

- Reducir al mínimo los costes debidos a las paradas por averías accidentales de las máquinas que comportan pérdidas de producción .
- Aportar sugerencias de mejora productiva o de calidad a través de la experiencia en las intervenciones en las máquinas .

- Reparar con el mínimo tiempo y con la máxima durabilidad de la reparación las máquinas averiadas.
  - Rebajar los paros intempestivos de los equipos a través de los históricos, realización óptima de preventivos.
- 2) Mínimo costo:
- Realizar un aprovisionamiento de piezas de recambio de los equipos con una medida justa entre la inversión realizada para la adquisición de estos recambios y el coste que ocasiona la parada por la falta de la pieza .
  - Alargar la vida de la máquina en sus condiciones originales de calidad.
- 3) Ahorro energético:
- Asegurar el suministro de energías, electricidad ,aire comprimido ,gas.
- 4) Mínimo impacto en el medio ambiente.
- 5) Máxima seguridad e higiene:
- Asegurar la seguridad para las personas.
- 6) Aseguramiento de la calidad exigida.

### **1.2.2.1 Misión del mantenimiento.**

La misión del personal de mantenimiento es que tan pronto se dé cuenta de que un sistema, equipo o máquina haya bajado su fiabilidad, inmediatamente haga lo necesario para regresarlo a su condición normal. Si no se pierde la calidad de servicio, los trabajos pueden ser de cualquier tipo, así sea sólo el cambio de una tarjeta electrónica, o su envío al laboratorio para su arreglo; el cambio de un engrane o balero, etc.; que serán calificados como de mantenimiento preventivo, ya que al realizarlos lo que realmente se está consiguiendo es regresar el recurso a su fiabilidad óptima, permitiendo que el servicio continúe dentro de los parámetros establecidos.

### **1.2.2.2 Tipos de mantenimiento.**

- 1) Mantenimiento correctivo: Es el tipo de mantenimiento que se encarga de realizar la reparación una vez se ha producido la avería o el paro de la máquina o instalación.
- 2) Mantenimiento preventivo: Este tipo de mantenimiento consiste en la programación de la actuación en la máquina para realizar una serie de trabajos con el objetivo de rebajar las

averías o las paradas intempestivas, previenen la posible avería, inspeccionando visualmente, midiendo temperaturas, controlando la lubricación, controlando fisuras y corrosiones.

3) Mantenimiento predictivo: Consiste en predecir es decir en adelantarse a la posible avería antes de que se produzca, esto se consigue con un análisis de las características de la máquina a mantener y la lectura periódica de algunos parámetros como por ejemplo las vibraciones, el análisis de estos datos indicara la degradación del elemento mecánico, por ejemplo del rodamiento, los datos indicaran cual es el momento idóneo para realizar la sustitución de este antes de que se produzca la rotura.

4) Mantenimiento integrado o productivo (TPM): Consiste en un concepto más amplio del mantenimiento e involucra a todos los departamentos que intervienen en la producción o fabricación en el mismo, desde el nivel más básico del mantenimiento .

### **1.2.3 Modelo conceptual del Mantenimiento Productivo Total. (TPM)**

El TPM es un modelo completo de dirección y administración industrial. No se trata de acciones simples de limpieza, gestionar automáticamente la información de mantenimiento o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El TPM es una estructura de administración industrial que involucra sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano[7].

Presentar el TPM en forma sintética, pero completa no es una tarea fácil, ya que del modelo japonés y el material escrito por estos expertos no emerge una visión global. La visión global del TPM que hemos considerado está representado en el siguiente esquema:

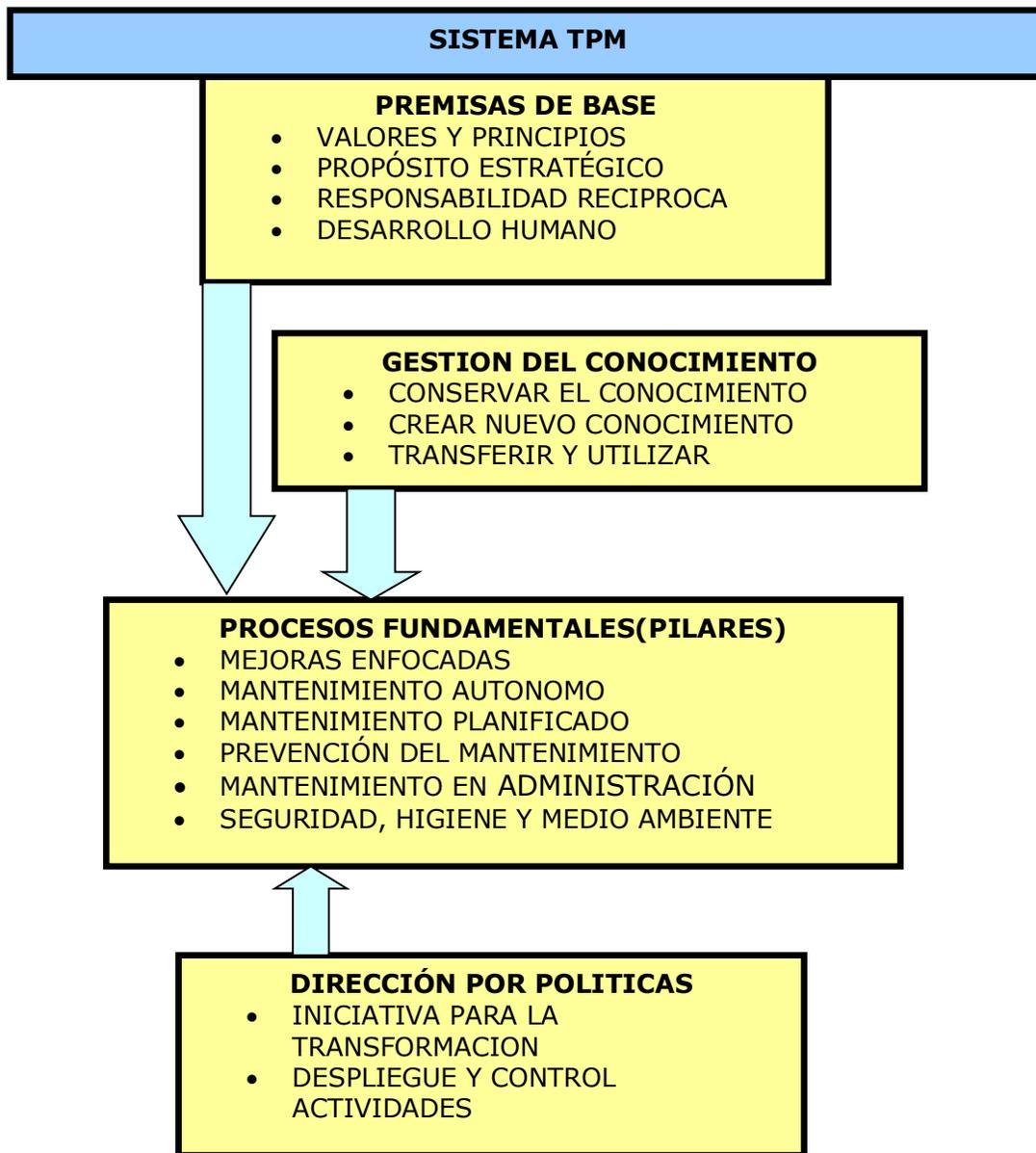


Figura 1. Modelo general del TPM. Fuente: [www.tpmonline.com](http://www.tpmonline.com)

Este modelo incluye los siguientes cuatro subsistemas.

**1. Premisas de base:** Las premisas de base son los cimientos organizativos sobre los que se construye el sistema TPM y otras estrategias de transformación TQC, JIT, Mass Customization, Lean Management Systems, Agile Manufacturing y otros.

**2. Gestión del conocimiento:** Hace referencia al proceso necesario para crear una fábrica inteligente en donde el aprendizaje permanente y el empleo del conocimiento sea el centro de la cultura de la organización y fuente de capacidades competitivas de la empresa.

**3. Procesos fundamentales o "pilares":** Los procesos fundamentales del TPM constituyen las actividades operativas que se deben realizar para lograr las mejoras esperadas. Estos procesos se deben desarrollar en forma ordenada, siguiendo una metodología que asegure el logro de beneficios. Es en este punto donde el Instituto Japonés de Plantas Industriales (JIPM) ha trabajado durante décadas para perfeccionar el modelo de implantación. Las características fundamentales de la metodología JIPM es la utilización de pasos muy bien estudiados y el proceso de evaluación empleado para certificar la aplicación correcta de cada paso.

**4. Dirección por Políticas:** Debe ser el motivo que impulsa el desarrollo del TPM. Se trata de un sistema de management que involucra a toda la organización a pensar y actuar en la dirección del propósito estratégico trazado por la alta dirección de la compañía.

### 1.2.3.1 Premisas de Base

Las premisas de base son los cimientos sobre los que se debe construir el sistema TPM. Estos incluyen los siguientes tres elementos:

#### 1. Los valores y principios

Son aquellas creencias profundas que el individuo considera importante. La palabra valor se deriva del latín "valere", "ser fuerte, vigoroso, potente", es todo aquello que es digno de mérito y respeto. Los valores son permanentes y moldean los sentimientos, conducta y comportamiento de la persona. Estos valores determinan las prioridades con las que la empresa decide sus acciones .

Los valores en los que se apoya el TPM son:

- Respeto por el individuo
- Respeto por el medio ambiente de trabajo
- Aprecio por los recursos disponibles de la empresa

#### 2. Propósito estratégico

Son ambiciones a las que aspira la organización. Proviene de la palabra latina "proponere" "declarar". Los expertos Prahalad y Hamel<sup>3</sup> consideran que "el propósito estratégico tiene presente la visión de como debe ser la posición de liderazgo deseada de la empresa y establece criterios que la organización utilizará para establecer el camino y las pautas de su progreso". El propósito estratégico es un reto que la dirección promueve dentro de la

---

<sup>3</sup> Tomado de Journal of Quality in Maintenance Engineering. PUB: MIT University press. (Quarterly, EEUU)

organización para generar espíritu de "esfuerzo" dirigido. El propósito estratégico es más que una ambición, numerosas compañías poseen un propósito estratégico ambicioso y sin embargo no alcanzan sus objetivos. Este concepto debe abarcar también un proceso activo de dirección que:

- Centre su atención de la empresa en la idea profunda del triunfo; motivar al personal mediante la comunicación del valor del objetivo; dejar espacio para las aportaciones individuales y de equipos; mantener entusiasmo proporcionando nuevas definiciones operativas a medida que cambian las circunstancias
- Debe ser estable a lo largo del tiempo. El propósito estratégico debe brindar coherencia a las acciones a corto plazo.
- El propósito estratégico fija unos objetivos que merecen el esfuerzo y el compromiso del personal. Se trata de crear una fuerza interna que permita lograr coherencia de todas las actividades que se desarrollan en la empresa.
- Crear una sensación de urgencia. Esto muestra al interior de la organización la necesidad de crear un ambiente de mejora y proporcionar a los empleados la capacidad y conocimiento necesario para que puedan trabajar eficazmente.

### **3. Responsabilidad recíproca**

El reto de mejorar la organización debe comprometer a los empleados "intelectual y emocionalmente" en el desarrollo e innovación de su capacidad profesional. El reto de mejorar la empresa y el sistema productivo solamente se arraigará, si la dirección de la empresa y los trabajadores de los diferentes niveles sienten una responsabilidad recíproca por la competitividad. Responsabilidad recíproca significa esfuerzo compartido y crecimiento compartido. Tanto la dirección como los trabajadores deben comprometerse para transformar la organización en forma recíproca, por que, en definitiva, la competitividad depende del ritmo al que la empresa incorpora nuevas ventajas dentro de la organización, no de sus ventajas en un momento dado.

#### **1.2.3.2 Gestión de Conocimiento en Mantenimiento**

La gestión del conocimiento pretende que la empresa desarrolle una alta capacidad de adaptación y de institucionalizar el cambio. Hace que la empresa descubra o identifique sus fuerzas o capacidades internas para desarrollarlas a medida que las condiciones del entorno cambian. Recientemente las organizaciones industriales y de servicios se han venido preocupando por el proceso de creación, conservación, distribución y utilización del conocimiento como una forma de lograr transformaciones efectivas y fortalecer sus posiciones en mercados cada vez más complejos. En el actual ambiente dinámico, los movimientos tecnológicos, políticos y cambios en las condiciones de mercados generan

condiciones de incertidumbre. Dentro de este escenario, numerosas empresas están construyendo capacidades de aprendizaje y creación de conocimiento en toda la empresa. El TPM se apoya fuertemente en el proceso de aprendizaje dentro de las fábricas. Cada uno de los procesos fundamentales cuenta con mecanismos para conservar el conocimiento y de aprendizaje. Las etapas básicas del TPM se apoyan en el registro y conservación de la experiencia adquirida por los trabajadores en el cuidado y conservación de los equipos. Cada reparación e inspección de un equipo se constituye en un proceso de generación de conocimiento. Sin embargo, es frecuente en las empresas industriales observar que este conocimiento se pierde por la falta de registros de información. Dos de los principales medios empleados por el TPM para la conservación y generación de conocimiento son:

### **1. Aprendizaje a través del análisis y solución de averías.**

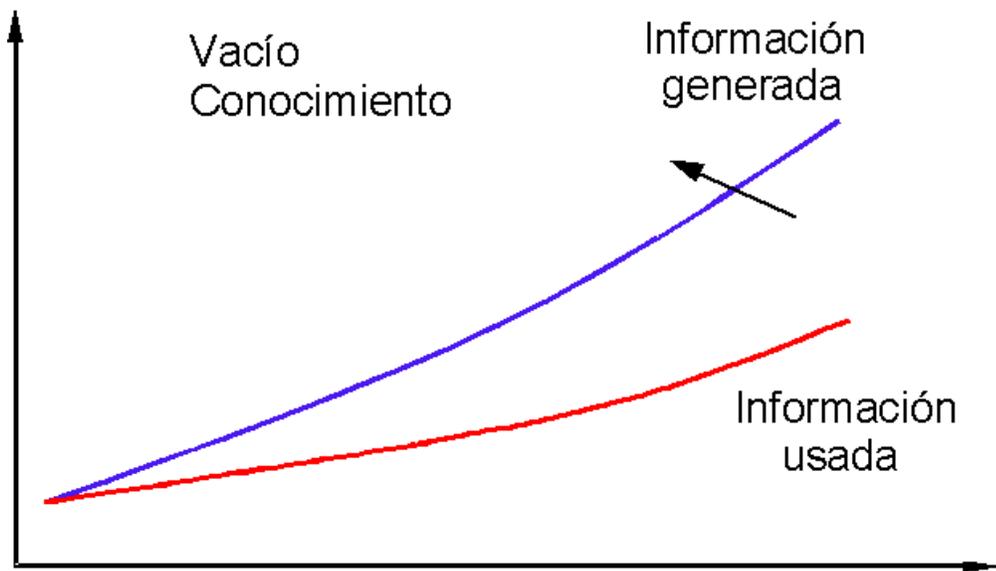
El aprendizaje empieza con individuos a los que se les ha concedido poder para identificar y resolver problemas independientemente ya que estos poseen un claro sentido de los objetivos de la fábrica.

### **2. Compartir el conocimiento a través de lecciones sobre un punto o "One Point Lesson".**

Esta clase de procedimientos se emplea para recoger el conocimiento generado en la empresa en cada una de las actividades cotidianas. se trata que cada empleado "tenga algo que enseñar a sus compañeros". El JIPM ofrece una metodología muy desarrollada sobre la forma de realizar este tipo de lecciones, estrategias de utilización en cada pilar TPM y medios de motivación para que el trabajador participe activamente en su realización.

#### **1.2.3.2.1 Empleo del Conocimiento en Mantenimiento**

El conocimiento en mantenimiento debe ser la próxima frontera o desafío de los Altos ejecutivos, gerentes de operación y directores de mantenimiento en las empresas. Debido al avance en la tecnología de los equipos, las empresas requieren un mayor nivel de formación del personal técnico y directivo, tal como lo ilustra la siguiente figura:



**Figura 2. Utilización del conocimiento en la Administración del Mantenimiento. Fuente: “Mantenimiento Industrial”. Louvres Tabares. 2001**

El vacío de conocimiento que existe en la función de mantenimiento se debe principalmente a las siguientes causas:

- No existe una fuerte cultura de escribir y conservar el conocimiento.
- No se ha apreciado que una avería puede ser una fuente de conocimiento y que se debe capitalizar esta experiencia mediante el registro de causas, fenómenos y acciones tomadas.
- No se emplea la información para obtener conocimiento. Las estadísticas no son entendidas como herramientas de diagnóstico. Prevalece la experiencia y la habilidad técnica.
- La dirección de la empresa no le da la importancia y no estimula el trabajo con datos.
- Las técnicas de fiabilidad y mantenibilidad pueden tener algún grado de dificultad para el profesional de mantenimiento con poca práctica en estadística industrial.

Estos problemas deben ser resueltos por los responsables de mantenimiento y en la mayoría de los casos se requiere una sensibilización sobre la necesidad de trabajar con datos y al importancia de estos.

### **1.2.3.3. Procesos Fundamentales (Pilares)**

#### **1.2.3.3.1 ¿Qué son los "pilares" del TPM ?**

Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas Industriales como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son [8]:

#### **1. Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen**

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las dieciséis (16) pérdidas existentes en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso Kaizen o de mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica actualmente.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA ( Planificad-Hacer-Verificar-Actuar).

#### **2. Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen**

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo y averías. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

La visión moderna del mantenimiento busca que exista un compromiso compartido entre las diferentes funciones industriales para la mejora de la productividad de la planta. En la medida en que se incorpora nueva tecnología en la construcción de los equipos productivos, los operarios de estos equipos deben tener un nivel técnico mayor, ya que deben conocer en profundidad su funcionamiento y colaborar en su mantenimiento. Son numerosas tareas que pueden realizarlas el operario, como limpiar, lubricar cuidar los aprietes, purgar las unidades neumáticas, verificar el estado de tensión de cadenas, observar el buen estado de sensores y

fotocélulas, mantener el sitio de trabajo libre de elementos innecesarios, etc. Con esta contribución, el personal de mantenimiento podrá dedicar un mayor tiempo a mejorar las rutinas del mantenimiento preventivo y realizar verdaderos estudios de ingeniería de mantenimiento para mejorar el funcionamiento del equipo.

En estas circunstancias el Mantenimiento Autónomo es un pilar del TPM urgente de implantar en esta clase de empresas para transformar radicalmente la forma de actuar de las funciones industriales. Cada persona debe contribuir a la realización del mantenimiento del equipo que opera. Las actividades de mantenimiento liviano o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción. El Mantenimiento Autónomo permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios. El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como consecuencia la eliminación de esfuerzos innecesarios por parte del operario, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El Mantenimiento Autónomo estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que ellos comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y estos deben hacer un esfuerzo para su conservación.

El contenido humano del Mantenimiento Autónomo lo convierte en una estrategia poderosa de transformación continua de empresa. Sirve para adaptar permanentemente a la organización hacia las nuevas exigencias del mercado y para crear capacidades competitivas centradas en el conocimiento que las personas poseen sobre su procesos. Otro aspecto a destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso de las normas y procedimientos.

Cuando se realizan actividades de Mantenimiento Autónomo el operario en un principio buscará dejar limpio el equipo y en orden. En un segundo nivel de pensamiento, el operario se preocupa no solamente por mantenerlo limpio, sino que tratará en identificar las causas de la suciedad, ya que esto implica un trabajo en algunas veces tedioso y que en lo posible se debe evitar identificando la causa profunda del polvo, contaminación o suciedad. De esta forma el trabajador podrá contribuir en la identificación de las causas de la suciedad y el mal estado del equipo. Cuando el operario "toca" el equipo podrá identificar otra clase de anomalías como tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante y tuberías taponadas. La limpieza como inspección se debe desarrollar siguiendo estándares de seguridad y empleando los medios adecuados previamente definidos, ya que de lo contrario, se pueden producir accidentes y pérdidas de tiempo innecesarias.

El desarrollo del Mantenimiento Autónomo sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo.

Las etapas sugeridas por los líderes del Instituto Japonés de mantenimiento de Plantas Industriales (JIPM), para aplicar el Mantenimiento Autónomo se muestran en la figura siguiente:

**Tabla 1. Pasos del Mantenimiento Autónomo. Fuente: Tomado de JIPM.**

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

La implementación del Mantenimiento Autónomo en pasos ha sido diseñada por el JIPM para cumplir propósitos específicos en la mejora industrial. Los propósitos previstos son:

Vale la pena recordar que en la etapa de Limpieza e Inspección de este pilar, se debe considerar las cinco S's, las cuales son principios para trabajar en un lugar digno y seguro donde trabajar. Estos principios son:

1. Clasificar. (Seiri)
2. Orden. (Seiton)
3. Limpieza. (Seiso)
4. Limpieza Estandarizada. (Seiketsu)
5. Disciplina. (Shitsuke)

Las cinco "S" son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las 5S sean características exclusivas de la cultura japonesa. Todos los no japoneses practican las cinco "S" en la vida personal y en numerosas oportunidades, ni se nota. Se practica el Seiri y Seiton cuando se mantiene en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas y llaves.

### **3. Mantenimiento planificado o progresivo**

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades. El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. Algunas empresas utilizan el nombre de Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Programado. El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

El TPM posee una mayor óptica o visión de los proceso de gestión preventiva de equipos. El TPM utiliza tres grandes estrategias:

1. Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
2. Actividades Kaizen orientadas a mejorar las características de los equipos o "Mantenimiento por Mejora" y Kaizen para eliminar acciones de mantenimiento.
3. Actividades Kaizen para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Si se comparan las dos estrategias anteriores sugeridas dentro del TPM con las prácticas habituales de mantenimiento planificado, observamos que existe una diferencia significativa en cuanto al alcance de sus actividades.

- Utilización de información para el establecimiento de mejores tiempos de mantenimiento preventivo.
- Implantar acciones Kaizen para practicar Mantenimiento por Mejora.
- Implantar acciones de prevención de mantenimiento.
- Implantar acciones para mejorar la competencia técnica de la función de mantenimiento.
- Desarrollo de conceptos Kaizen en los aspectos relacionados con los métodos de trabajo y gestión de mantenimiento.
- Participación integral de todo el personal relacionado con las operaciones de la empresa en las acciones de mantenimiento.

Seguramente que las anteriores estrategias sugeridas por TPM se constituyen en los mejores aportes al desarrollo del mantenimiento planificado. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo de una organización, el TPM ha marcado una diferencia conceptual al lograr justificar y proponer acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre los departamentos de producción y mantenimiento en cuanto al principio de responsabilidad por el cuidado y conservación de los equipos. Haber logrado involucrar todas las áreas de una fábrica para alcanzar los objetivos de productividad global, ha sido el mayor éxito de la práctica del TPM.

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas Industriales (JIPM) sugiere realizar dos actividades previas antes de iniciar un programa de mantenimiento planificado en un equipo para que este sea económico y eficaz.

Estas actividades son:

### **Etapas 1. Hacer "predecible" el MTBF**

#### **Propósitos**

- Reducir la variabilidad de los intervalos de fallo.
- Eliminar deterioro acumulado.
- Hacer más predecible los tiempos potenciales en que se pueden presentar los fallos.

#### **Acciones**

- Desarrollar los pasos uno y dos de Mantenimiento Autónomo.

- Eliminar errores de operación, negligencias y limitaciones del personal.
- Mantener condiciones básicas de operación.

En esta etapa se pretende eliminar en forma radical el deterioro acumulado que posee el equipo y que interviene como causa en la pérdida de estabilidad del MTBF. Un plan de mantenimiento realizado sobre un equipo que no cuente con un MTBF estable, es poco económico y poco efectivo para prevenir los problemas de fallos. Con las acciones de esta etapa se busca que la fluctuación del MTBF sea en lo posible (teóricamente) debida al desgaste natural de los componentes del equipo. Al ser estable el MTBF el comportamiento de los fallos será predecible y el tiempo asumido para la intervención planificada del equipo será la más próxima al comportamiento real futuro.

## **Etapa 2. Incrementar el MTBF**

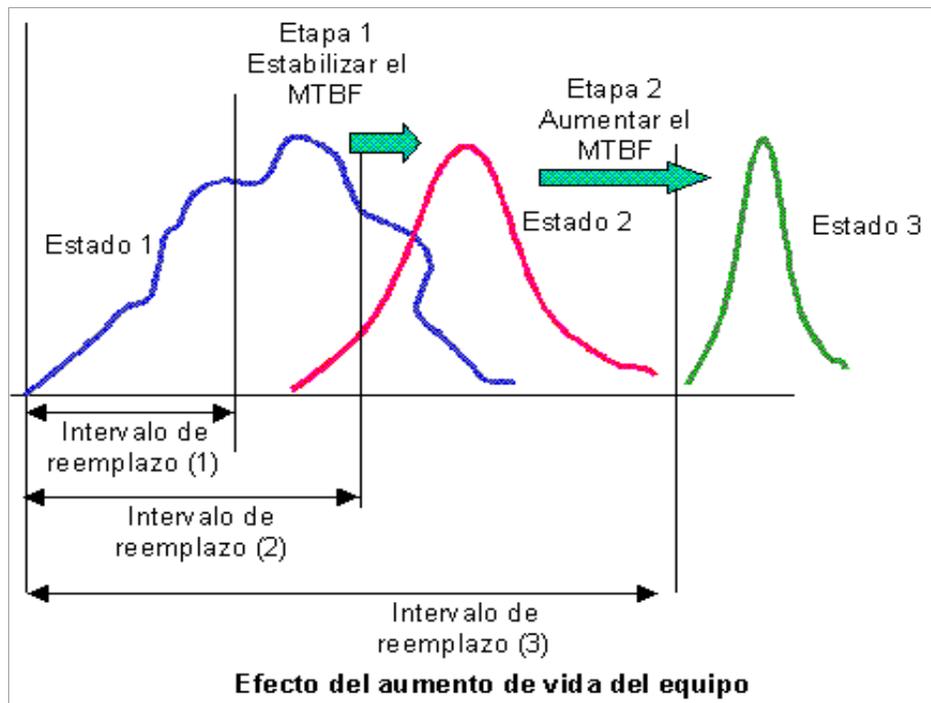
En esta etapa de búsqueda de eliminación de fallos en equipos, se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado ya sea por causas debidas a mala operación del equipo, debilidades del diseño original de este, o mala conservación.

### **Propósito**

- Aumentar la expectativa de duración del equipo.
- Eliminar fallos esporádicos.
- Restaurar deterioro de apariencia o externo.

### **Acciones**

- Eliminar los fallos debidos a debilidades de diseño del equipo. Realización de proyectos Kaizen para la mejora de materiales, construcción y puesta en marcha del equipo. Eliminar posibilidades de sobre carga de equipos mejorando los estándares en caso de no poderse mejorar el equipo para que pueda aceptar las nuevas exigencias.
- Eliminar fallos por accidentes. Es necesario realizar el entrenamiento necesario para reparar adecuadamente el equipo, realizar proyectos Kaizen sobre métodos de intervención. Estandarizar métodos de operación e instalación de dispositivos a prueba de errores que eviten accidentes.
- Restaurar el deterioro. Inspección del estado general del equipo, deterioros que se pueden observar con inspecciones visuales. Aplicar los dos pasos iniciales de Mantenimiento Autónomo.

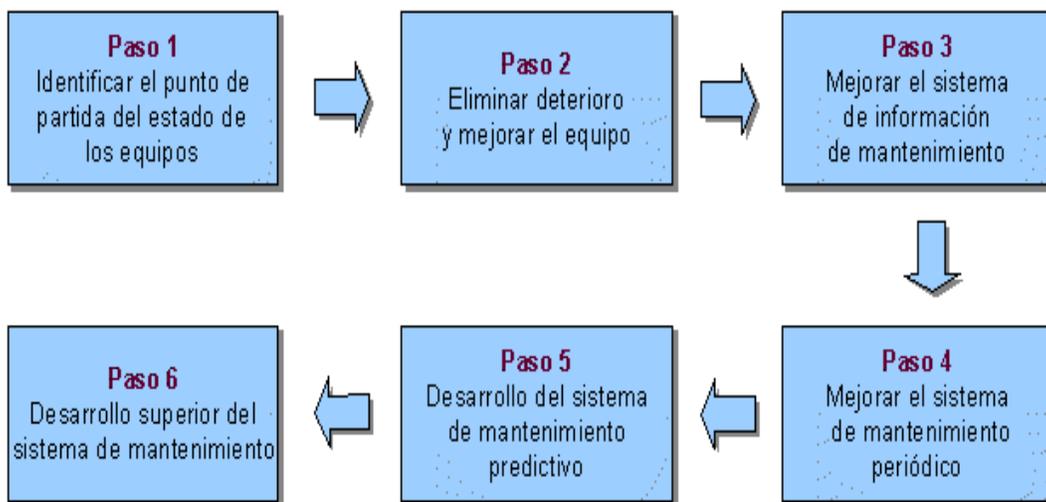


**Figura 3. Las dos etapas previas del mantenimiento progresivo.**

**Fuente: [www.tpmonline.com](http://www.tpmonline.com)**

Las anteriores dos etapas, tal como se ilustra en la Figura 3, se deben considerar como parte de las acciones de un mantenimiento preventivo efectivo. Los expertos en Administración del Mantenimiento comentan: "Cuando el mantenimiento periódico se realiza antes de que la duración de la vida del equipo sea estable, los costes de mantenimiento son mayores y el proceso no es eficaz".

El pilar Mantenimiento Planificado sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos. La visión general de estos pasos se muestra en el siguiente gráfico.



**Figura 4. Pasos para la implementación del mantenimiento planificado.**

**Fuente: [www. tpmonline.com](http://www.tpmonline.com)**

Para el desarrollo de estos seis pasos, la organización empezando desde la alta gerencia y terminando en el departamento de mantenimiento, deben realizar inspecciones periódicas y una suficiente capacitación del personal técnico en la consecución de habilidades técnicas, operativas, estadísticas y administrativas.

#### **4. Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen**

Esta clase de mantenimiento 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 en el entorno industrial 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 mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

#### **5. Prevención de 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 costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento

se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

## **6. Mantenimiento en áreas administrativas**

Esta clase de actividades no involucra el 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 los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un *proceso productivo de información* [9].

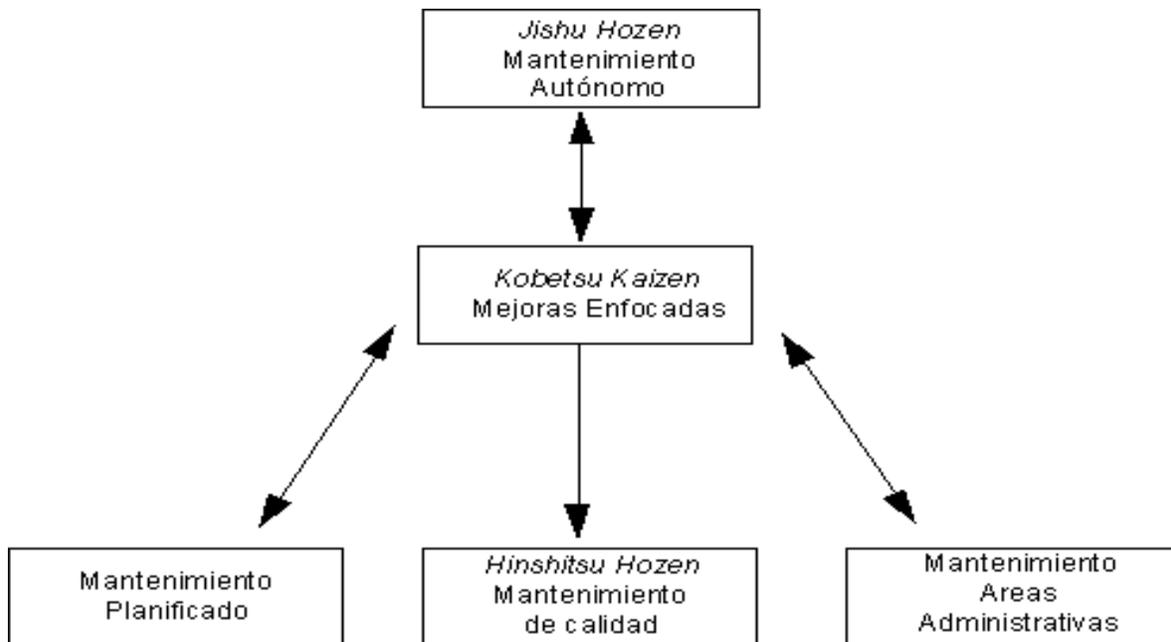
## **7. Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.**

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 en el trabajo diario durante un tiempo[10]. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- a. Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- b. Comprender el funcionamiento de los equipos.
- c. Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- d. Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- e. Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- f. Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

### **1.2.3.4. Relación entre pilares**

Los procesos fundamentales o "pilares" del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y esta dependerá del grado de desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento en relación a cada uno de los procesos fundamentales. La siguiente figura ilustra como se consigue la relación entre los pilares antes mencionados.



**Figura 5. Relación entre pilares del TPM.**  
**Fuente: [www.maintenanceresources.com](http://www.maintenanceresources.com)**

Por ejemplo, una cierta empresa proveedora del sector eléctrico ha decidido iniciar sus implementaciones de TPM a través del Mantenimiento de Calidad, ya que la planta es nueva y la tecnología que posee es muy moderna. Los equipos se han comprado recientemente, por lo tanto el grado de deterioro acumulado no es un problema en esta planta.

Una planta antigua deberá iniciar su implementación de TPM implantando el pilar Mejoras Enfocadas y la implementación del Mantenimiento Autónomo podrá contribuir también a mejorar el estado del equipo de la planta.

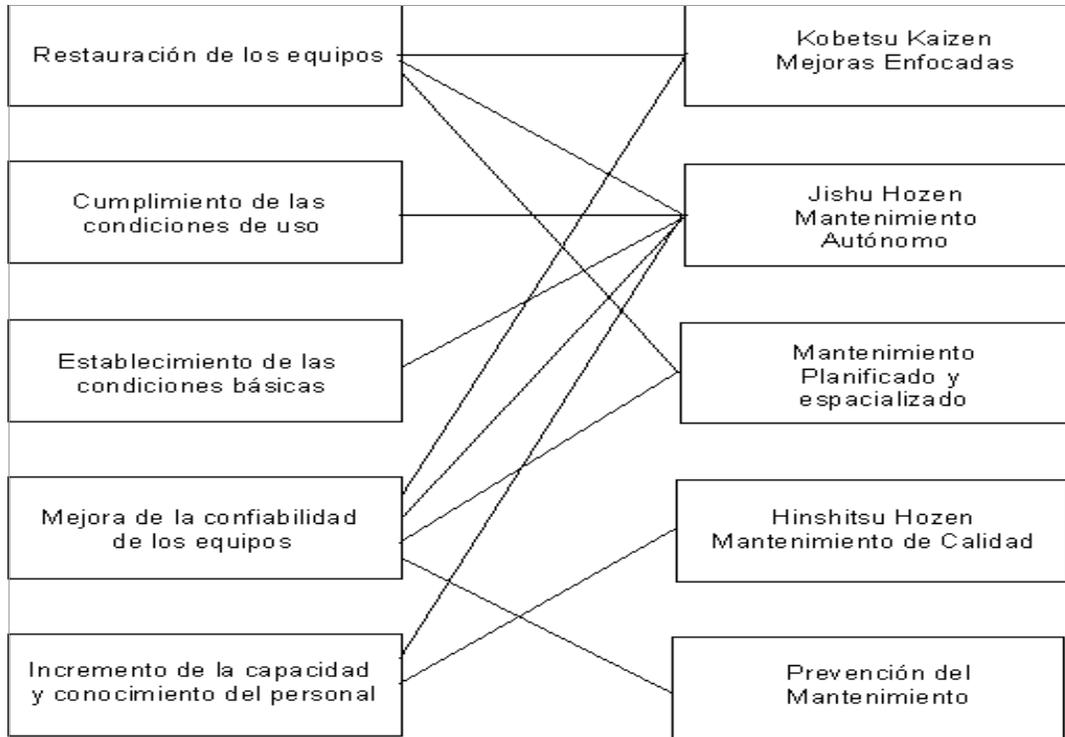
En otras compañías donde se produce suciedad y polvo, será útil iniciar las actividades de implementación de TPM a través del Mantenimiento Autónomo. Sin embargo, la experiencia indica que es necesario diseñar un **Plan Maestro** donde se combinen cada uno de los procesos fundamentales, ya que estos entre sí se apoyan y los resultados serán superiores.

Es necesario tener en cuenta que cada proceso fundamental posee una serie de pasos los cuales se pueden combinar para la implementación del TPM en la empresa. Por ejemplo, en una compañía de comestibles en su etapa inicial de TPM ha combinado las tres primeras etapas del Mantenimiento Autónomo con un fuerte trabajo en Mejoras Enfocadas. Para el futuro ha previsto continuar sus actividades de mantenimiento con un plan de mejora del mantenimiento preventivo.

Es necesario recordar que las Mejoras Enfocadas no solo se orientan a la implementación de problemas de equipo. Estas tienen que ver con la implementación de toda clase de pérdidas

que afectan la Productividad Total Efectiva de los Equipos (PTEE) y Efectividad Global de Equipo (EGE), por lo tanto, este es un proceso prioritario en el inicio de las implementaciones del TPM. La siguiente grafica ilustra la relación existente entre las posibles funciones de cada pilar o proceso del TPM y la manera como se pueden relacionar con otros.

INCLUDEPICTURE "http://www.ceroaverias.com/proces1.gif" \\*  
 MERGEFORMATINET



**Figura 6. Relación entre las funciones de cada pilar.**  
**Fuente: [www.mantenimientoindustrial.com](http://www.mantenimientoindustrial.com)**

### 1.2.3.5. Dirección por Políticas

Se puede pensar que la Dirección por Políticas (DPP) es un sistema de Administración que permite formular, desarrollar y ejecutar los planes de la empresa con la participación de todos los integrantes de la organización. La DPP se emplea para asegurar el crecimiento a largo plazo, prevenir la recurrencia de situaciones no deseadas en la planificación y de problemas de ejecución.

La DPP se realiza en ciclos anuales y busca alcanzar las grandes mejoras aplicando las ideas y técnicas de control de calidad en el proceso de gestión de la empresa. En igual forma como en un proceso industrial se realizan actividades de "control de proceso", la DPP realiza actividades de control de calidad en el proceso directivo, asegurando la mínima variabilidad

en el logro de los resultados de todas las personas integrantes de la organización [11]. La DPP permite coordinar las actividades de cada persona y equipo humano para el logro de los objetivos en forma efectiva, en igual forma como un director de una orquesta sinfónica logra la coordinación de todos los artistas para que la melodía sea perfecta para el auditorio.

Este sistema de dirección permite organizar y dirigir la totalidad de actividades que promueve el TPM. Los aspectos clave de este sistema de dirección son:

1. Un proceso de planificación e implantación que se puede mejorar continuamente empleando el Ciclo Deming PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).
2. Se orienta a aquellos sistemas que deben ser mejorados para el logro de los objetivos estratégicos. Por ejemplo, la eliminación sistemática de todo tipo de despilfarros que se presentan en el proceso productivo.
3. Participación y coordinación de todos los niveles y departamentos en la planificación, desarrollo y despliegue de los objetivos anuales y sus medios para alcanzarlos.
4. Planificación y ejecución fundamentada en hechos.
5. Formulación de metas y planes en cascada a través de toda la organización apoyándose en las verdaderas capacidades de la organización. Este sistema de compromiso funcional le da fuerza y vitalidad a procesos TPM fundamentados en la mejora continua.

El proceso de Dirección por Políticas (DPP) cubre un amplio espectro de actividades: desde la identificación de las acciones más adecuadas que se deben realizar en la empresa, hasta las formas de asegurar que esas actividades son efectivamente implantadas. Se puede asumir que la DPP es la infraestructura que asegura que las actividades clave son realizadas correctamente y en el momento correcto. La DPP es el sistema de dirección que toma los objetivos estratégicos de la compañía y los traduce en actividades concretas que son ejecutadas en los diferentes niveles y áreas de la empresa [12]. Es el puente entre el establecimiento de propósitos y objetivos estratégicos y la acción diaria para su logro. La DPP es el motor que impulsa todo proyecto de transformación continua de una organización. Se cree que un proyecto TPM sin el motor de la DPP no se desarrollará con éxito.

## 2. ANTECEDENTES

Las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría se han caracterizado por ser compañías familiares donde los dueños o accionistas mayoritarios son los miembros de familias de tradición empresarial, dentro de este grupo se concentra más del 70 % de las empresas de la región, vale la pena citar a Súper de Alimentos, Casa Luker, Manufacturas de Aluminio, Induma S.A, Riduco S.A, por solo citar unas pocas como principales exponentes de este grupo. De otro lado se encuentran aquellas empresas que reciben influencia de multinacionales, tales como Varta S.A, MABE Colombia, Meals de Colombia, y otras tienen el apoyo estatal o departamental, como lo es la Industria Licorera de Caldas. En esta realidad empresarial, es donde se pretende con el presente estudio investigativo, identificar oportunidades de mejoramiento desde el punto de vista productivo especialmente la Gestión de Mantenimiento Industrial (para la región es primera vez que se desarrolla un estudio de tal magnitud), el cual se encuentra bastante relegado a funciones secundarias y no está jugando el rol protagónico que se merece. Este mejoramiento productivo, se detecta con un diagnóstico de una muestra significativa de empresas de la región, donde se estudian parámetros que detectarán fortalezas y debilidades de las principales características de la Administración del Mantenimiento. Luego se tomará como empresa referente a Meals de Colombia, multinacional con presencia en la región manufacturera estudiada, la cual cuenta con el Mantenimiento Productivo Total implementado en su gran mayoría. Por último, el trabajo investigativo permite la formulación de propuestas basados en características en común para las empresas, detectadas en el diagnóstico inicial y tomando como referencia postulados del Mantenimiento Productivo Total.

Analizando la situación real del área Metropolitana Manizales – Villamaría, en el Seminario de Plantas Industriales año 2000, Universidad Autónoma de Manizales, revisando en todas las universidades de la región, tales como, Universidad Nacional, Universidad de Caldas, Universidad Católica, Universidad Autónoma, Universidad de Manizales y Universidad Antonio Nariño y estudiando este tema de investigación con el Dr. Germán Aguirre (Presidente de la ANDI para Caldas), se llegó a la conclusión que no existe ningún trabajo investigativo acerca del tema de Gestión de Mantenimiento basados en el Mantenimiento productivo Total para la región estudiada y tampoco se ha realizado diagnóstico alguno que permita confrontar la realidad gerencial con realidad al mantenimiento industrial de las empresas manufactureras de esta región.

Por todo lo anterior, el presente tema investigativo, sería el primer trabajo de investigación en el área de Gestión de Mantenimiento o Administración del Mantenimiento dentro de las organizaciones manufactureras de la región objeto de estudio. Además, representaría una gran utilidad para las empresas de la región, ya que los métodos y las propuestas resultantes de esta investigación les servirá como pauta para incrementar su ventaja competitiva, elevar los rangos de productividad y mejorar el posicionamiento de mercado de los productos de la región con altísima calidad. El mejoramiento de la competitividad de los sectores productivos del país o de la región estudiada, es la clave para acelerar las tasas de crecimiento económico; la Gestión de mantenimiento Industrial, el Dominio del Conocimiento Científico y la capacidad de convertirlo en Industria, surgen como determinantes fundamentales de la competitividad en este tiempo tan influenciado por mercados abiertos y globalizados.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La función del mantenimiento tradicional en la mayoría de las empresas del área metropolitana Manizales – Villamaría se ha caracterizado por funciones de tipo correctivo, baja planificación y control, falta de alineación del mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa, capacitación técnica reducida y la obsolescencia tecnológica marcada (Experiencias tomadas del Seminario de Plantas Industriales. Universidad Autónoma de Manizales. Septiembre de 2000, las cuales se demostrarán con este trabajo de investigación.). Usualmente en la cultura organizacional de carácter regional, no se concibe el mantenimiento industrial como función de planificación estratégica, la cual, involucra desde la alta directiva de una organización hasta el último nivel jerárquico de la misma. En numerosas empresas de la región es muy marcada la separación existente entre el personal de mantenimiento con el de producción, calidad, ventas y mercadeo. Estos hechos implican baja productividad en el proceso manufacturero, pérdida de tiempo efectivo, mala calidad de productos, incumplimientos en los pedidos, pérdida de posicionamiento de mercado y dificulta el acceso a mercados más exigentes, entre otros.

#### **4. ALCANCES**

El presente estudio investigativo pretende llegar a proponer un punto de partida para todas las empresas manufactureras de la región Manizales – Villamaría, las cuales quieran optimizar la función del mantenimiento industrial, tomando postulados del mantenimiento Productivo Total y una vez se hayan determinado las debilidades presentadas en sus procesos productivos. Su resultado final permitirá mejorar los sistemas y los procedimientos utilizados en la Gestión de mantenimiento Industrial en las empresas Manufactureras de la región estudiada. Basados en el Mantenimiento Productivo Total, las empresas optimizarán la estrategia, la planificación, la ejecución y el control del proceso de mantenimiento, trayendo como resultado beneficios tales como: incremento de la productividad, productos que cumplen con requerimientos de calidad, mejoramiento del clima laboral, fortalecimiento de la cultura organizacional, planificación adecuada en todos los eslabones de la cadena de valor productiva de la organización y ayuda a la satisfacción en el lugar de trabajo.

En otras palabras, la Gestión de Mantenimiento Industrial basado en las Teorías del Mantenimiento Productivo Total para la región estudiada, tendría productos de altísima calidad, precios competitivos y con una utilización de la tecnología existente en buenas condiciones de operación, como el instrumento vital de la competitividad, gracias a esto se estaría pasando a un modelo de Gestión Tecnológica más dinámico, el cual, aumenta la productividad y la competitividad de la región.

## 5. LIMITACIONES

Durante la presente investigación las empresas participantes mostraron especial atención y motivación hacia el tema que se propuso estudiar. Para la Asociación Nacional de Industriales, era bastante importante poder participar y colaborar con este estudio, ya que se convertía en la primera investigación formal para la región, sobre la gestión del mantenimiento industrial en estas empresas y con la posibilidad de aplicar conceptos modernos del Mantenimiento Productivo Total, los cuales, pueden llegar a convertirse en diferenciación competitiva sobre otras regiones del país y basados en las debilidades y oportunidades de mejora en los procesos productivos de las empresas manufactureras, detectados a partir del diagnóstico inicial de esta misma investigación

Dado que el parque tecnológico manufacturero del área metropolitana Manizales – Villamaría es muy pequeño (comparado con grandes regiones y zonas industriales del país como Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cali), que la mayoría de las grandes empresas manufactureras de la zona estudiada están agrupadas en la ANDI Regional Caldas, que los investigadores laboran en las áreas productivas de sus empresas (Licorera de Caldas y Súper de Alimentos) y a la gran cantidad de colegas ingenieros y administradores de las empresas interesados en este estudio, se hizo demasiado motivante, gratificante e interesante realizar el estudio investigativo, especialmente el diagnóstico inicial, ya que, implicaba la entrada a cada una de las diferentes empresas escogidas para el estudio, con el fin de observar los procesos productivos. Por lo tanto, no hubo limitaciones de carácter técnico que impidieran la consecución de los objetivos trazados.

Por todo lo anterior se realizaron más de cuatro visitas en promedio a cada empresa estudiada, se aplicaron tres cuestionarios previamente diseñados, se aplicaron encuestas y entrevistas a empleados desde la alta gerencia hasta el nivel operativo de base, se hizo revisiones de registros de actividades de la Administración del mantenimiento y se revisaron los planes estratégicos de las empresas, entre otros; además se encontró gran amabilidad, amistad y buenas relaciones a la hora de ingresar en cada una de las organizaciones. No se encontró obstáculo alguno desde el primer momento en que se planteó la investigación hasta el final y la conclusión de la misma.

## **6. DISEÑO METODOLOGICO**

### **6.1 Delimitación de la Muestra**

El sector industrial que se decidió estudiar fue el Manufacturero dada la relevancia estratégica que tiene este sector para el área metropolitana Manizales – Villamaría. El perfil de las empresas estudiadas se determinó de la siguiente manera:

1. Empresas con participación en el mercado y representativas en su sector (Manizales-Villamaría). Datos suministrados por la ANDI regional Caldas.
2. Ventas anuales ubicadas por encima de la media para región (Manizales-Villamaría). Datos suministrados por la ANDI regional Caldas.
3. Que posean departamento de Mantenimiento.
4. Que realicen cualquier actividad que se pueda aproximar a mantenimiento.

Vale la pena mencionar que la muestra de empresas manufactureras de la región corresponde a más del 75% del total de las empresas y además, corresponde al total de las empresas medianas y grandes de la zona estudiada, es decir, se quedan por fuera empresas de tamaño pequeño, las cuales no son representativas para la ANDI y poseen un mercado muy reducido dentro de la región.

## 6.2 Muestra

Entre las 22 empresas se encuentran empresas muy bien posicionadas regional y nacionalmente desde el punto de vista de mercado, productos y ventas. Se encuentran entre ellas, empresas del sector metalmecánico, del sector de alimentos, del sector de plásticos, subensamblajes para la industria automotriz y bebidas alcohólicas entre otras.



**Figura 7. Empresas de la Muestra**

Adicionalmente a estas veintidós empresas de la región, se toma como referente práctico a la empresa Meals de Colombia, la cual constituye la única empresa de la región y de las pocas a nivel nacional que posee la filosofía del Mantenimiento Productivo Total, con el fin de realizar una especie de benchmarking hacia las empresas objeto de estudio.

### **6.3 Técnicas para la recolección de la información**

La información recolectada para la etapa de diagnóstico en las empresas manufactureras de la región y para el análisis en la empresa referente se realizó en forma directa, es decir, los investigadores pertenecen y hacen parte activa sobre la problemática estudiada. La observación hizo parte del proceso de conocimiento científico, a través de los sentidos y la experiencia propia de los investigadores se capta la realidad organizacional, productiva y empresarial que rodean los procesos de mantenimiento industrial en la región.

Otro mecanismo utilizado para la recolección de información fueron cuestionarios diseñados por medio de formularios, los cuales ilustran la aplicación a una población de empresas manufactureras bastante homogénea, con niveles similares y con una problemática latente semejante. Además, se practicaron entrevistas a personas directamente relacionadas con el proceso productivo de manufactura, principalmente el de mantenimiento industrial. De otro lado se diseñó un formato específico para entrar a evaluar los planes estratégicos de la organización relacionados con la parte productiva de la misma empresa en cuestión.

El proyecto investigativo se llevó a cabo durante un periodo de siete (7) meses durante los cuales la actividad del trabajo de campo (visita a las empresas y entrevistas a personal clave) se llevó a cabo aún antes de dar inicio oficial al proyecto. Se tuvo a cargo la responsabilidad de obtener toda la información por parte de las empresas. Uno de los cuestionarios utilizado inicialmente estaba dividido en tres secciones así: (VER ANEXO A) la primera parte recolecta información sobre la parte administrativa de las organizaciones, el cual estaba destinado principalmente a jefes de recursos humanos o gerentes generales, la segunda parte pretende recoger información clave sobre Producción y Calidad, siendo diseñada esta parte para gerentes de manufactura o de operación, y la tercera parte del cuestionario hace

referencia a la gestión del mantenimiento industrial dentro de la planta, siendo el grupo de enfoque los gerentes de mantenimiento de las diferentes empresas estudiadas.

El segundo cuestionario (ANEXO B) está diseñado para los gerentes de manufactura especialmente; aunque en algunas ocasiones puede ser resuelto por gerentes de producción, o por los gerentes de mantenimiento o por aquellas personas, dentro de las organizaciones, que conozcan toda la cadena de valor productiva, centrada en la gestión del mantenimiento industrial de sus respectivas organizaciones.

Existe una primera revisión documental (ANEXO C) sobre técnicas de manejo de información, programa de mantenimiento realizado y sobre el control que ejercen los procesos de mantenimiento industrial en las empresas de la muestra.

Durante la segunda revisión documental (ANEXO D) se pretende confrontar la realidad gerencial existente en las empresas manufactureras de la región, mediante la alineación de objetivos estratégicos generales enfocados a los procesos productivos, especialmente lo relacionado con la gestión del mantenimiento como proceso estratégico de la empresa.

Con la aplicación de entrevistas (ANEXO E, F) en la empresa referente (MEALS de Colombia) se busca tomar el punto de partida para el análisis del proceso de Mantenimiento Productivo Total, comprobando la implementación total de esta exitosa filosofía productiva. Los entrevistados fueron el Gerente de Fabrica, Lorenzo Mejia y el Coordinador de Producción Álvaro Osorio

Revisiones documentales (ANEXO G) asesoradas, acompañadas y autorizadas por los altos ejecutivos de la empresa MEALS de Colombia, buscan profundizar los conceptos teóricos y prácticos del proceso que llevó a cabo la empresa referente, con la implementación exitosa del TPM.

Durante todo este tiempo se realizaron visitas empresariales con el fin de aplicar los cuestionarios, entrevistas y revisiones documentales, además con el objeto de familiarizarse con los procesos de las plantas y detectar problemas latentes que se podían presentar en el día a día de sus procesos.

## **7. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO**

Formular una propuesta de mejoramiento para la Gestión del Mantenimiento en las empresas Manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría, basados en un diagnóstico del estado actual de dicho proceso en las industrias, tomando como referencia teórica el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y como referencia práctica la empresa Meals de Colombia planta Manizales.

### **7. 1 Objetivos Específicos**

Diagnosticar el estado actual del funcionamiento del proceso productivo, especialmente, del área de mantenimiento en las empresas objeto de estudio.

Revisar los planes estratégicos (si existen) de las empresas manufactureras estudiadas, con el fin de confrontar la realidad gerencial y la alineación de objetivos estratégicos con el mantenimiento industrial.

Examinar el nivel de recursos financieros, tecnológicos y humanos, invertidos por las empresas manufactureras de la región en la Administración del mantenimiento.

Identificar cuales elementos del Mantenimiento Productivo Total como herramienta gerencial, están utilizando implícitamente las empresas del área metropolitana Manizales – Villamaría.

Conocer los indicadores que actualmente están midiendo la gestión de mantenimiento en las empresas manufactureras de la región.

Analizar de manera detallada el proceso de Mantenimiento Productivo Total en la empresa Meals de Colombia, la cual es la única empresa de la región en tener implementado dicho modelo administrativo.

Plantear modernos enfoques administrativos basados en el Mantenimiento Productivo Total y en las debilidades descubiertas en el diagnóstico inicial, con el fin de que las empresas manufactureras de la región adopten estrategias eficientes de mejoramiento continuo, acerca de la función productiva de la administración del mantenimiento.

## **8. DIAGNÓSTICO DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DEL AREA METROPOLITANA MANIZALES - VILLAMARÍA**

En Mayo de 2001 se iniciaron las actividades tendientes a realizar el estudio propuesto, con el apoyo de Asociación Nacional de Industriales (ANDI) regional Caldas, quien facilitó los contactos y la presentación del proyecto ante las Industrias Manufactureras de la región. Se daba comienzo con el proyecto de investigación que consistía, en su primera fase, en la realización de un diagnóstico del estado actual de la función del mantenimiento dentro de las empresas objeto de estudio, con las correspondientes visitas empresariales, aplicación de encuestas, entrevistas, revisiones documentales al interior de la organización, observación directa de los procesos de manufactura y charla con algunos de los empleados de diferentes rangos jerárquicos (gerentes, supervisores, operarios), con el fin de analizar diferentes percepciones sobre la organización en la que laboraban.

Los objetivos de esta primera fase del proyecto de investigación (Diagnóstico) consistían básicamente en:

- a. Identificar áreas clave de mejora de las plantas participantes, principalmente en áreas tales como capacitación tecnológica, planificación de la producción y gestión del mantenimiento.
- b. Observar el desempeño global de las plantas, basados en registros o estadísticas propias de cada empresa.
- c. Revisar archivos documentales del área técnica de la planta, tales como planillas de producción diaria, número de mantenimientos preventivos planeados, tiempos de parada de

líneas, registro de número de productos defectuosos en el proceso industrial, entre otros muchos.

d. Estudiar detalladamente los planes estratégicos de las empresas, con el fin de comprobar la realidad gerencial hacia el área técnica y operativa de las empresas.

e. Comprobar la utilización, por parte de las personas de las empresas, de indicadores de gestión para las áreas de producción, mantenimiento, calidad y recursos humanos.

f. Determinar finalmente, mediante la recolección y tabulación de la información el grado, las características y el desempeño manufacturero de las empresas de la región, principalmente lo relacionado con la Administración del Mantenimiento, con el propósito fundamental de formular y proponer soluciones de mejora en sus procesos productivos, basados en el Mantenimiento Productivo Total.

### **8.1 Características de las Industrias participantes en el estudio**

El sector industrial del área metropolitana Manizales – Villamaría es relativamente pequeño, esto quiere decir que, conviven en la gran mayoría micro y pequeñas empresas dedicadas a la producción de bienes transformados para su posterior utilización industrial. Sin embargo, existe un grupo de empresas manufactureras, las cuales, para la región se consideran grandes industrias, generan gran cantidad de puestos de trabajo, sus procesos industriales son transformaciones finales y en realidad representan significativamente la dinámica de la economía del sector manufacturero del área Metropolitana Manizales – Villamaría. Como se ha venido mencionando el sector estudiado fue el Manufacturero, es decir empresas donde exista, por medio de maquinaria industrial, algún proceso de transformación de materia prima en producto final o generación de valor.

El perfil de las empresas al inicio del estudio se definió de la siguiente manera:

**a. Ventas:** Empresas que generen un margen neto de utilidades positivo, debido a la dura crisis económica que afecta a la región, no se establece un límite inferior significativo. Este

nivel debería corresponder a empresas de tamaño mediano y grande de cobertura nacional y con algo de exportación.

**b. Número de empleados:** las empresas deberían tener mas de 50 empleados.

**c. Valor agregado:** este parámetro corresponde a empresas de manufactura, las cuales, transformen y ofrezcan valor agregado por medio de sus productos a la economía de la región.

Este perfil se determinó basado en estudios similares realizados por ATKearney en Alemania<sup>4</sup>. El número total de empresas invitadas a participar de la investigación fue de 26, de las cuales aceptaron participar en todo el proceso de diagnóstico 22 empresas.



**Figura 8. Empresas participantes en el diagnóstico empresarial**

Entre las 22 empresas se encuentran muchas empresas muy bien posicionadas regional y nacionalmente desde el punto de vista de mercado, productos y ventas. Se encuentran entre

---

<sup>4</sup> “Etapas de Excelencia de ATKearney. ATKearney and Produktion, “Die besten Fabriken des Jahres 1995”, Sonderausgabe Dezember 1995.

ellas, empresas del sector metalmecánico, del sector de alimentos, del sector de plásticos, subensamblajes para la industria automotriz y bebidas alcohólicas entre otras. La tabla número 2 muestra la definición de negocio de cada una de las empresas estudiadas.

<b>Tabla 2: Definición de cada una de las empresas de la muestra estudiada</b>	
<b>EMPRESA</b>	<b>DEFINICIÓN DE SU PRINCIPAL GIRO DE NEGOCIO</b>
MABE	Empresa metalmecánica manufacturera de línea blanca
COLOMBIT	Elaboración de productos de fibrocemento para construcción
INDUMA	Empresa metalmecánica, fabrican bisagras, cajas empalme electr., puertas y otros
MADEAL	Manufactura de Aluminio
DECAFE	Café soluble instantáneo
TOP-TEC	Fabricación de tejas asbesto-cemento
CAFÉ LIOFILIZADO	Producción de café liofilizado
TABLEMAC	Fabricación y comercialización de tableros aglomerados sin recubrimiento
CASA LUKER	Producción y comercialización de chocolate de mesa, café tostado y molido
INDUSTRIA LICORERA DE CALDAS	Producción, elaboración y producción de bebidas alcohólicas
HERRAMIENTAS AGRÍCOLAS	Producción de herramientas manuales para agricultura, construcción y minería
PROMETALICOS	Metalmecánica y electrónica, diseño y fabricación
SUPER DE ALIMENTOS	Producción de golosinas
VARTA	Fabricación de pilas y baterías
JABONERIAS HADA	Producción de jabonería
BELLOTA	Industria metalmecánica, productora de machetes y herramientas en general
EDITORES	Producción de impresos, cajas de cartón plegables
SICOLSA	Fundición y moldeo de materiales de hierro gris y aceros
MANISOL	Producción de calzado con base en caucho.
INCOLMA	Industria metalmecánica productora de machetes, tijeras y herramientas en general
ACASA	Fundición y metalurgia de acero. Producción de perfilera
RIDUCO S.A	Transformación de plásticos

## 8.2 Etapas del Diagnóstico

Las etapas del diagnóstico comprendieron las siguientes fases:

- a. Especificación del perfil de empresas participantes y alcance del estudio.
- b. Invitación a las empresas para participar en el estudio.
- c. Exposición del evento a las empresas participantes.
- d. Visita a empresas y entrevistas a personal clave para la recolección de información.
- e. Análisis de las áreas productivas tales como, producción, mantenimiento, recursos humanos y calidad
- g. Verificación del ambiente administrativo alineado con el giro de negocio de la compañía y con las metas organizacionales, en beneficio de la parte productiva de la empresa

El proyecto investigativo se llevó a cabo durante un periodo de siete (7) meses durante los cuales la actividad del trabajo de campo (visita a las empresas y entrevistas a personal clave) se llevó a cabo aún antes de dar inicio oficial al proyecto. Se tuvo a cargo la responsabilidad de obtener toda la información por parte de las empresas. Uno de los cuestionarios utilizado inicialmente estaba dividido en tres secciones así: la primera parte recolectaba información sobre la parte administrativa de las organizaciones, la segunda parte pretendía recoger información clave sobre Producción y Calidad y la tercera parte del cuestionario hacía referencia a la gestión del mantenimiento industrial dentro de la planta. Durante todo este tiempo se realizaron visitas empresariales con el fin de familiarizarse con los procesos de las plantas y detectar problemas latentes que se podían presentar en el día a día de sus procesos.

### 8. 3. Metodología del diagnóstico

La etapa de recolección de la información se basó en la metodología de las “Etapas de Excelencia” de ATKearney<sup>5</sup>, en donde se procedió a tomar de ese cuestionario conformado por 57 preguntas, las que más se ajustaban a esta investigación. El cuestionario tiene preguntas sobre áreas clave de la empresa como: producto, empleados, costos, calidad, proveedores, manufactura, mantenimiento, así como sistemas de información; donde se engloban algunos indicadores de operación y funcionamiento; para verificar y asegurar la confiabilidad de los datos que se iban a recolectar, el cuestionario utilizado en el estudio fue usado con anterioridad en Alemania, en un proyecto llamado “Die Fabrik des Jahres” lo que significa “Fábrica del año”. Por lo tanto, basados en esta metodología se diseñó un cuestionario particular (Ver anexo A) que agrupara las áreas estratégicas de productividad (administración, producción, calidad y mantenimiento) de las empresas y se conformó de esta manera un instrumento que se aplicará en todas las empresas de la muestra que estaban participando en el proyecto. Posteriormente, una vez se aplicó el cuestionario, se procedió a elaborar una entrevista (Ver anexo B) que profundizará un poco más sobre el proceso Administrativo relacionado directamente con la cadena de valor productiva y con la Gestión del Mantenimiento de las empresas participantes, el cual, sirviera para confirmar los datos iniciales del cuestionario y pudiera ofrecer información adicional del estado de la parte técnica de la organización. El objeto principal de este paso es recolección de datos reales de los procesos productivos, con el fin de consolidar el estado actual de las empresas manufactureras del área Metropolitana Manizales – Villamaría. Adicionalmente, se diseñaron unos formatos de referencia con el fin de indagar concretamente en la función de mantenimiento (Ver anexo C) y en los planes estratégicos de las empresas (Anexo D).

La recolección de esta información fue llevada a cabo directamente por los investigadores de este estudio, quienes, realizaron en promedio cuatro (4) visitas a las empresas y se entrevistaron con personal clave de cada compañía, tales como gerentes de manufactura,

---

<sup>5</sup> Arduino, Teresa, “La excelencia tiene la palabra”, Manufactura, Vol 3 No 18, Nov – Dic 1996 pag 59 – 68.

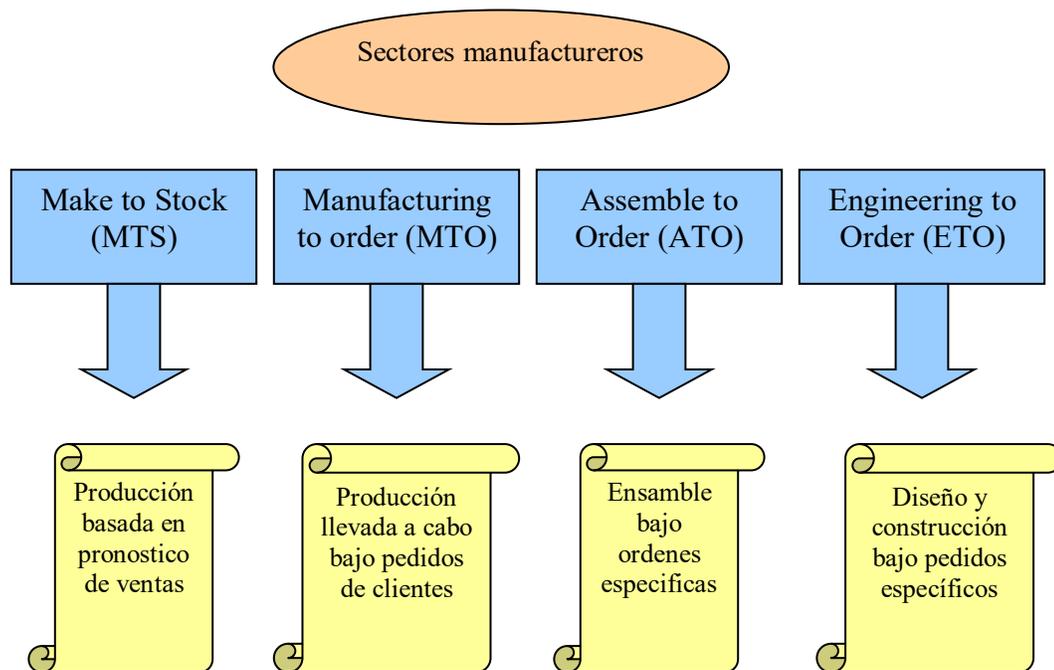
gerentes de recursos humanos, gerentes de producción, gerentes de mantenimiento, supervisores y en la mayoría de los casos con los operarios de las propias máquinas.

Los siguientes dos meses (Julio y Agosto de 2001), se concertó el permiso por parte de las empresas para realizar el diagnóstico de sus procesos. En esta etapa, se envió una carta de invitación a las empresas donde se explicó en breve los objetivos y las metas del proyecto. Después de que las compañías aceptaron participar, los cuestionarios fueron aplicados a los departamentos de la empresa involucrados en el estudio. El tiempo necesario para obtener toda la información fue de cuatro meses.

Al llevarse a cabo el análisis de los datos recolectados fue necesario establecer una base o criterio que permitiera hacer una comparación entre empresas que no implicara dividirlos de acuerdo a su tamaño, volumen de ventas o sector, por lo que se investigó cómo las empresas pueden ser clasificadas según su enfoque hacia sus procesos productivos o manufactureros.

Cuando las empresas llenaron los cuestionarios, la información requería ser clasificada. La comparación entre las empresas no era tarea fácil. Por ejemplo, la empresa A con ventas de 1,000,000 USD contra la compañía B con 200,000 USD, probablemente genere productos muy diferentes o tenga otros procesos de manufactura. Al mismo tiempo, puede ser que la empresa A genere un producto muy caro con poca producción. Por otro lado, la empresa B venda un producto barato con producción en masa. Puesto que la comparación basada en parámetros financieros puede que no represente el desempeño actual de una empresa manufacturera, se utilizó la metodología ENAPS (European Network for Advanced Performance Studies) con el fin de poder comparar y clasificar a las compañías participantes; esta metodología está enfocada hacia el desempeño manufacturero más que al financiero. Por esto se recurrió a la metodología ENAPS la cual hace una clasificación de empresas de acuerdo a su tipo de proceso: “Manufacturing To Order – MTO”, “Make To

Stock – MTS”, “Assemble To Order – ATO”, “Engineering To Order – ETO”<sup>6</sup>. La siguiente figura ilustra la metodología ENAPS:



**Figura 9. Procesos de producción utilizados en la metodología ENAPS**

Para analizar la información, el primer paso fue obtener indicadores generales. Esto indica que el desempeño de las empresas, sin importar su segmento de producción (MTS, MTO, ATO, ETO) puede ser comparado con una serie de indicadores generales los cuales se ubicaron dentro del segmento administrativo. La Figura 10 ilustra algunos de ellos:

---

<sup>6</sup> Padraig Bradley and Paddy Jordan, “Documento ENAPS F3 – 1 Global Performance Measures”, CIMRU, Junio de 1996.

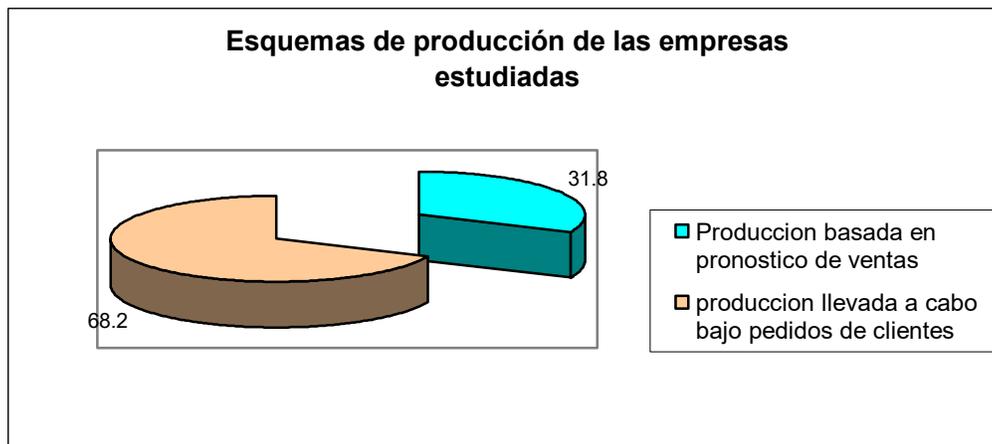
### Características

- |                                     |                                     |                                |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| - Niveles de la organización        | - Tasa de rotación de los empleados | - Tasa de ausentismo           |
| - Nivel de educación de los obreros | - Clima Laboral                     | - Nivel de capacitación        |
| - Relación con los Proveedores      | - Estabilidad Laboral               | - Satisfacción de los clientes |

**Figura 10. Características generales analizadas en el diagnóstico de las empresas**

Como se aprecia se pretende ir de lo general a lo particular, es decir, se analiza la parte administrativa y su relación con las áreas estratégicas de la empresa para luego llegar a la parte operativa analizando la Gestión de Mantenimiento.

La segunda etapa fue examinar a las empresas de acuerdo a los procesos de producción. Para cada uno de los procesos fueron definidas cuatro características (cliente, producto, proceso y proveedor) y para cada característica se obtuvo una serie de indicadores para mostrar el nivel de desempeño. Las 22 empresas fueron clasificadas en dos (2) grupos de acuerdo con su proceso productivo y después de verificar el desempeño manufacturero. Siete (7) empresas fueron clasificadas como MTS (producción llevada a cabo bajo pronóstico de ventas) lo que corresponde al 31.8% de las empresas estudiadas y Quince (15) como MTO (producción llevada a cabo bajo pedidos de clientes) lo que corresponde al 68.2 % de las empresas. El resultado se observa en la figura 11, la cual se ilustra a continuación:

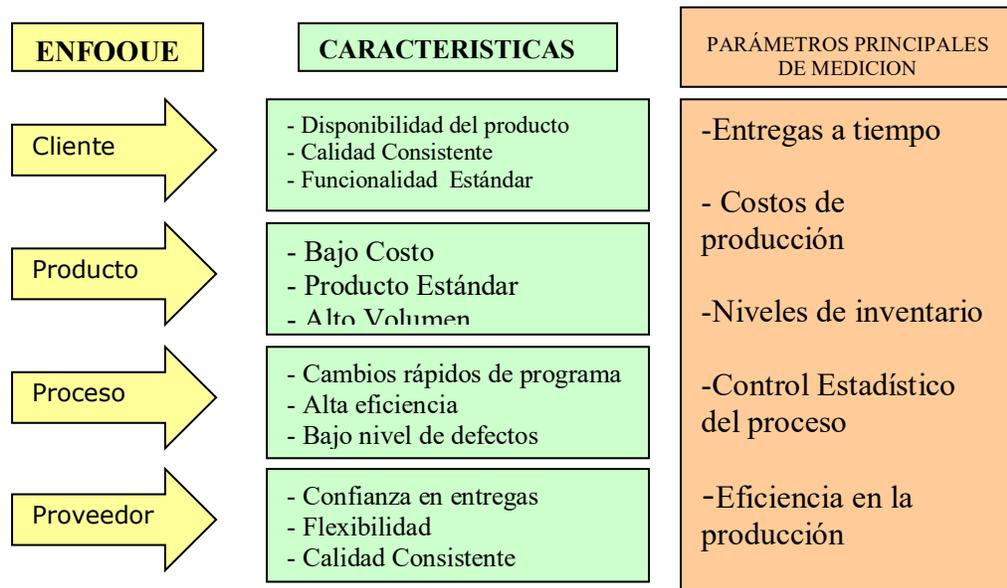


**Figura 11. Distribución de las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría por modelo de producción. Según ENAPS**

Entre las características específicas de cada tipo de empresa se tiene:

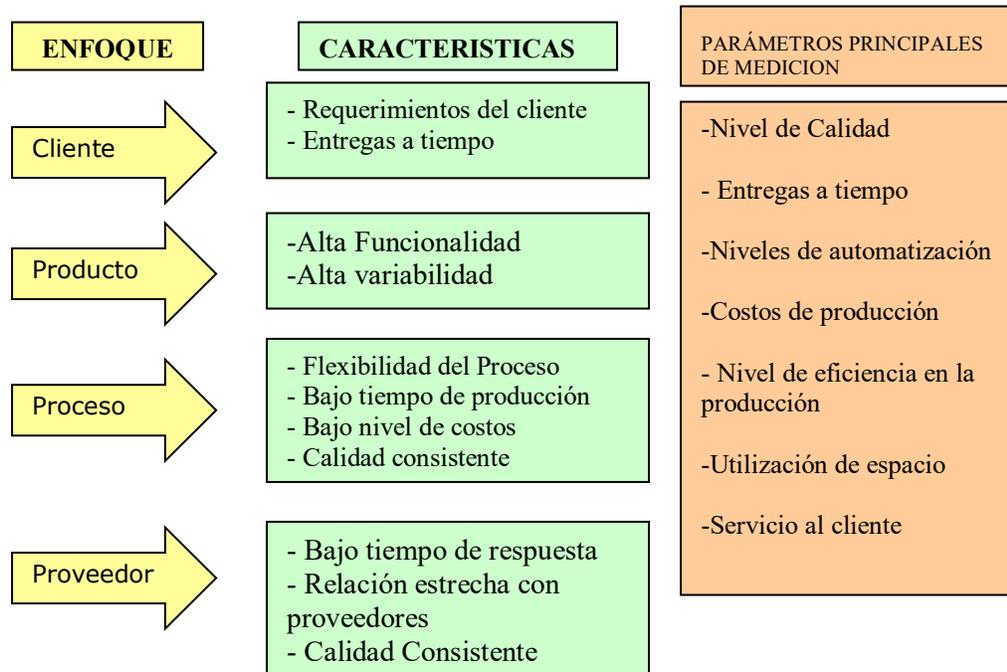
a. Las empresas MTS (producción llevada a cabo bajo pronostico de ventas) llevan a cabo su producción basándose en pronósticos de venta. Sus productos deben estar al alcance del cliente en cualquier momento, es decir con tiempo de espera cero. Si el producto no está disponible al cliente adquirirá el producto de la competencia. Es necesario un control del inventario del producto terminado porque se requiere tener un nivel óptimo para permanecer competitivo. Requieren invertir en estudios de mercado para entender las necesidades de los clientes. Si la empresa es reconocida por sus altos estándares de calidad, el cliente comprará los productos sin importar el costo.

Algunos parámetros críticos son: el cumplimiento de entregas, el nivel de inventarios, disponibilidad inmediata del producto, estudios de mercadotecnia, el control estadístico de procesos, la eficiencia de producción, el nivel de calidad, los costos de producción, y el nivel de automatización. Para visualizar el enfoque MTS se ilustra y se resume de la siguiente manera en la figura mostrada a continuación:



**Figura 12. Características principales de las empresas MTS**

b. Las empresas MTO (producción llevada a cabo bajo pedidos de clientes) producen bajos pedidos específicos de los clientes. Estas empresas deben controlar sus procesos para que puedan conocer los tiempos de producción con el fin de satisfacer las necesidades del cliente en cuanto al tiempo de entrega. Requieren controlar los inventarios de materia prima y su relación con los proveedores debe estar desarrollada. Su manufactura debe ser flexible con el fin de ofrecer varias opciones a sus clientes. Algunos de los parámetros críticos de este tipo de empresas deben tener: rápida respuesta a los clientes para entregar productos de acuerdo a sus necesidades, relación estrecha con proveedores, alta flexibilidad de producción, servicio al cliente y variabilidad del producto. La figura 13 (siguiente página) muestra las características de las empresas MTO:



**Figura 13. Características principales en las empresa MTO**

Esta metodología desarrollada en el presente diagnóstico permite hacer el análisis de una forma más cuantitativa que cualitativa, lo cual favorece el rendimiento de la información recolectada de los cuestionarios, las entrevistas, revisiones documentales y a la interpretación de los datos, para así facilitar la generación de los resultados y conclusiones generales del estudio, además permite visualizar de forma genérica el estado actual de las empresas.

#### 8.4 Tabulación de la información generada

La información generada dentro de las empresas objeto de estudio, fue sometida a un tratamiento estadístico mediante el Software SPSS y con la asesoría de un consultor experto en análisis estadístico<sup>7</sup>, con el fin de facilitar y agilizar la clasificación de la información, además permite la selección de las principales variables necesarias para ejecutar los

<sup>7</sup> PARRA, Hernan. Consultor profesional en Estadística. Profesor Universidad Nacional, sede Manizales – Colombia. Febrero de 2002

objetivos de este diagnóstico empresarial. También permite realizar análisis multivariado con el fin de interrelacionar variables que sustenten o apoyen alguna afirmación en concreto.

Entre los resultados más significativos se encuentran los siguientes:

### 8.4.1 Resultados de la parte Administrativa

Para analizar la información en esta etapa no se hace necesario recurrir a la metodología ENAPS descrita anteriormente, por lo que se trata de estudiar y confrontar la realidad gerencial de todas las empresas estudiadas.

- a. Número de empleados totales: 21 empresas tienen más de 100 empleados lo que corresponde a 95.5% de las empresas objeto de estudio. La figura 14 ilustra la composición de los empleados con su respectivo porcentaje.

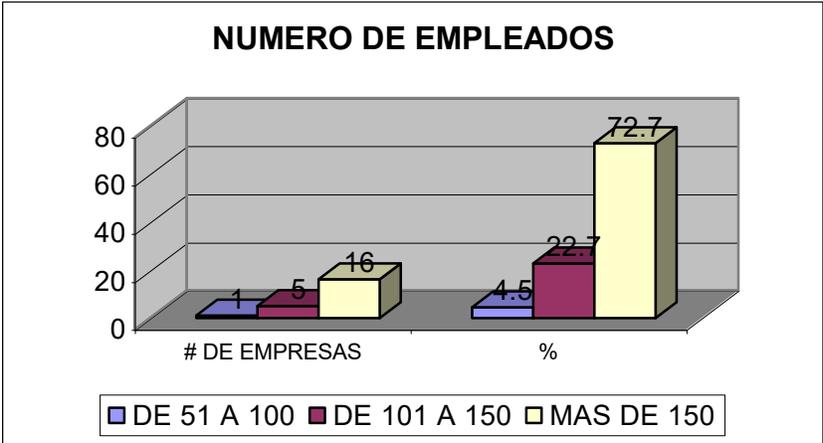
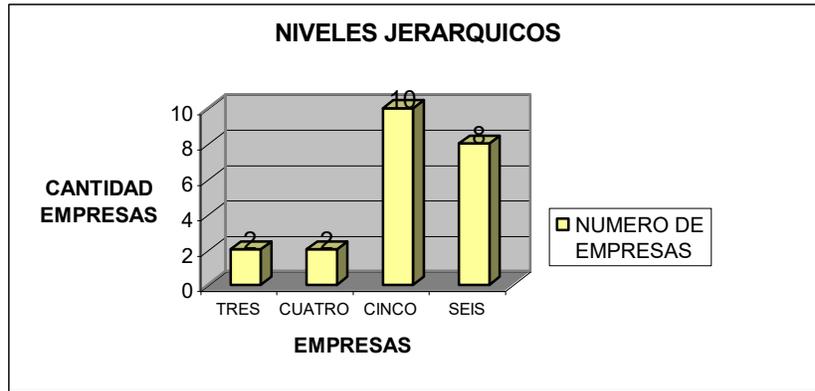


Figura 14. Número de empleados.

- b. Niveles Jerárquicos: se determinó que 18 de las 22 empresas tienen entre 5 y 6 niveles jerárquicos, lo que corresponde al 81.81 % de las empresas estudiadas, esto en determinado

momento puede suponer una estructura burocrática alta. El gráfico ilustra los niveles jerárquicos de las empresas.



**Figura 15. Niveles Jerárquicos**

c. En cuanto a la tasa de rotación de los empleados de nivel jerárquico alto, el 68.2% de las empresas respondieron que es baja, corresponde a 15 empresas de la muestra. Para los empleados de mandos medios como jefes de división coordinadores o supervisores el 77.3% de las empresas afirma que la tasa de rotación es baja, esto corresponde a 17 empresas. Finalmente para los empleados operativos o de un nivel jerárquico bajo la tasa muestra un comportamiento de 68.2% como rotación anual. Desde este punto de vista se considera una buena estabilidad laboral para la región. Unido a este indicador se encuentra que un 95.5 % de las empresas cuentan con un buen clima laboral, adicionalmente el 100% de las empresas afirman que cuentan con estabilidad laboral para los empleados, condiciones sociales para la familia y un ambiente de trabajo favorable libre de problemas físicos y psicológicos.

d. En cuanto al nivel de educación de los operarios que tienen a cargo la responsabilidad de la producción, calidad y mantenimiento en el 81.8 % (18 empresas) de las empresas son bachilleres, mientras el 18.2 % de ellos, cuenta con Certificado de Aptitud Profesional (C.A.P) del SENA. En cuanto al nivel educativo de los empleados administrativos, en el 68.2% de las empresas estudiadas, es decir, 15 empresas cuentan con profesionales

universitarios y en el 31.8% de ellas los empleados cuentan con alguna especialización o postgrado. Paradójicamente a este resultado de nivel educativo de los empleados, al preguntarles sobre la capacitación ofrecida por la empresa, el 72.7 % es decir 16 empresas respondieron que efectivamente la compañía en la que estaban se preocupaba por capacitarlos respondiendo a las necesidades reales del giro de negocio de la compañía. Lo que se observa en este punto, es que las empresas muestran voluntad de capacitar a sus empleados hasta cierto punto, pero realmente no los motivan a que profundicen el conocimiento en beneficio de la organización. Cabe mencionar el caso de Manufacturas de Aluminio (MADEAL S.A) donde se motiva a todos los empleados de la organización a que estudien por su propia cuenta y con tiempo personal, a cambio la empresa les ofrece ascensos y bonificaciones salariales, a medida que aumentan su conocimiento. Es así como casi todos los operarios van a las instalaciones del SENA a recibir capacitación en áreas técnicas, mientras que los técnicos mecánicos y electricistas se encuentran cursando tecnologías o ingenierías.

e. En cuanto a la existencia de plan estratégico para la organización (ver tabla 3), 20 de las 22 empresas cuentan con el mismo. Pero solo el 54.5%, es decir 12 de esas 20 empresas, dicen que la organización se involucra dinámicamente en el mantenimiento industrial y los procesos productivos. La ilustración aparece en la siguiente tabla:

**Tabla 3. EXISTENCIA PLAN ESTRATEGICO**

	# EMPRESAS	Porcentaje	Porcentaj válido	Porcentaj acumulad
SI	20	90.9	90.9	90.9
NO	2	9.1	9.1	100.0
Total	22	100.0	100.0	

f. La existencia de algún de tipo de bonificación adicional al salario para los empleados de la parte operativa esta dada de la siguiente manera:

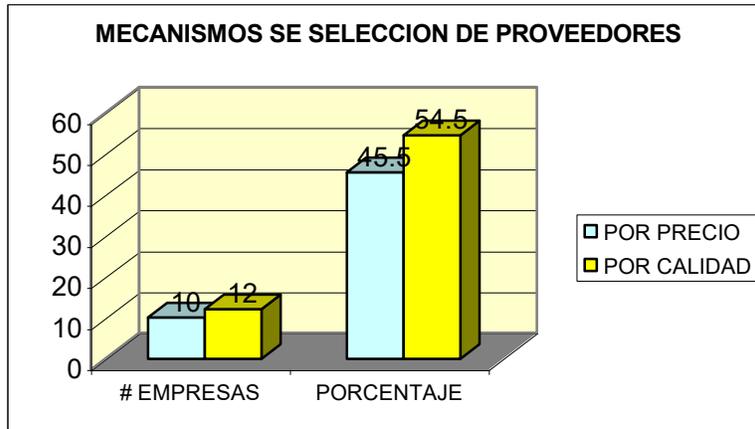


**Figura 16. Métodos de bonificación a los empleados**

Como se observa en el gráfico el 72.7% (16) de las empresas pagan bonificación por medio de las horas extras, el 9.1% generan bonificación adicional por alta producción y por meritos ocasionales. Desde el punto de vista motivacional, este mecanismo está bien visto por los empleados de la empresas objeto de estudio, sin embargo deberían considerar alguno otro adicional a éste, con el fin de incrementar productividad en sus procesos y la propia satisfacción de sus empleados.

g. Las metas organizacionales de la compañía son promovidas en todos los niveles de la organización, es decir, desde la alta dirección hasta los operarios, en un 81.8%, correspondiente a 18 empresas. Además el 90.9% de las empresas estudiadas promueven el trabajo en equipo para apoyar ideas y sugerencias de los propios empleados.

h. La relación con los proveedores de sus materias primas la consideran buena en un 40.9 % y excelente en un 59.1% (13 empresas) este indicador nos demuestra que cada vez el proveedor se debe esforzar por cumplir las necesidades de sus clientes. Paralelo a este resultado se encuentra el principal mecanismo de selección de un proveedor el cual se reparte entre los parámetros de *calidad y precio*, se tiene que un 54.5 % de las empresas seleccionan por calidad y un 45.5 % seleccionan por precio, tal como se ilustra en el siguiente gráfico:



**Figura 17: Mecanismos de selección de proveedores**

i. La satisfacción de los clientes, con relación a sus productos, para el 90.9% de las empresas estudiadas la consideran alta y el 9.1% la consideran en un nivel medio. La siguiente tabla muestra esta proporción.

**Tabla 4. SATISFACCION DE LOS CLIENTES**

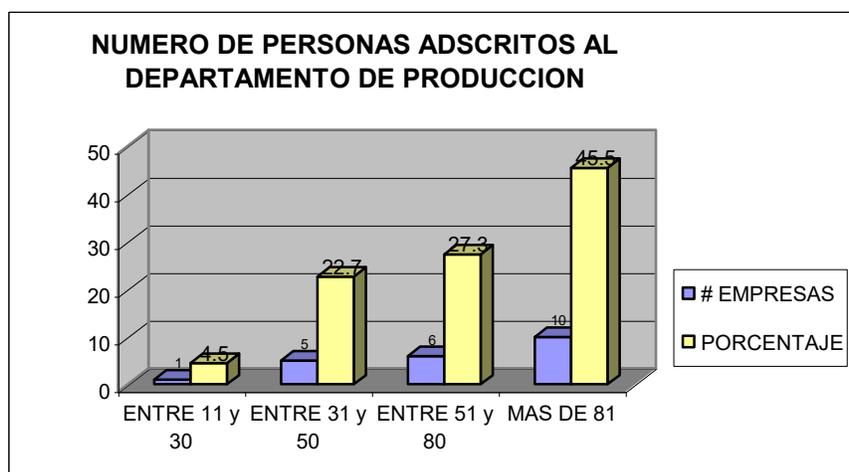
	# EMPRESAS	Porcentaj	Porcentaj válido	Porcentaj acumulad
ALTA	20	90.9	90.9	90.9
MEDIA	2	9.1	9.1	100.0
Total	22	100.0	100.0	

j. En el 95.5 % de las empresas el presupuesto de mantenimiento está integrado al presupuesto general de la empresa, mientras que el 90.9% de las empresas cuenta con un departamento de mantenimiento separado física y funcionalmente del departamento de producción.

### 8.4.2. Resultados de la parte de Proceso

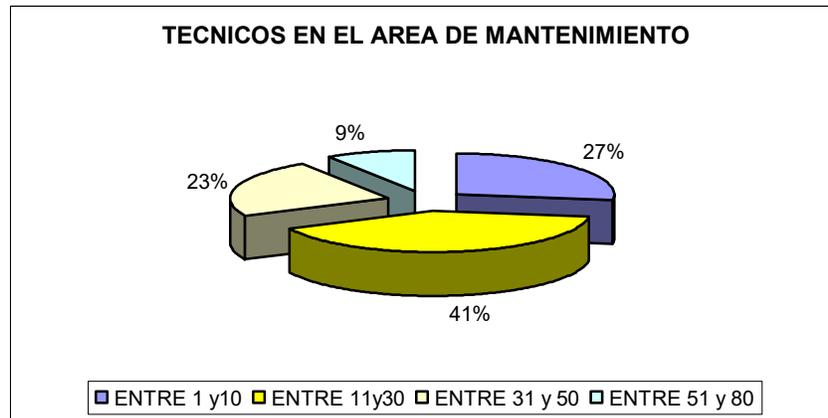
a. El número de turnos de producción para el 50% de las empresas analizadas corresponde a dos turnos, mientras que el 45.5% corresponde a industrias con tres turnos de producción y el 4.5 % son empresas con un solo turno de producción. Igualmente el 81.9 % de las empresas cuentan con turnos de producción de ocho horas, mientras el 13.6% poseen turnos de 12 horas y el restante 4.5% de las empresas cuentan con turnos de 9 horas.

b. El número promedio de operarios adscritos al departamento de producción corresponde a más de 81 empleados en el 45.5 % de las empresas estudiadas, el 27.3% de las empresas cuentan entre 51 y 80 operarios y el 22.7% de las empresas cuentan entre 31 y 50 empleados en producción. Esto ratifica una vez más que son empresas manufactureras importantes para la región, por la cantidad de empleos directos que genera y por la dinámica de la producción para el área metropolitana Manizales – Villamaría. Esta distribución se puede apreciar en el siguiente gráfico.



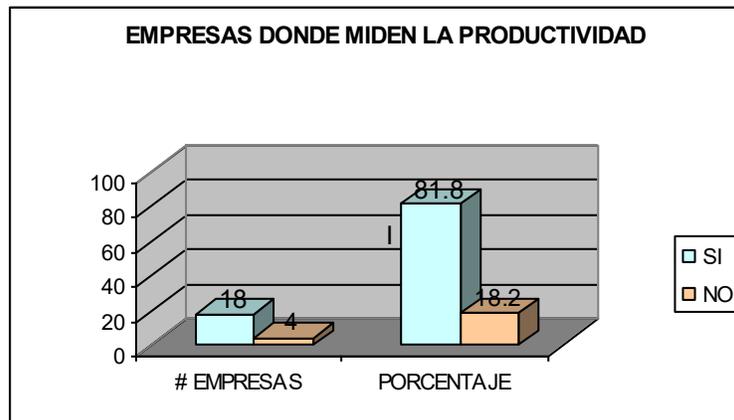
**Figura 18. Número de personas adscritas a producción**

c. El número de técnicos que pertenecen al área de mantenimiento como mecánicos, electricistas e instrumentistas está entre 11 y 30 en el 41 % de las empresas, entre 31 y 50 técnicos respondió el 23% de las empresas y entre 1 y 10 técnicos corresponde al 27% de las empresas estudiadas. La figura número 19 ilustra claramente este comportamiento.



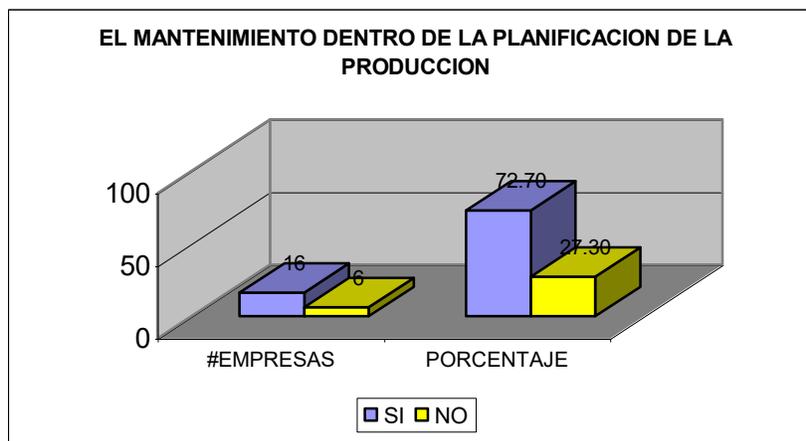
**Figura 19. Número de técnicos adscritos a mantenimiento**

d. La cultura de medición de la productividad está dada en el 81.8% de las empresas objeto de estudio, lo que corresponde a 18 empresas. La forma de hacerlo varía según el proceso productivo que se tenga, por ejemplo unidades producidas contra tiempo empleado en la mayoría de los casos. Lo cierto del caso es que ninguna empresa mide la productividad con relación a las capacidades reales de las máquinas, ni con relación a las velocidades de operación que se ejecuta versus unidades producidas. Para el objeto de estudio de este diagnóstico, la productividad de planta debe contener variables como capacidad, velocidad de máquinas, tiempos muertos, tiempo efectivos, tiempos de parada, entre otros, los cuales no son considerados en ninguna empresa estudiada. La Figura 20 muestra esta característica.



**Figura 20. Medición de productividad en las empresas**

e. Dentro de la planificación de la producción, el mantenimiento industrial es tenido en cuenta en un 81.8% de las empresas, mientras que en un 18.2% de las empresas no lo tienen en cuenta a la hora de programar las líneas de producción o un trabajo específico de manufactura, tal como lo ilustra la figura 21.



**Figura 21. Participación del mantenimiento dentro de la planificación de la producción**

f. El porcentaje de empresas que tienen certificación internacional como la ISO corresponde a un 90.9% es decir 20 empresas, el resto todavía no la tienen. Dentro de esas empresas que tienen certificación internacional se encuentran empresas certificadas con ISO 9002:94, con certificación BPM, BASC y solo tres de ellas cuentan con ISO 9001:2000. Ver figura 22.

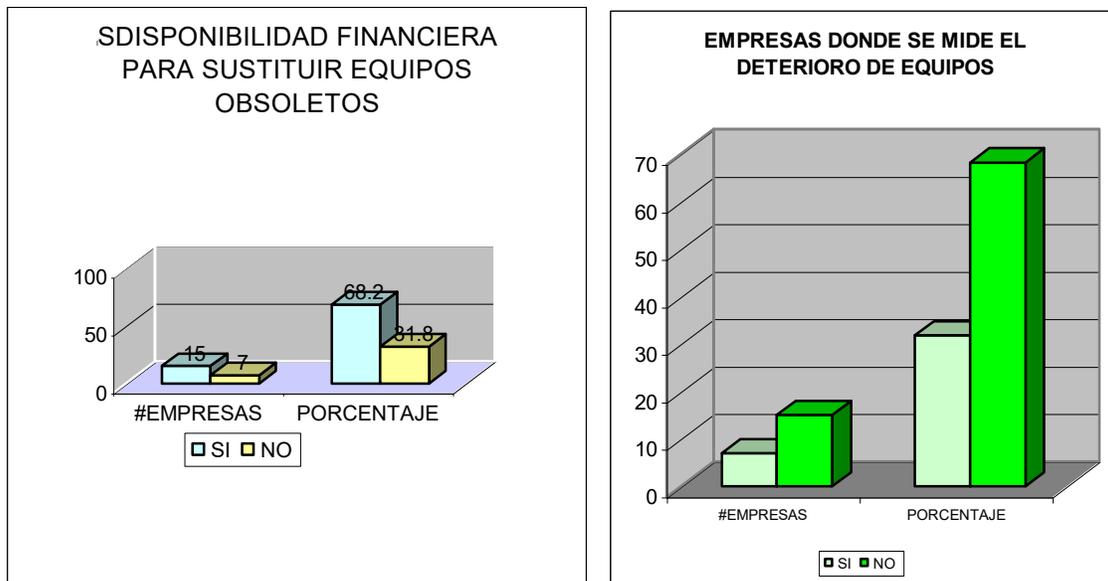


**Figura 22. Porcentaje de empresas de la región con normas internacionales**

g. En cuanto a la prevención de riesgos y las condiciones seguras para las empresas, el 81.8% afirma que sí existen; de otro lado, teniendo como parámetro principal el número de accidentes ocurridos anualmente, muestra que es bajo en el 72.7% de las empresas estudiadas, seguido de una clara capacitación dirigida al personal en temas de seguridad ambiental en participación directa con las Aseguradoras de Riesgos Profesionales (ARP's). Unido estrechamente a este indicador, se encuentra el aspecto ambiental, en el cual, el 81.8% de las empresas estudiadas practican o realizan procedimientos encaminados a proteger su entorno ambiental y a promover métodos de producción limpia en determinado momento. Dentro de las principales actividades que realizan se encuentran: disminución de emisiones a la atmósfera a través de mecanismos de conversión de energía. Aquí, el gas natural está siendo empleado en el 68.18% de las empresas estudiadas, de igual manera existe cultura en el 100 % de las empresas, para depurar el porcentaje de desechos a sus vertimientos de agua. Como resultado de estas buenas practicas ambientales se cuenta con un 36.36 % (8 empresas) de empresas que cuentan con la certificación ISO 14000 y el 22.72 % (5) están en camino de ser certificadas.

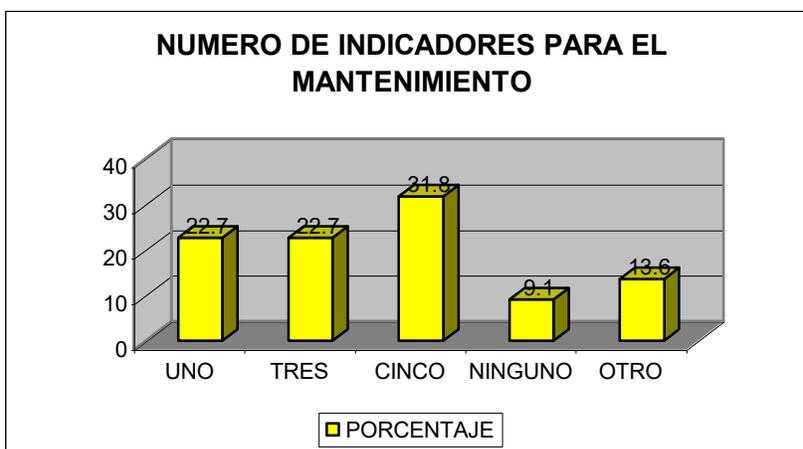
h. La disponibilidad y viabilidad financiera para sustituir equipos que presentan marcada obsolescencia a través del tiempo, en aras de aumento de productividad y volumen de

producción, corresponde a un 68.2% de las empresas, es decir 15 de ellas tienen recursos para posible inversión en tecnología y han realizado proyecciones de inversión financiera y retorno de la inversión con sus procesos productivos . La alta dirección en este caso, muestra especial atención, ya que consideran (en un 90.9%) importante para generar ventaja competitiva, su gestión en cuanto a la renovación tecnológica. Sin embargo, a la hora de investigar y realizar las revisiones documentales del caso en la parte técnica de las empresas por la medición del deterioro de sus equipos, el 68.18% de las empresas no lo hacen, en consecuencia las intenciones gerenciales, en este caso particular de renovación tecnológica, no se ejecutan por falta de datos concretos con valores específicos altos y cálculos matemáticos y financieros serios que le permitan a la alta directiva tomar una decisión en caso de ser necesaria la sustitución o reconversión tecnológica. El 31.82% restante de las empresas estudiadas utilizan métodos como análisis de vibraciones, termografías y cálculo de eficiencias. Los dos gráficos siguientes muestran la disponibilidad financiera de las empresas, comparada con la medición del deterioro de las mismas:



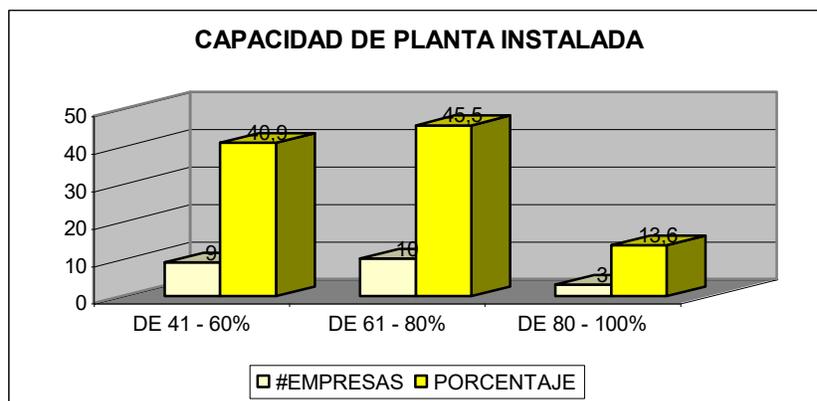
**Figura 23. Empresas con disponibilidad financiera para sustitución de maquinaria obsoleta, comparada con la medición de deterioro de equipos.**

i. El número de indicadores de gestión para administrar la función de mantenimiento dentro de las empresas se encuentra dado de la siguiente manera: en el 31.8% de las empresas utilizan cinco (5) indicadores de gestión, el 22.7% utilizan uno y tres indicadores, siendo éstos los más significativos de la muestra, lo que quiere decir que efectivamente existe cultura de medición; lo que principalmente evalúan las empresas son los costos del mantenimiento en un 90.90%. En análisis posteriores dentro de este mismo trabajo investigativo, se hará una reseña sobre los principales indicadores que se deben evaluar y aplicar en el momento de administrar el mantenimiento industrial. La siguiente gráfica ilustra el número de indicadores con los cuales las empresas miden la función de mantenimiento.



**Figura 24. Número de indicadores de mantenimiento que manejan las empresas**

j. Para las empresas el porcentaje de capacidad de operación de planta instalada está dada como se ilustra en la Figura 25, se observa que el 40.9% de las empresas trabaja con una capacidad entre el 41 y el 60 %, mientras que el 45.5% opera entre el 61 y 80 % de su capacidad. Unido este indicador se encuentra que el 95.5% de las empresas tienen implementado entre dos y tres turnos de producción en sus plantas manufactureras. Además el 95.5% de las empresas objeto de estudio opera sus líneas y equipos de producción entre ocho y doce horas diarias de producción. Ver ilustración en la figura número 25 de la siguiente página.



**Figura 25. Porcentaje de capacidad de planta instalada**

#### **8.4.3. Resultados de la parte operativa (según ENAPS)**

Esta parte del diagnóstico corresponde a variables propias del análisis de la función del mantenimiento dentro de las empresas, es por eso que se analizarán desde el punto de vista ENAPS, el cual, fue explicado anteriormente.

Finalmente se determinó cuales de las empresas estudiadas correspondían a cada categoría de la metodología ENAPS, ya se había mencionado que siete (7) de las veintidós (22) empresas estudiadas corresponden a MTS (Producción Basada en pronostico de venta), mientras que quince (15) corresponden al grupo que llevan a cabo su producción bajo pedidos de clientes (MTO). La siguiente figura ilustra las empresas de la región estudiadas clasificadas en cada grupo:

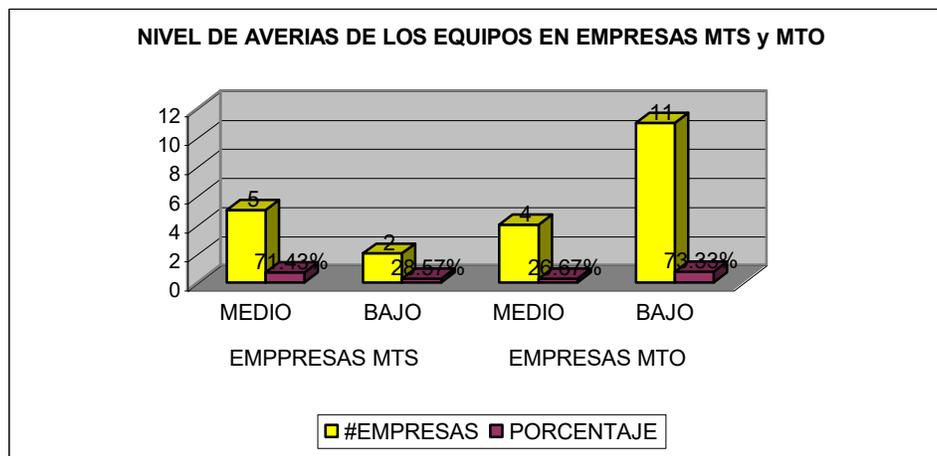


**Figura 26. Clasificación de las empresas por esquemas de producción**

Ahora bien, para efectos de centrar la información que se recolectó, hacia el enfoque de la gestión y administración del mantenimiento, se procede a evaluar algunos indicadores que den la información clara y segmentada, con el fin de concluir cuales procesos productivos y de manufactura serían las más susceptibles de mejora, basados en el Mantenimiento Productivo Total.

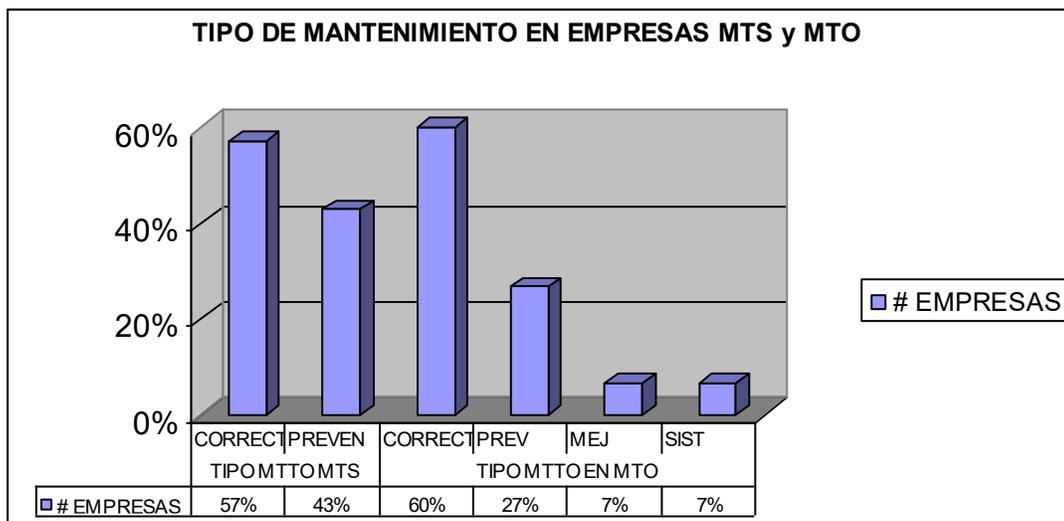
a. Con relación al nivel de averías por turno, de las líneas de producción presentado en las plantas manufactureras de las empresas estudiadas en la región, se llegó a la conclusión que las empresas MTS (Producción llevada a cabo bajo pronóstico de ventas) tienen como denominador común un nivel *medio* de averías por turno de producción en un 71.42 %, el resto de empresas MTS pertenecen a un nivel *bajo* de averías. Para las empresas MTO (producción llevada a cabo bajo pedidos de cliente), por el contrario, el nivel de averías es *bajo* en el 73.33 %, lo que supone que las empresas MTO presentan un mejor comportamiento de este indicador, ya que significa que sus líneas de producción sufren pocos daños durante la operación de las máquinas de producción, mientras las empresas MTS sufren un nivel medio de avería, lo que supone que se detienen o se dañan con mayor

frecuencia que las MTO. Esta explicación se visualiza más detalladamente en la siguiente Figura:



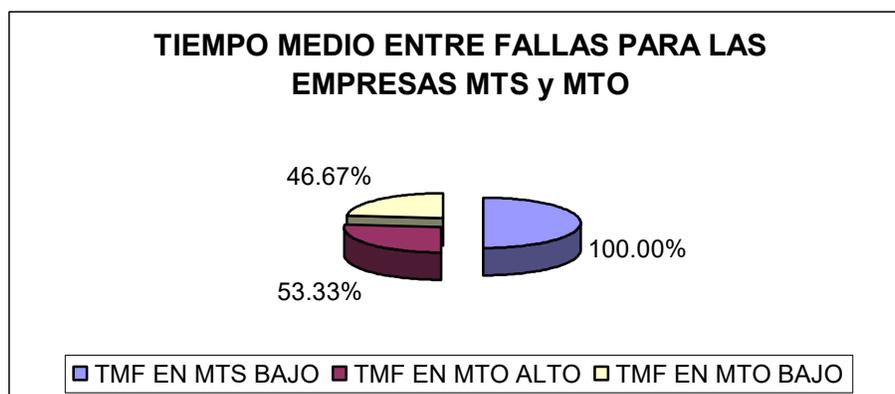
**Figura 27. Niveles de averías para empresas MTS y MTO**

b. Con relación al tipo de mantenimiento que practican las empresas, se tiene que tanto las MTO como las MTS presentan el mantenimiento correctivo como su principal práctica de clase mundial hacia sus equipos, es por ello que el 57% de las empresas MTS tienen mantenimiento correctivo, mientras que el preventivo lo practican en el 43 % de las empresas restantes. Para las empresas MTO el porcentaje de mantenimiento correctivo está dado por un 60 %. Lo importante en este punto es analizar, que dentro de las empresas MTO aparecen tipos de mantenimiento como el mejorativo y sistemático en un 7% de las empresas; lo que sugiere este resultado, es que dentro de las empresas MTO existen algunas de ellas con buenas prácticas de mantenimiento, es decir, no solo se limitan a realizar mantenimiento correctivo y preventivo (como las MTS), sino que también utilizan el mantenimiento mejorativo y sistemático como parte de su proceso de mantenimiento. Como ilustración se puede observar la figura 28.



**Figura 28. Tipos de mantenimiento en empresas MTS y MTO**

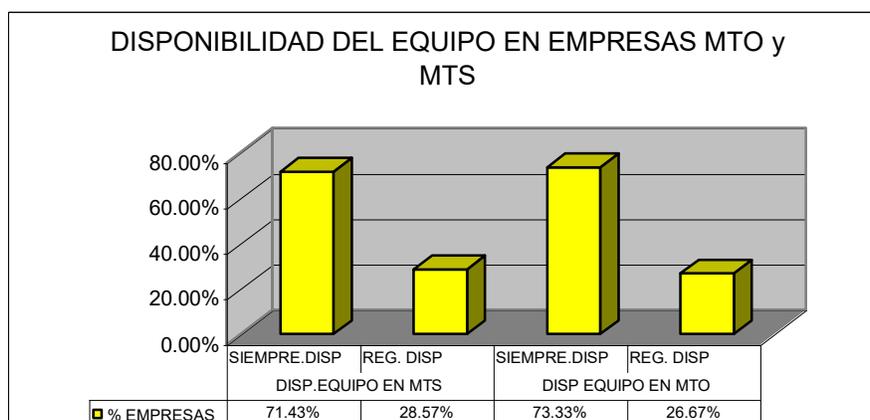
c. Con relación al Tiempo Medio entre Fallas de los equipos, para las empresas MTS el 100% es *bajo*, lo que significa que la ocurrencia de fallas en las plantas de estas empresas es elevada. Mientras que para las empresas clasificadas como MTO el tiempo medio entre fallas es bajo en un 46.67 % de las empresas estudiadas y *alto* en un 53.33%, esto quiere decir que en estas empresas existe un mayor intervalo de tiempo para que vuelva a ocurrir una falla. El resultado se ilustra en la siguiente grafica:



**Figura 29. Tiempo Medio entre Fallas en las empresas MTS y MTO**

d. En cuanto a la disponibilidad del equipo para realizar labores de producción, tanto las empresas MTS como las MTO muestran el mismo comportamiento, esto significa que el

71.43% de las empresas MTS siempre tienen sus equipos disponibles para producción y el 73.33 % de las empresas MTO también lo tienen. El porcentaje respectivo en ambas clases de empresas corresponde a un nivel menor de disponibilidad, es decir, regularmente disponibles. La anterior explicación se ilustra en la siguiente figura:

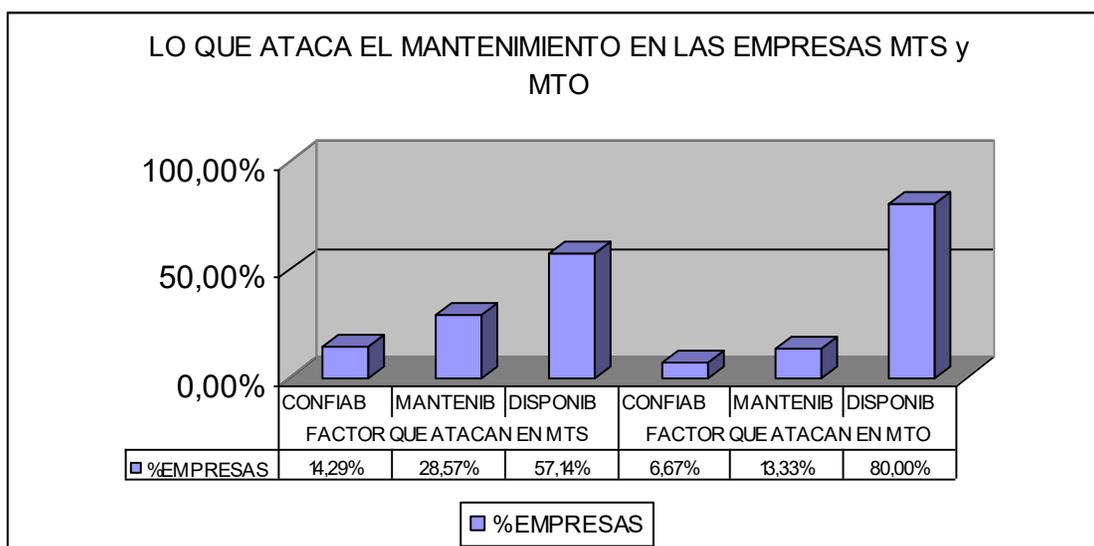


**Figura 30. Disponibilidad de equipo para empresas MTS y MTO.**

e. La función de mantenimiento hace uso de herramientas informáticas, tales como un software de mantenimiento en un 68.18 % de las 22 empresas objeto de estudio, de ellas 5 empresas pertenecen a clasificación MTS y 10 a empresas MTO. Ambos grupos presentaron el mismo comportamiento en cuanto al software utilizado. Entre los programas informáticos más utilizados por las empresas se encuentran, por ejemplo, el Infomante, Triton, Júpiter y algunas empresas conservan y diseñan las hojas de vida de sus equipos en SAP o simplemente en hojas electrónicas como Excel.

f. Cuando se investigó, cuál factor principal ataca el mantenimiento dentro de las empresas manufactureras de la región, ambos grupos de empresas mostraron el mismo comportamiento, es decir, para las empresas MTS y MTO atacar la *disponibilidad* del equipo es lo principal que deben hacer con su maquinaria. El 57.14% de las empresas MTS cubren el mantenimiento enfocadas a *disponibilidad* de líneas de producción, un 28.57 % hacia *mantenibilidad* y un 14.29 % se enfocan hacia la *confiabilidad* de equipos. Mientras que el 80 % de las empresas MTO se enfocan a *disponibilidad*, el 13.33% lo hacen hacia la

*mantenibilidad* y el 6.67% hacia la *confiabilidad*. Como se observa ambos grupos tienen la misma tendencia, lo importante para rescatar de este punto es que las empresas de la región se preocupan la mayor parte del tiempo, por tener *disponible* el equipo para que el departamento de producción inicie labores, dejando de lado factores críticos como confiabilidad, mantenibilidad, prevención de riesgos y análisis funcional de fallas, lo cierto del caso es que debe existir complementariedad de estos factores, pero no debe existir una tendencia tan marcada hacia uno de ellos, como es el caso de la disponibilidad para estas empresas. La siguiente gráfica ilustra la tendencia hacia la disponibilidad que siguen las empresas MTS y las MTO:

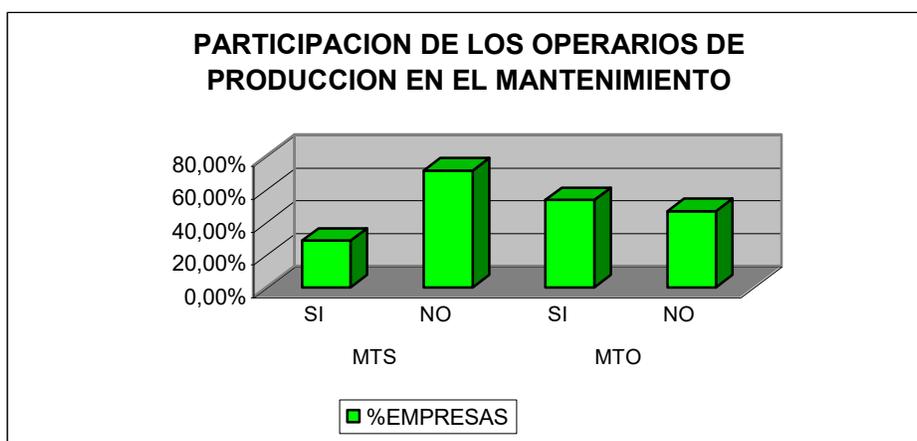


**Grafica. 31. Lo que ataca el mantenimiento dentro de las empresas MTS y MTO**

g. Con relación a la creación y construcción de cartillas instructivas de los procesos y equipos, para la correcta operación, limpieza y mantenimiento, el 63.63% de las empresas *no tienen* guías escritas para realizar la inspección, ni criticidad de fallas, para sus técnicos y mucho menos manuales de procedimiento escritos.

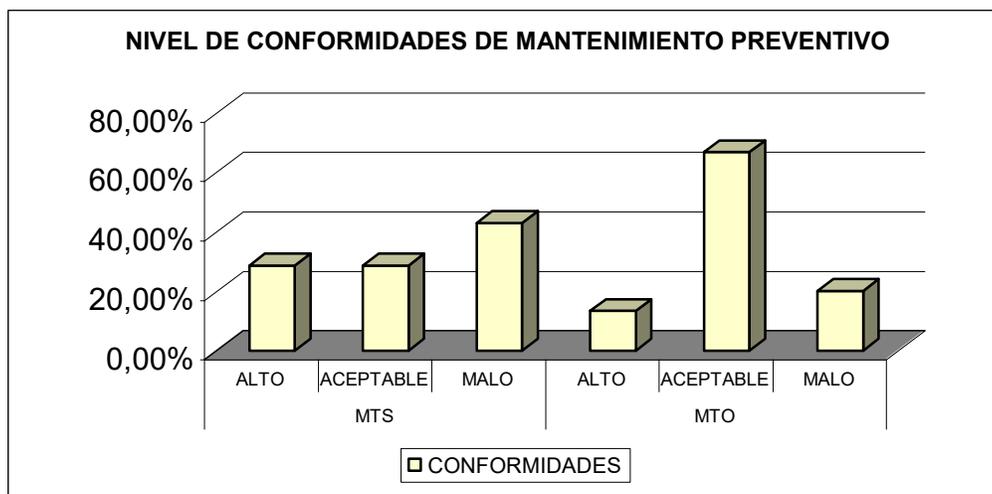
h. Haciendo el análisis de la participación de los operarios adscritos a producción que realizan alguna operación de mantenimiento se encontró que las empresas MTS en un

71.42% no participan de ninguna actividad, mientras que en las empresas MTO el 53.33% sí se vinculan de alguna manera al mantenimiento, por ejemplo en actividades tales como, limpieza de equipos, asistentes de los técnicos, mecánicos y electricistas y ayudantes. Aquí se muestra una oportunidad potencial para las empresas MTO de comenzar con un mantenimiento autónomo, el cual involucra al empleado en la construcción y generación de valor para el proceso productivo. La distribución de participación para ambos grupos de empresas se observa de la siguiente manera:



**Figura 32. Porcentaje de participación de empleados de producción en actividades de mantenimiento para las empresas MTS y MTO**

i. De las empresas MTS que realizan mantenimiento preventivo, el 42.85% aseguran que las conformidades de mantenimientos realizados son *malas*, es decir quedan con algún error de ejecución lo que ocasiona, inseguridad y desconfianza hacia el área de mantenimiento o hacia las personas que realizan el trabajo operativo. Mientras que para las empresas MTO, las conformidades corresponden en un 45%, a trabajos de mantenimiento con margen *aceptable* y un 13.3% de las empresas MTO dicen que la conformidad de mantenimiento es *alta*. Este resultado supone un mejor comportamiento y ejecución para las empresas MTO, del trabajo preventivo que le realizan a las máquinas. Este comportamiento se puede observar en la siguiente Figura:

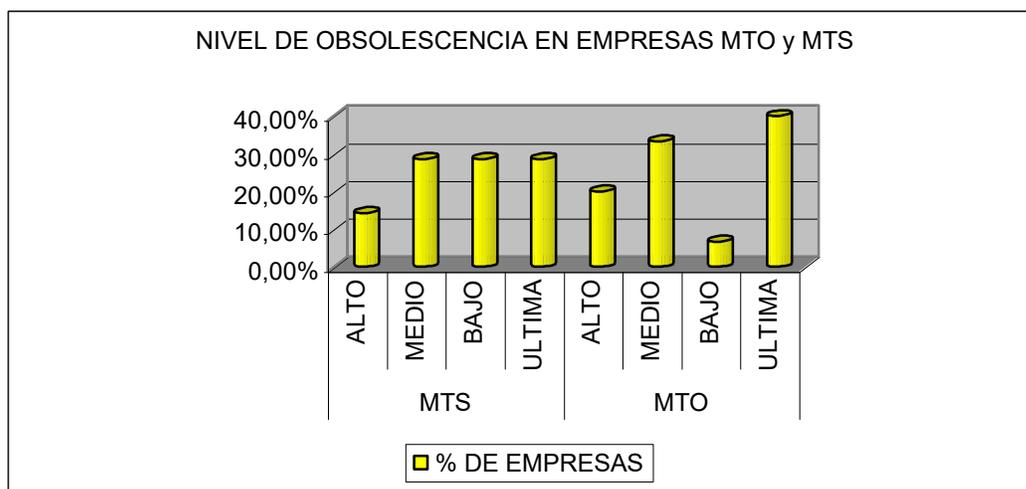


**Figura 33. Nivel de conformidades de mantenimiento preventivo en empresas MTS y MTO**

j. El costo de mantenimiento de los equipos en el ultimo año de producción para las empresas, ha aumentado en el 68.18% de las empresas, mientras que el porcentaje 31.82% dicen que este costo no ha aumentado, esos datos fueron suministrados por las áreas financieras de las empresas. Este mismo comportamiento registran las empresas MTS y MTO, es decir, en ambos grupos de empresas ha aumentado el costo de mantenimiento de sus equipos de producción de forma marcada. Paralelo a este indicador se encuentra que el 77.2% de las empresas estudiadas, tanto las MTO como las MTS, no cuantifican sus costos de mantenimiento en el área respectiva, es decir, en el departamento de Mantenimiento Industrial. El restante 22.8% en sus departamentos de mantenimiento sí miden y cuantifican sus costos de mantenimiento.

k. El personal del área técnica que tiene a cargo la responsabilidad del mantenimiento de los equipos recibe capacitación dos veces por año en 22.72% de las empresas estudiadas, existen otras donde reciben capacitación trimestralmente en el 18.18% y nunca reciben capacitación en temas técnicos, respondieron el 18.18% de las 22 empresas estudiadas. Esta tasa de capacitación es baja, ya que si se pretende empoderar el empleado, los operarios y los técnicos de la organización, se debe tratar de aumentar el promedio anual de capacitación.

j. El grado de obsolescencia de las máquinas de las empresas estudiadas, muestra que el 40% de las empresas MTO poseen y utilizan en sus plantas, máquinas de última generación comparado con un 28.57% de las empresas MTS. De otro lado, el 20 % de las empresas MTO tienen un nivel de obsolescencia alto, comparado con el 14.29 % de las empresas MTS. Como conclusión general de este indicador, tenemos que solo en un 18.18% de las empresas estudiadas existe obsolescencia marcada a través del tiempo, el porcentaje restante pertenece a niveles de ultima generación y en general, con buen parque tecnológico que permita enfrentar calidad de productos, demandas de sus clientes, flexibilidad y en determinado momento producción en altos volúmenes de producción.



**Figura 34. Nivel de obsolescencia de equipos industriales para empresas MTS y MTO.**

Ahora bien, de las entrevistas (ANEXO B y C) realizadas a todas las empresas se pudo conocer con más detalle los procesos estratégicos que éstas, en el área metropolitana Manizales – Villamaría, llevan a cabo en función del área técnica y operativa de la empresas. Vale la pena mencionar que por tratarse de preguntas abiertas y de explicación, la tabulación de la información fue de carácter cualitativo, por lo que se describirán los resultados principales de modo general. Algunos de estos resultados se describen a continuación:

a. El nivel de educación y nivel de capacitación de los obreros, se encuentra un poco descuidado, aunque se concluyó y se analizó anteriormente en el análisis estadístico, es preciso aclarar que el 72.22% de las empresas de la muestra cuentan con técnicos electricistas, mecánicos e instrumentistas con niveles de C.A.P del SENA, mientras que en el 86.36% de estas empresas los operarios de producción, solo cuentan con bachillerato.

Unido a estos resultados se encuentra que la capacitación de las empresas consiste un 68.18%, a temas generales que abarquen la mayor cantidad de empleados, pero en realidad no existe un plan detallado por área, por sección, por actividad empresarial, que permita ofrecer nuevos conocimientos a las personas y aplicarlas en el área específica donde se desarrolle como profesional. Como ejemplo de esto se tiene que se esta programando seminarios de seguridad industrial, ética y crecimiento personal para todos los empleados en una compañía X, en realidad es muy importante conocer y estar preparados en estos temas, pero a este porcentaje (68.18%) de empresas de la región, les ha faltado diseñar la capacitación, por ejemplo para operarios de máquinas, en temas técnicos como metrología, neumática e hidráulica. Para electricistas cursos especializados de PLC's, para mecánicos, cursos de diseño de maquinaria y selección de mecanismos, con el fin de especializar la mano de obra y poder incrementar sus ventajas competitivas.

b. Se visualiza poca participación de los operarios de producción en el control de calidad y supervisión, limitando la capacidad de la empresa de buscar nuevas formas organizacionales basados en grupos autónomos, autodirigidos y autocontrolables , que promuevan la calidad de sus productos en la fuente donde se ejecuta dicho proceso. Esta característica está presente en el 72.72 % de las empresas estudiadas.

c. Las empresas MTS: utilizan para la planeación de la producción y los requerimientos de materiales un pronóstico de venta confiable, concentran en un 55% sus inventarios en producto terminado, sin embargo su rotación es media; en el 57.14% de las empresas estudiadas no utilizan las herramientas estadísticas para el control de sus procesos, es decir, no aplican diagramas de dispersión, análisis de Pareto, diagramas causa y efecto, por lo cual

solo se limitan a llenar registros, pero no se les da tratamiento a estos datos, con el fin de detectar problemas de proceso o de incrementar el nivel de productividad. Mientras que en las empresas MTO, el nivel de no utilización de herramientas estadísticas es de 60%, indicando esto a la región, que podría haber oportunidad de mejora, en caso tal que se promueva la utilización estadística para mejorar procesos, en las empresas objeto de estudio.

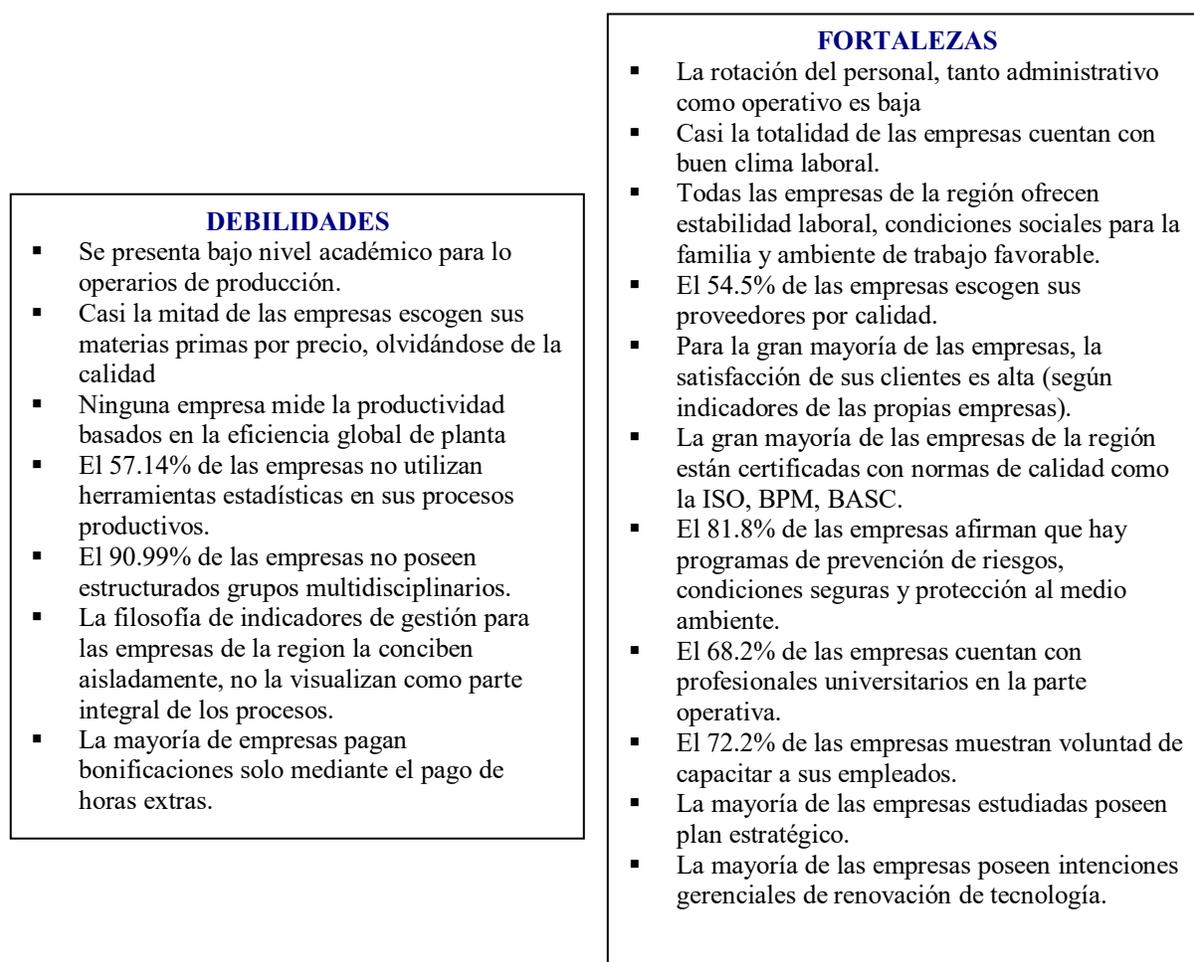
d. Las empresas MTO: utilizan sistemas integrados de planeación y control de la producción para productos complejos con un alto número de partes, transformación de los requerimientos del cliente en una orden de producción en un muy corto plazo (1-2 días), poseen alto nivel de respuesta al cliente, clasifican y les dan seguimiento continuo a proveedores.

e. Solo en el 9.01% de las empresas de la muestra, los empleados de todos los niveles jerárquicos de la organización, se encuentran participando en equipos multidisciplinarios en el co-diseño simultáneo integrados con los clientes, integran la Ingeniería de Diseño y la Ingeniería de Manufactura para la calidad, mantenibilidad y desarrollo de los productos y procesos. El porcentaje restante de empresas no hace promoción de trabajo en equipo, ni actividades interdisciplinarias que motiven a los empleados a aportar sugerencias en beneficio de los procesos y productos.

f. En cuanto a la práctica de administrar y controlar los procesos productivos mediante indicadores de gestión, solo el 18.18% de las empresas estudiadas poseen indicadores por áreas y por proceso integrados, el resto de empresas no tienen indicadores que confirmen realmente el estado y desempeño de la empresa desde el punto de vista productivo, de estas empresas algunas pocas tienen indicadores por área, pero funcional independientes como islas dentro de la organización, los cuales no muestran integración con el resto de la empresa.

#### 8.4.4. Matriz DOFA para el diagnóstico de las empresas de la región

Con el objetivo de detectar la relación entre las variables más importantes del presente diagnóstico se muestra a continuación la matriz con las fortalezas y debilidades internas más importantes generadas en las empresas estudiadas y arrojando como resultado características en común. De otro lado, se presenta las oportunidades y amenazas externas al grupo de empresas estudiadas. La importancia del uso de esta matriz radica en la importancia para analizar la posición competitiva del grupo de empresas de la región estudiada. La siguiente figura ilustra las principales fortalezas y debilidades detectadas con el diagnóstico para la parte administrativa en las empresas.



**Figura 35. Principales debilidades y fortalezas administrativas identificadas a partir del diagnóstico**

Luego de identificar las características del área administrativa de las empresas, se procede entonces a identificar las principales características en lo referente a la función de mantenimiento mediante el mismo procedimiento anterior, es decir, debilidades y fortalezas, mediante la clasificación ENAPS.

<b>PRINCIPALES DEBILIDADES</b>	
<b>EMPRESAS MTS</b>	<b>EMPRESAS MTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Practican mantenimiento correctivo en un 57%</li> <li>▪ Atacan principalmente la disponibilidad de equipos</li> <li>▪ Un 28.57% atacan disponibilidad.</li> <li>▪ El nivel de averías por turno de producción es medio.</li> <li>▪ No hay cartillas instructivas de los procesos, ni de la operación de las maquinas.</li> <li>▪ Para el 71.42% de las empresas MTS los operarios de producción no participan en funciones de mantenimiento.</li> <li>▪ El nivel de conformidades de mantenimiento preventivo es malo en el 42.85%.</li> <li>▪ Para estas empresas ha aumentado el costo de mantenimiento en su ultimo año.</li> <li>▪ El Tiempo Medio Entre Fallas es bajo para todas las empresas MTS.</li> <li>▪ Hay poca capacitación técnica para los responsables del mantenimiento.</li> <li>▪ Solo el 13.3% tienen un margen alto de conformidades de mantenimiento preventivo</li> <li>▪ El 77.2% no cuantifican el mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Practican mantenimiento correctivo en un 60%</li> <li>▪ El Tiempo Medio Entre Fallas es bajo para el 46.67%.</li> <li>▪ Atacan principalmente la disponibilidad de equipos.</li> <li>▪ En el 46.66% de las empresas MTO los operarios de producción no participan en el mantenimiento de sus equipos.</li> <li>▪ Ha aumentado el costo de mantenimiento en el último año.</li> <li>▪ El 68.18% de las empresas les ha faltado diseñar capacitación en formación técnica.</li> <li>▪ Además, atacan mantenibilidad en un 13.33%</li> <li>▪ Grado de obsolescencia de maquinaria en un 14.29%</li> </ul>
<b>PRINCIPALES FORTALEZAS</b>	
<b>EMPRESAS MTS</b>	<b>EMPRESAS MTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El 43% de estas empresas realiza mantenimiento preventivo en algún nivel.</li> <li>▪ El 71.43% de las empresas tienen sus equipos listos para producción.</li> <li>▪ Existe software de manejo de información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El nivel de averías es bajo.</li> <li>▪ Aparecen el mantenimiento mejorativo y sistemático en algunas empresas.</li> <li>▪ El tiempo medio entre fallas es alto para el 53.33% de estas empresas.</li> <li>▪ La mayoría de estas empresas tienen sus equipos de producción disponibles</li> <li>▪ Un poco mas de la mitad de estas empresas sus operarios de producción se vinculan a actividades de mantenimiento.</li> <li>▪ El 40 % de estas empresas utilizan maquinas de última generación en sus procesos.</li> <li>▪ Las conformidades de mantenimiento preventivo es aceptable para el 45% empresas.</li> </ul>

**Figura 36. Principales debilidades y fortalezas para las empresas MTS y MTO**

El tamaño de muestra del estudio elegido para tener validez estadística de representatividad de los sectores escogidos se consideró de 20 empresas, las más representativas del área metropolitana Manizales - Villamaría. Aceptaron participar activamente 22 empresas. Gracias a lo anterior se considera que las conclusiones y resultados de este diagnóstico, sobre la industria manufacturera de región, sirvan como conclusiones de una población general, ya que se está estudiando el 88% de la población total de las empresas del área estudiada. Las conclusiones aquí presentadas describen la forma como la región se está comportando con relación a factores administrativos, operativos y técnicos, pero haciendo especial énfasis en la parte productiva y sesgando la información hacia la gestión de mantenimiento industrial que presentan las empresas.

Los beneficios del diagnóstico realizado para los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

El análisis de los principales factores de la administración del mantenimiento industrial, por medio de la metodología ENAPS (MTS, MTO) permitió a las empresas participantes verificar si realmente se desempeñan de acuerdo a su enfoque productivo, ayudó a comprender mejor el tipo de práctica que las empresas pueden llegar a utilizar en sus procesos y permitió segmentar información identificando características comunes como oportunidad de mejora basados en la teoría de Mantenimiento Productivo Total.

Además, se pretendió identificar procesos claves de las organizaciones desde el punto de vista general (no con metodología ENAPS), en áreas como recursos humanos, producción, proveedores, seguridad industrial, calidad e ingeniería, con el fin de ambientar el diagnóstico hacia los problemas claves que se puedan mejorar, por medio del Mantenimiento Productivo Total, los cuales tendrán su respectiva propuesta de mejoramiento, cuando a lo largo de esta investigación se formulen modernos enfoques administrativos y operativos.

## **9. ANALISIS DE LA FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LA EMPRESA MEALS DE COLOMBIA (EMPRESA REFERENTE)**

Para la presente investigación se ha escogido a Meals de Colombia planta Manizales, como la empresa referente, ya que cuenta con todas las características de clase mundial para el objeto de estudio de dicha investigación. Vale la pena mencionar que esta compañía es la única de la región y de las pocas en Colombia, que tiene implementado el Mantenimiento Productivo Total en un gran porcentaje. Muy amable y generosamente los directivos y empleados de esta compañía aceptaron y aportaron su valor agregado en la elaboración de esta investigación, permitiendo realizar visitas de días enteros en la planta, revisando documentación propia de la empresa del modelo TPM, observando los procesos que funcionan como soporte del TPM, realizando entrevistas diseñadas previamente con el fin de centrar y ubicar la información precisa y detallada y contestando cuestionarios diseñados para ubicar los referentes teóricos y prácticos necesarios para el análisis, la cual se ajustará con los requerimientos que se busca para la investigación y abriendo definitivamente las puertas a la región para que sirvan, en algún momento como modelo Administrativo y Productivo con el fin de mejorar la competitividad empresarial para las industrias manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría.

### **9.1 Historia de la Empresa Referente**

Helados La Fuente nace a partir de la idea de una agrupación de antioqueños, quienes pretendían producir y comercializar helados con el fin de crear y satisfacer una demanda de este tipo de productos (año 1941)<sup>8</sup>.

En el año de 1950 la empresa comienza una nueva etapa, trasladan toda su infraestructura productiva a unas nuevas instalaciones y se generan nuevos esquemas de producción y

---

<sup>8</sup> Tomado de: Compendio de Información sobre TPM. Unilever Andina. Agosto de 2000. Manizales

distribución y empieza a consolidarse la imagen corporativa, trascendiendo las fronteras regionales. Para todo esto se requería un punto de fabricación y el lugar escogido para ello fue Manizales (principios de los 80's).

Helados La Fuente ha sufrido desde su fundación grandes cambios. En septiembre de 1994 Unilever compra el 50% de la compañía, cierra la fábrica de Medellín y fortalece la operación en Manizales. En abril de 1997 Unilever adquiere el porcentaje restante, establece cooperativas de trabajo asociado, comienza un acelerado programa de inversión, innovación, recursos humanos y portafolio de productos.

En Octubre de 2001 se fusionó con Meals de Colombia buscando generar valor de sus productos y ampliando capacidad de planta para consolidarse como la principal empresa productora de helados a nivel nacional [13].

## MISIÓN

“Con gente exitosa y entusiasta superamos las expectativas de consumidores y clientes ofreciendo alimentos de calidad, con énfasis en productos congelados que brinden deleite, nutrición y diversión”.

“Por los valores que practicamos somos ejemplo para la comunidad y buscamos el máximo beneficio para todos nuestros relacionados”.

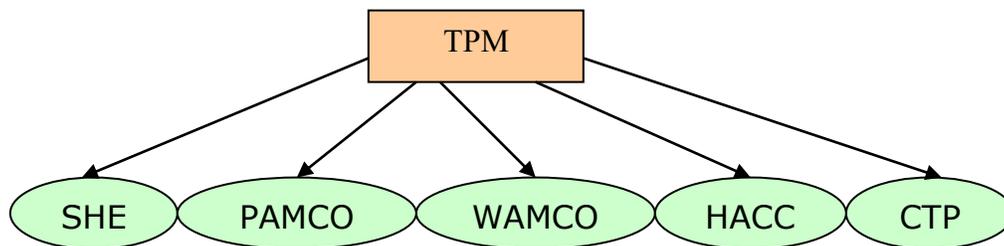
## VISIÓN

“Ser la empresa de mayor crecimiento, rentabilidad y solidez en el sector de alimentos, por tener la mejor gente que se identifica con los objetivos de la organización y logra sus metas personales”.

## VALORES

- ✓ “Gente exitosa: personas con metas claras en la vida, actitud positiva, valores coherentes con los de la organización que logran un desarrollo personal equilibrado. Personas más adecuadas para cada cargo que alcanzan metas exigentes de mejoramiento, se desarrollan y se sienten orgullosas, comprometidas y satisfechas con la organización. Personas que hacen las cosas bien, participan y logran el mejoramiento de los procesos”.
- ✓ “Clientes satisfechos: anticipación e identificación permanente de necesidades y requisitos de consumidores y clientes, llegando a ellos en la forma más adecuada y efectiva para lograr su total satisfacción, lealtad y permanencia con la empresa. Anticipación e identificación permanente de necesidades y requisitos de clientes internos para lograr su total satisfacción. La calidad de trabajo se mide por la satisfacción total de los clientes”.
- ✓ “Calidad de productos y servicios: productos y servicios exitosos e innovadores que cumplen 100% los requisitos de cada cliente. Aseguramiento permanente del cumplimiento de los requisitos acordados con cada uno de los clientes internos y externos”.

## 9.2 Programas de la Compañía



**Figura 37. Programas soporte del TPM en Meals de Colombia.**

Para desarrollar el Mantenimiento Productivo Total en Meals de Colombia, se empezaron a ejecutar paralelamente programas que sirvieron como soporte del objetivo principal, es decir, el TPM no podía funcionar por si solo, se requería entonces de la integración de muchos eslabones productivos al interior de la empresa, por ejemplo, se necesitaba implementar una política sobre seguridad industrial y manejo de salud y riesgos laborales (SHE), además se debía manejar un programa de calidad e inocuidad para sus productos(HACCP), manejaron también un Control Total de Perdidas(CTP), seleccionaron los puntos críticos de la empresa para generar una política de desperdicios de sus materias primas a lo largo de toda la cadena de valor productiva (WAMCO) y finalmente manejaron un control específico sobre la maquinas y la integración de estas a la efectividad global de la planta (PAMCO). Todos estos programas con el único fin de darle soporte a la política de TPM que se estaba implementando al interior de la compañía; la ilustración de todos estos programas y la integración con el TPM se ilustra en la Figura 37.

A continuación se define cada uno de estos programas:

**1. Control Total de Pérdidas (CTP):** busca identificar cualquier oportunidad de pérdida, que afecte no solo a personas sino a las instalaciones, el ambiente, las materias primas, los insumos, etc., con la finalidad de desarrollar medidas de control que eviten su ocurrencia o que motiven sus consecuencias. La siguiente lista hace parte del programa CTP implementado en Meals de Colombia:

- E1: Liderazgo y administración
- E2: Entrenamiento en liderazgo
- E3: Inspecciones planeadas y mantenimiento
- E4: Análisis y procedimientos de tareas
- E5: Investigación de accidentes/incidentes
- E7: Preparación para emergencia
- E9: Análisis de accidentes/incidentes
- E10: Entrenamiento de conocimientos y habilidades
- E11: Equipo de protección personal

E12: Controles de higiene y salud

E14: Administración para el cambio

E17: Promoción general

E19: Administración de materiales y servicios

El control total de pérdidas dentro de Meals de Colombia cubre las siguientes áreas específicas, mediante programas claramente establecidos, de la siguiente manera:

- Política de seguridad, salud y ambiente: evidencia del compromiso gerencial por la preservación del bienestar físico de sus colaboradores.
- Inspecciones de seguridad, salud y ambiente: oportunidad para la identificación, evaluación y control de riesgos reales o potenciales.
- Normas generales de seguridad y salud: estándares de seguridad, salud, protección ambiental o calidad que contribuyen a eliminar pérdidas.
- Análisis de incidentes (lecciones aprendidas): oportunidad para aprender de pérdidas reales, evitando que se vuelvan a repetir.
- Panorama detallado de riesgos y evaluaciones: identificación de los riesgos en cada uno de los puestos de trabajo para definir medidas correctivas, evaluaciones de ruido, iluminación ergonómica para hacer más seguro el puesto de trabajo, garantizando la salud de los colaboradores.
- Preparación para la emergencia: qué hacer si la pérdida se presenta para disminuir sus consecuencias a través de su oportuno control.
- Capacitación: aprendiendo a conocer y manejar riesgos para evitarlos o corregirlos antes que la pérdida se presente.
- Hazop: oportunidad para identificar riesgos tecnológicos evaluándolos y definiendo más medidas de control.

La siguiente es la lista detallada, parte por parte, de los riesgos que cubre el Control Total de Pérdidas en Meals de Colombia.

**Tabla 5. PANORAMA DETALLADO DE FACTORES DE RIESGO  
(por línea, por sección, por puesto de trabajo)**

**Físicos**

Ruido  
Iluminación  
Temperatura  
Electricidad  
Vibración

**Locativos**

Pisos  
Techos  
Escaleras

**Biológicos**

Hongos/bacterias  
Desperdicios

**Ambiente**

Contaminación de aguas  
Diseño inadecuado  
Contaminación de aire  
Contaminación por ruido  
Contaminación visual  
Derroche de recursos naturales

**Condiciones normales de  
Funcionamiento**

Parámetros de proceso  
Componentes químicos  
Fallo en servicios  
Puesta en marcha  
Productos secundarios

**Trabajo de alto riesgo**

Trabajo en alturas  
Trabajo en caliente

**Químicos**

Gases  
Neblinas  
Material particulado

**Seguridad**

Maquinaria  
Herramientas  
Accesorios

**Ergonómicos**

Sobreesfuerzos  
Malas posturas  
Trabajo repetitivo  
Levantamiento de cargas

**Componentes físicos del proceso**

Fallo mecánico  
Fallo componentes  
Fallo sistema de control  
Fallo de seguridad

**Accidentes externos**

Transporte  
Estación de carga  
Tráfico naval  
Viento  
Inundaciones  
Relámpagos

**2. Análisis de peligros y puntos críticos de control ó Hazard análisis critical control point (HACCP):** es un enfoque sistemático para identificar peligros y estimar los riesgos que puedan afectar la inocuidad de un alimento, a fin de establecer las medidas para controlarlos. Este sistema hace énfasis en la prevención desde su producción primaria hasta el consumo final. Es un sistema racional, sistemático y continuo.

Principios:

- Identificar los peligros, estimar riesgos y establecer las medidas para controlarlos.
- Identificar los puntos donde el control es crítico para la inocuidad del producto.
- Establecer los límites a cumplir en esos puntos críticos.
- Establecer procedimientos para vigilar mediante el monitoreo de los límites críticos.
- Definir los correctivos a aplicar cuando hay una desviación de los límites críticos.
- Mantener una sistema de documentación sobre el sistema.
- Establecer procedimientos para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Formatos de control:

- Control de proceso en planta
- Control de proceso en Producto Terminado

Formatos de verificación:

- Check List pre y post aseo diario
- Check List de contraflujo mensual
- Check List de despiece batidora y accesorios mensual

El anexo H ilustra un Registro HACCP – BPM el cual contiene un formato de verificación pre y post aseo diario, en donde se puede apreciar las variables a controlar, especificando la línea, el tipo de peligro de esa línea (químico o físico), se enuncia la medida de control a ejecutar ( en caso de salir positivo el peligro), se ilustra el limite critico de la verificación y se propone una acción correctiva. Ahora bien estos registro deben seguir el mismo

comportamiento antes de empezar el proceso productivo de una línea de producción y al finalizar el turno de producción.

### ***3. Seguridad, Salud y Ambiente ó Security – Health – Enviroment (SHE):***

a. TPM fortalece algunos programas correspondientes a SHE. Por esto el pilar o programa de Seguridad, Salud y Medio Ambiente debe ser un puente para le manejo de información, programación de actividades, y evaluación de resultados. Es fundamental la integración del programa de Control Total de Perdidas (CTP) con el Mantenimiento Productivo Total (TPM), mediante la coordinación y direccionamiento de los esfuerzos al trabajar los elementos bajo la filosofía general del Mantenimiento Total Productivo enfocados en los aspectos propios de cada uno de los pilares del TPM.

b. Revisar y dar a conocer la matriz de integración de actividades de CTP-TPM y definir responsabilidades concretas para cada uno de los lideres de Pilar y de los Elementos. (esta es una herramienta para unir los esfuerzos).

c. Apoyar el sistema hombre- máquina, mediante el desarrollo de medidas para evitar acciones que originan accidentes y evitar accidentes originados por el equipo con el que interactúan las personas.

d. Las actividades programadas por el pilar de Seguridad, deben sugerir y motivar cambios en comportamiento y actitud frente al trabajo, con el fin de tener áreas, procedimientos, procesos, materiales y equipos seguros.

e. El plan de Seguridad, salud y medio ambiente, debe considerar la ergonomía (estudio, plan de acción e implementación) y el manejo ambiental (considerando agua, aire, ruido, residuos sólidos)

f. Es fundamental el apoyo y relación estrecha con los pilares: Mantenimiento Autónomo, Mejora Enfocada, Mantenimiento Planificado, Capacitación y entrenamiento.

g. Crear un sistema que permita visualizar e incentivar el reporte de incidentes y accidentes de trabajo.

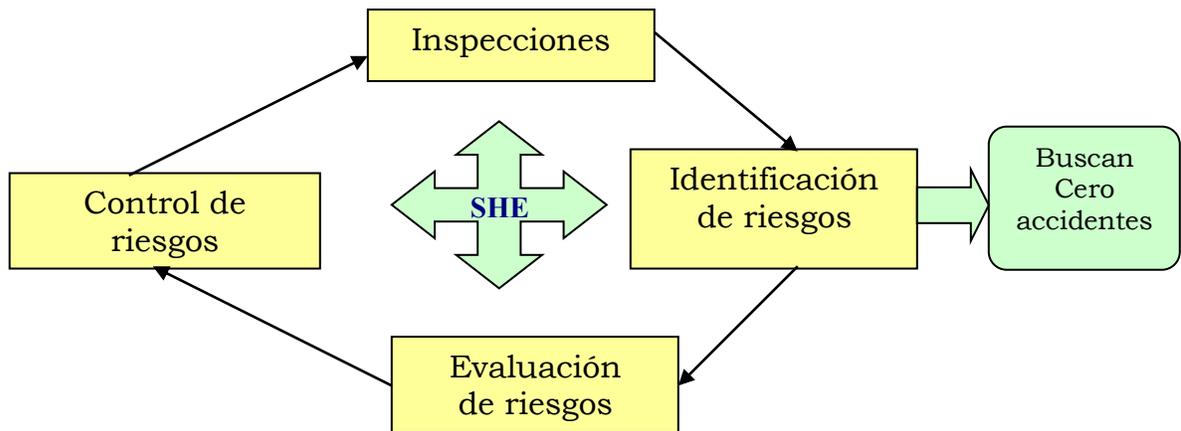
h. Mejorar el mecanismo para llevar la información al personal de la empresa y tener una retroalimentación permanente de la misma, lo que permita evaluar el sistema y tomar acciones correctivas sobre el plan de trabajo.

Política:

- ✓ “Promover la protección de la vida y de la salud de sus colaboradores, visitantes, contratistas, manteniendo un ambiente seguro y saludable”.
- ✓ “Preservar el patrimonio físico de la empresa, involucrando la preparación y control de emergencias”.
- ✓ “Prevenir efectos dañinos para el ambiente, actuando siempre de conformidad con la legislación nacional y las normas corporativas sobre la materia”.

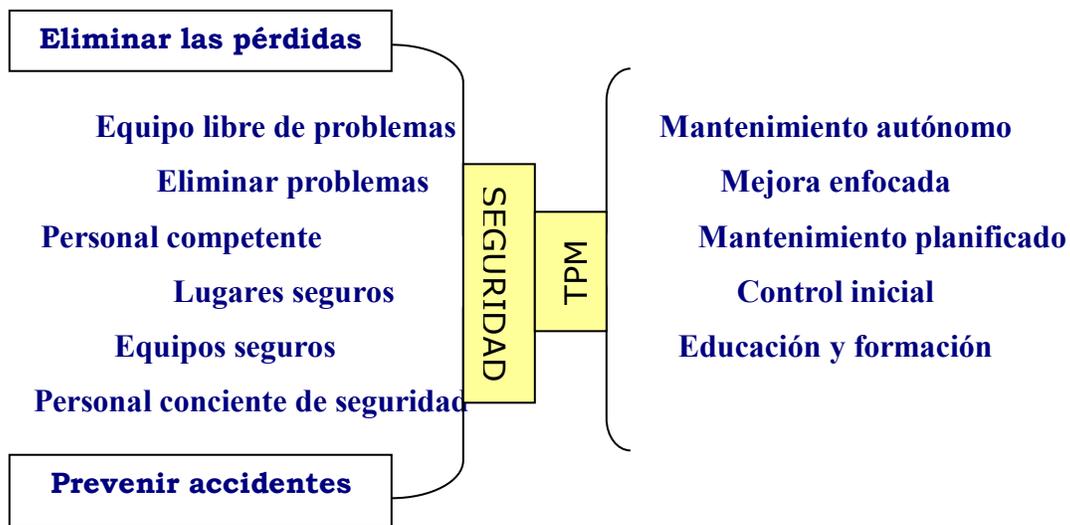
Esta política debe ser aplicada en todos los lugares y unidades de la empresa y todos los trabajadores son responsables de su ejecución en el campo de sus actividades.

La siguiente figura ilustra los cuatro aspectos fundamentales que abarca el programa de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SHE) dentro de Meals de Colombia:



**Figura 38. Programa SHE en Meals de Colombia**

Si se han corregido el 85% o más de las novedades encontradas durante las inspecciones, se da bonificación a los empleados de la compañía. La siguiente ilustración muestra la relación estrecha que tiene el TPM con la seguridad industrial, donde la combinación de los dos programas eliminan pérdidas y previenen accidentes.



**Figura 39. Integración del programa SHE con el TPM en Meals de Colombia.**

**4. Control y Monitoreo de Residuos ó Waste monitoring and control (WAMCO):** Es una herramienta para el monitoreo y control de los residuos generados por las líneas de producción. Lo que pretende principalmente este programa es reducir las pérdidas de materias primas y material de empaque en la planta.

Puntos de Medición: la empresa identificó puntos importantes donde, por la complejidad del proceso se generaban desperdicios, estos puntos son:

M1: Almacenes (materias primas, producto semiterminado, material de empaque).

M2: Mix pasteurización

M3: Freezer

M4: boquillas

M5: producción con agregados

M6: salida de máquina

M7: producto terminado sin envoltura

M8: producto terminado con envoltura

M9: paletizado

M10: sala de cobertura

M11: regeneración de Rework

M12: producto devuelto de cámara

M13: mix producción

M14: overrum incorporado

M15: agregado según la cobertura, salsa

M16: agregado según QA menos cobertura

Este programa sirve para cuantificar los costos de desperdicio (medido en Kilogramos y automáticamente en pesos \$) y determinar el total de reprocesos (medidos en Kilogramos) ocasionados durante un turno de producción. Una vez cuantificados y medidos sirven como herramienta para las actividades de mejora enfocada.

El anexo I ilustra un formato WAMCO para una línea de producción en particular, donde se especifica los kilogramos de desperdicio, se asigna la codificación respectiva por M1....16 y se coloca la observación respectiva al desperdicio.

### **5. Control de Plantas y Máquinas ó Plant and Machine Control (PAMCO):**

Es un mecanismo que permite establecer términos claros y definiciones precisas, para permitir que la información y los datos en este campo tengan más sentido y sean universalmente entendidos. El objetivo del PAMCO es proveer una herramienta de comunicación e información que representa muchos beneficios para la compañía, además ayuda a controlar y reducir los tiempos por pequeños paros, paros mecánicos rutinarios en las plantas y equipos. Se debe definir y entender la siguiente terminología con el fin de codificar cualquier tipo de parada en el flujo productivo de la empresa:

Tabla 6. FORMATO DE CONTROL

#### 1. Paros mecánicos y/o imprevistos

##### **Falta de materiales**

- 1101 Falta de mezcla
- 1102 Falta de materia prima y empaque en planta
- 1103 Falta de materia prima y empaque en fábrica

##### **Falta de personal**

- 1201 Accidente
- 1202 Inasistencia
- 1203 Falta de personal o reemplazo

##### **Daño mecánico (batidoras)**

- 1315 Bandas de reductor
- 1316 Bombas
- 1317 Cilindro
- 1318 Canastilla
- 1319 Cuchillas
- 1320 Sello mecánico
- 1321 Sistema neumático
- 1322 Compresores de amoniaco

**Falla en servicios**

- 1404 Refrigeración
- 1405 Fuga de amoniaco
- 1406 Aire comprimido
- 1407 Servicios públicos
- 1408 Agua
- 1409 Electricidad

**Otros imprevistos**

- 1601 Falta de canecas
- 1602 Falta de capacidad de almacenamiento
- 1604 Espera de cono duro
- 2. Paros rutinarios

**Preparación**

- 2101 Ajuste de frío
- 2103 Adaptación de equipos

**Aseo**

- 2201 Aseo general
- 2204 C.I.P.

- 3. Paros planeados
- 31. Mantenimiento preventivo
- 32. Ensayos
- 33. Instalación de equipos en planta
- 34. Falta planeada de servicios
- 35. Falta planeada de personal
- 36. Cambio de programa

Ahora bien, a la hora de la recolección de la información de todos los formatos PAMCO generados en un turno de producción, es útil definir los siguientes términos:

TIEMPO MAXIMO	
TIEMPO DISPONIBLE	<b>TIEMPO NO DIPONIBLE</b>
TIEMPO UTILIZADO	<b>TIEMPO DAPONIBLE NO UTILIZADO</b>
TIEMPO OPERATIVO	<b>PAROS PLANEADOS</b>
TIEMPO PRODUCTIVO	<b>PAROS RUTINARIOS PREVISTOS</b>
	<b>PAROS IMPREVISTOS</b>

**Figura 40. Tiempos utilizados en programa PAMCO. Meals de Colombia**

a. Tiempo disponible: es el tiempo durante el cual la máquina puede ser utilizada dentro de los límites normales.

Tiempo no disponible: tiempo durante el cual la máquina no es operada debido a:

1. Mantenimiento preventivo
2. Regulaciones y normas

b. Tiempo utilizado: tiempo durante el cual el equipo está siendo utilizado por producción.

Tiempo disponible no utilizado: es aquel tiempo en que el equipo puede ser operado pero no se ha programado producción debido a la falta de órdenes de venta.

c. Tiempo operativo: es el tiempo durante el cual el equipo está programado para producir.

Paros planeados: es el tiempo durante el cual la maquina no debe ser operada debido a razones organizacionales o de ingeniería.

d. Tiempo productivo: tiempo máximo durante el cual se podría esperar que la máquina esté siendo operada productivamente.

Paros rutinarios previstos: es el tiempo durante el cual la máquina no puede producir por encontrarse detenida debido a actividades rutinarias que se deben realizar mientras la máquina esté programada.

e. Tiempo efectivo: es el tiempo que se requiere para entregar producto apto si la máquina se encuentra operando a su velocidad especificada o entrega la producción especificada para un periodo de tiempo definido.

Paros imprevistos: es el tiempo durante el cual la máquina no puede producir por encontrarse detenida a eventos no rutinarios e identificables.

- Velocidad especificada: es la velocidad óptima de operación de la máquina para un producto determinado, sin algún tipo de holgura para pérdida de eficiencia.

a. Eficiencia Productiva: mide cuan eficiente ha sido operada una máquina por producción dentro del tiempo que estaba bajo su control.

$$PE = E / P * 100\% \text{ (Ec. 1)}$$

b. Eficiencia Operacional: mide cuan eficiente ha sido operar una máquina por producción, dentro del tiempo que estaba planificado que la máquina opere productivamente.

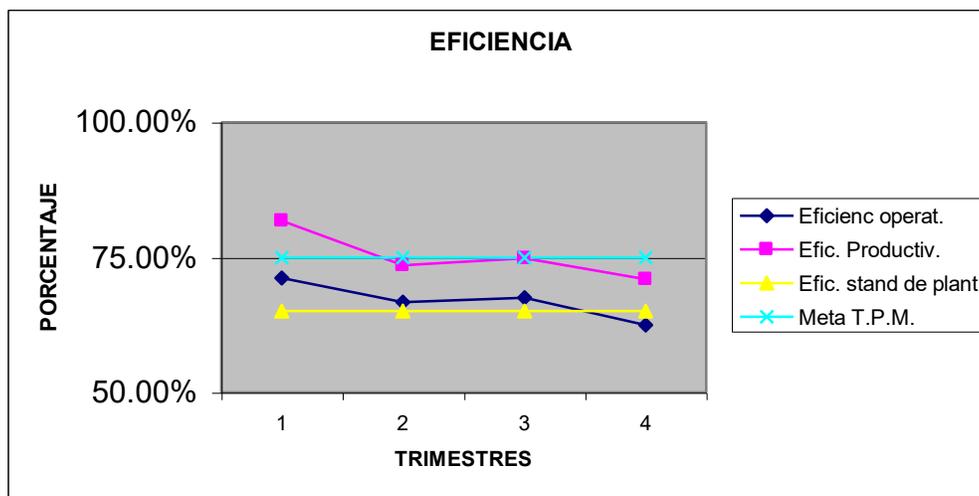
$$OE = E / O * 100\% \text{ (Ec 2)}$$

La siguiente tabla ilustra datos consolidados del año 2000, con el fin de analizar en detalle la eficiencia operativa y productiva contra la meta del TPM:

**Tabla 7. Datos de las eficiencias por trimestres a lo largo del año 2000. Meals de Colombia**

<b>2000</b>	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>
Hras. Trabajad.	2903	2325	2594	2157
Eficienc operat.	71.18%	66.67%	67.57%	62.51%
Efic. Productiv.	81.80%	73.54%	74.88%	71%
Efic. stand de plant	65%	65%	65%	65%
Meta T.P.M.	75%	75%	75%	75%

El resultado de la tabulación de los datos anteriores, aparece en la siguiente gráfica donde se muestra que la eficiencia estándar de la planta fue superada por la eficiencia productiva y operativa, mientras que la meta del TPM se encuentra en un 75 % como dato constante a lo largo de todo el año.



**Figura 41. Eficiencias por línea de producción año 2000. Meals de Colombia**

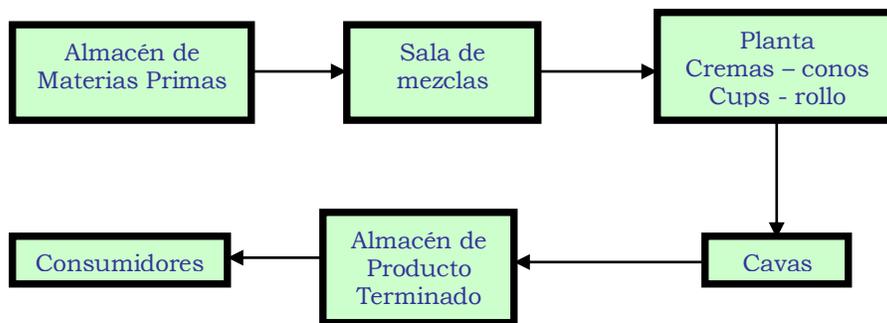
Una vez se han explicado los programas que soportan el programa líder en Meals de Colombia, se procede a explicar como se implementó el TPM como tal, y se ilustra los resultados obtenidos con indicadores de gestión, con el fin de comprobar la evolución y la gran utilidad del modelo al proceso productivo de la compañía. Por lo tanto PAMCO permite ver la utilización de los activos y una metodología para calcular las capacidades reales de los equipos.

### 9.3 Mantenimiento Productivo Total en Meals de Colombia

Se orienta hacia el crecimiento de la organización mediante el mejoramiento de la capacidad productiva, desarrollando la capacidad del personal.

Cadena de valor productiva de Meals de Colombia planta Manizales:





**Figura 42. Ciclo productivo en Meals de Colombia**

Una de las principales ventajas competitivas que posee Meals de Colombia es que aplican el modelo de Mantenimiento Productivo Total, no solo a su planta de producción, sino también a otras áreas estratégicas de la cadena de valor, por ejemplo, en la sala de mezclas o en cavas, etc, este es un claro ejemplo que TPM se puede aplicar en el área administrativa de una compañía. Pero además algo que se inculca a todas las personas de la organización es que TPM también sirve para ser aplicado a la vida de cada uno de sus empleados contribuyendo al crecimiento personal. De hecho, es el fundamento principal: el TPM no es solo para las máquinas, es para las personas.

#### **9. 4 Implementación del TPM en Meals de Colombia**

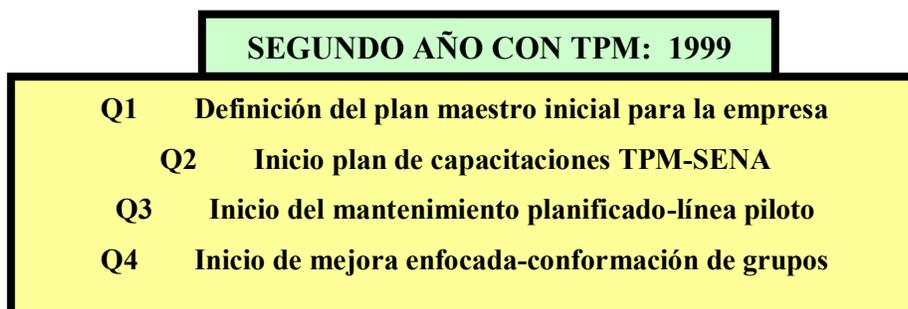
Como antecedente de este exitoso proyecto se tiene que en la fecha en la cual el proyecto se estaba implementando, la empresa era propiedad de Unilever Andina y fue precisamente gracias a esta influencia internacional que la empresa empezó a implementar este modelo, además la Multinacional en mención había ganado varias veces el premio TPM a nivel mundial otorgado por el Instituto Japonés de Plantas Industriales. Sin embargo es de admirar que fue precisamente con el recurso humano Manizalita, operarios, ingenieros, gerentes, entre otros, con los cuales el proyecto salió triunfante y hoy por hoy es la única empresa en el área metropolitana Manizales-Villamaría y de las pocas en Colombia que tiene implementado con éxito el Mantenimiento Productivo Total.

A continuación se ilustra el cronograma del proyecto efectuado desde 1997 por la compañía con el único propósito de fijar el rumbo y dejar las metas claras para la implementación, ejecución y puesta en marcha del modelo TPM en Meals de Colombia.



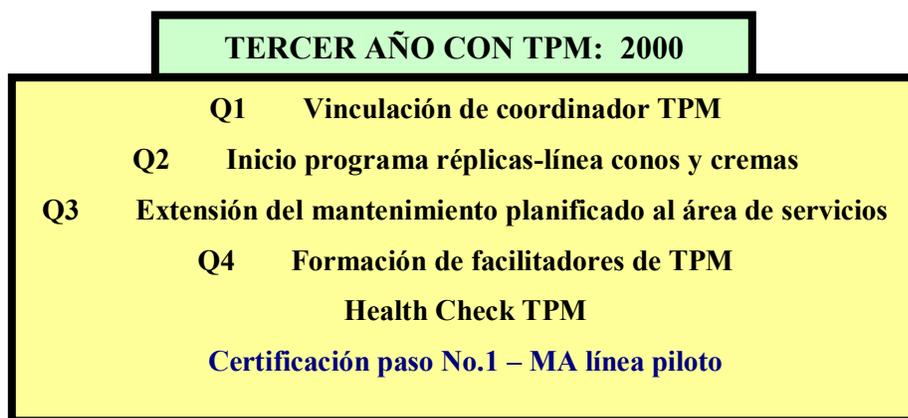
**Figura 43. Primer año del TPM en Meals de Colombia**

Vale la pena mencionar que el TPM se implementó primero en una sola línea de producción, por lo que se necesitaba escoger una línea piloto donde se desarrollara el programa. Por lo tanto, se escogió la Paleta Rollo 27 gracias a que era la que más referencias o presentaciones tenía, los cambios de presentación eran dispendiosos y tenía problemas mecánicos de paros inesperados y prolongados. En este primer año se inició con el mantenimiento autónomo y se ejecutó el plan maestro básico para la ejecución del proyecto.



**Figura 44. Segundo año del TPM en Meals de Colombia**

El segundo año estaba diseñado para dar a conocer el Plan Maestro del TPM, iniciaron las capacitaciones en áreas tecnológicas con el SENA regional Caldas, inicia el Mantenimiento Planificado de la línea piloto y las políticas de mejora enfocada empiezan su marcha con la relación entre operarios, mecánicos, coordinadores, integrando los costos de la operación y la propia planta con sus respectivas máquinas. Por lo tanto, la mejora enfocada es Interdisciplinaria, ya que agrupa personal de distintas áreas estratégicas de la organización en la solución de problemas.



**Figura 45. Tercer año del TPM en Meals de Colombia**

Durante el tercer año se nombro un coordinador de TPM encargado definitivamente y de tiempo completo de la administración del proyecto, iniciaron la formación de facilitadores de TPM, además el mantenimiento planificado se extendió al área de servicios, tales como, compresores de refrigeración y aire comprimido.

#### **CUARTO AÑO CON TPM: 2001**

**Q1 Vinculación de toda el área de producción en TPM, inicio de la implementación en línea galletera y cups.  
Extensión del plan de capacitaciones técnicas-SENA a toda la planta, incluyendo despachos y almacén.**

**Figura 46. Cuarto año del TPM en Meals de Colombia**

Durante el cuarto año se extendió el programa TPM al resto de las líneas de producción, despachos y almacén.

El primer paso para concretar la implementación fue diagnosticar el estado real de la planta desde el punto de vista eficiencia de máquinas, utilización de activos, cálculo de capacidades reales de equipos.

El primer pilar que se implementó fue la capacitación constante a sus empleados y el crecimiento continuo en temas tecnológicos enfocados al conocimiento de los procesos productivos de su giro de negocio.

#### **9.4.1 Primer Pilar implementado en Meals de Colombia : Capacitación**

En Meals de Colombia organizaron grupos de trabajo por líneas de producción, con su respectivo lema, logo y nombre del grupo. Este sistema promueve el trabajo en equipo y fomenta la integración entre todos los empleados.

Con el fin de instruir en los temas necesarios, acordes con el proceso industrial que se maneja dentro de la organización se seleccionaron unos cursos básicos y se clasificaron a los empleados por medio de un diagnóstico inicial, quedando los siguientes grupos de formación:

- Principios básicos para el mantenimiento autónomo.
- Refrigeración básica
- Principios básicos de neumática
- Principios básicos de electroneumática
- Introducción a los P.L.C.
- Lubricación
- Elementos de máquinas I y II

De esta manera cada empleado recibía módulos impartidos por el SENA regional Caldas en estas áreas del conocimiento, con el fin de iniciar así la implementación del TPM y obtener la certificación respectiva en el área de conocimiento adquirida.



**Foto 1. Coordinadores, operarios y mecánicos inspeccionando y detectando defectos  
Cortesía: Meals de Colombia. Año 2002**

Vale la pena mencionar que no solo se prepararon y se capacitaron los empleados en conceptos teóricos, también se realizaron laboratorios prácticos en las instalaciones del SENA y además se utilizaron las mismas máquinas de la planta y de sus procesos para ilustrar y enseñar a los operarios el principio físico y funcionamiento de cada una de sus

máquinas, además que se identifica como efecto tangible del Mantenimiento Productivo Total, tal como se visualizó en la fotografía 1.

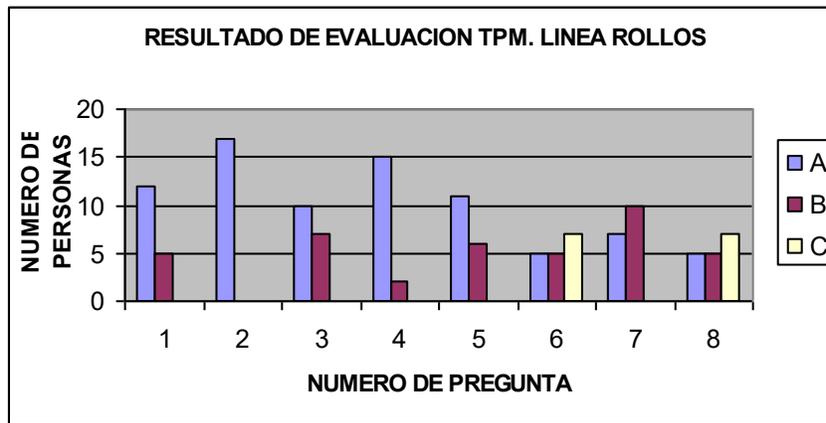
Luego de la etapa de capacitación y entrenamiento en temas industriales y en conceptos de TPM, se realizan evaluaciones a todos los operarios involucrados para medir el grado de conocimiento adquirido.

En la siguiente tabla se ilustra uno de los formatos utilizados para la evaluación periódica de los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de capacitación:

**Tabla 8. Evaluación de conocimientos adquiridos por los operarios de la línea Rollo 27. Meals de Colombia**

<b>EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS BASICOS EN TPM</b>				
<b>LINEA DE ROLLOS</b>				
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>1</b>	QUE ES TPM	12	5	
<b>2</b>	CUALES SON LOS 8 PILARES CUALES SON LOS LIDERES	17		
<b>3</b>	PORQUE TPM EN LA LINEA PILOTO	10	7	
<b>4</b>	QUE BENEFICIOS SE HAN OBTENIDO CON EL TPM	15	2	
<b>5</b>	QUE ES MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	11	6	
<b>6</b>	CUANTAS ETAPAS TIENE EL MANTENIMIENTO AUTONOMO	5	5	7
<b>7</b>	CUAL ES LA 1ª ETAPA, CUALES SUS OBJETIVOS	7	10	
<b>8</b>	QUE ES LECCIÓN DE UN PUNTO	5	5	7

En el siguiente gráfico se ilustra el resultado de la evaluación, en la cual se toman las decisiones de corrección en la capacitación de los empleados evaluados.

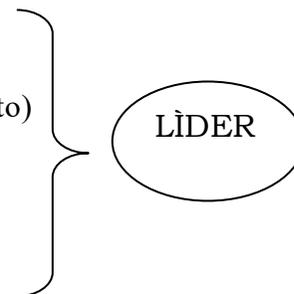


**Figura 47. Resultado de la evaluación TPM en la línea Rollo. Meals de Colombia**

De esta evaluación se concluye que se deben reforzar los puntos 6 y 8; sin embargo se concluye que hay un buen manejo y entendimiento de los conceptos básicos de la filosofía TPM y mantenimiento autónomo en esta línea de producción.

Adicionalmente a los programas de capacitación se busca que el personal interactúe con un trabajo en equipo y de mejoramiento continuo en la solución de problemas frecuentes y en las sugerencias resultantes para una posterior aplicación en el proceso productivo. Este proceso es llevado a cargo por un líder interno o un facilitador de grupo, como se ilustra en el esquema:

- Personas y grupos de autogestión (motivación)
- Formación mantenimiento, seguridad y calidad (seguimiento)
- Formación técnica (reconocimiento)
- Comunicación, reuniones y trabajo en equipo
- Formación básica TPM



Las siguientes preguntas y respuestas son ejemplo de una reunión formal de los empleados de la planta de producción, con el fin de analizar puntos concretos sobre un tema particular, en este caso fue: **“Los cambios de Referencia de las Líneas de Producción”**.

### 1. ¿Por qué buscan cambios de referencia rápidos?

La competencia es cada vez más dura y nos exige estar preparados para responder ágilmente a las condiciones del mercado. Los planes de producción cambian, las demandas de los clientes cambian, las pérdidas de cualquier naturaleza y los inventarios son cada vez más caros.

### 2. ¿Qué factores e ideas equivocadas perpetuaban cambios de referencia?

Los cambios de referencia son largos y costosos como para hacerlos frecuentemente.

Lentos: se requerían altos niveles de conocimiento; solo podían mejorarse a través de la experiencia; las corridas de producción largas reducen los efectos de cambio de referencia largos.

### 3. ¿Por qué sí cambios rápidos?

- Mayor flexibilidad: podemos adaptarnos a las necesidades del cliente sin grandes stocks.
- Mejor servicio: pequeños lotes de producción, menos tiempo de espera de los clientes.
- Mejor calidad: elimina los productos defectuosos al iniciarse las corridas.
- Mayor productividad: pequeños tiempos de cambio reducen el tiempo muerto.
- Mayor tiempo para producir, resultando una ventaja competitiva.
- Mayor seguridad: menor esfuerzo físico y riesgo de accidentes.
- Menor cantidad de defectos: menos ajustes significan menos posibilidades de error.
- Más alivio en el trabajo de la línea.

### ¿Por qué no cambios lentos?

- Pérdidas de inventario: el producto almacenado que no está vendido cuesta dinero y toma recursos de la compañía sin agregar ningún valor.
- Servicio no satisfactorio.
- Defectos de calidad.

### 9.4.1.1 Lección de un punto como herramienta del aprendizaje del personal.

Es una herramienta para que un tema específico sea dado a conocer a través de un formato prediseñado. Es una explicación breve, clara y concreta de aproximadamente 5 a 10 minutos. El formato completo con una ilustración específica y con ejemplo incluido se visualiza en el siguiente gráfico:

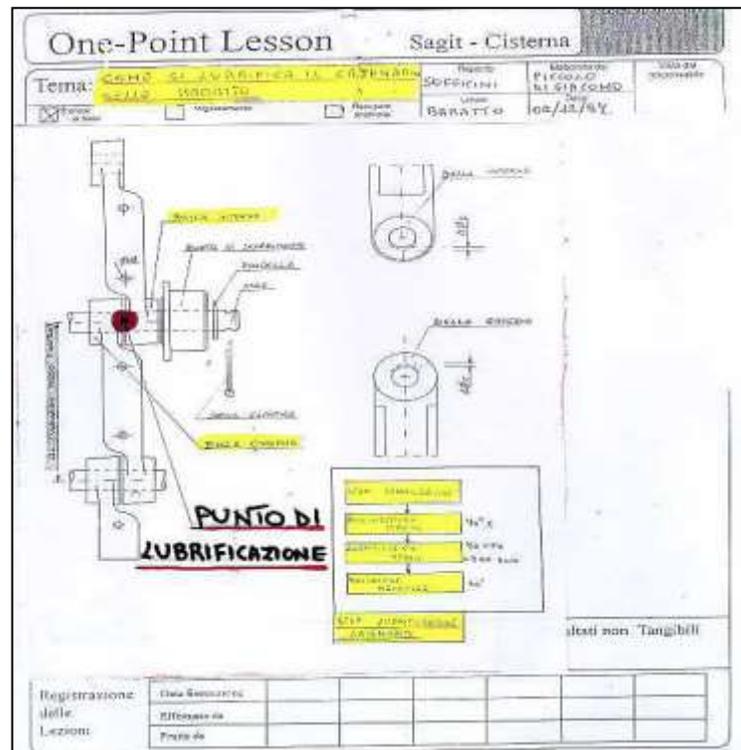


Figura 48. Ejemplo de lección de un punto. Meals de Colombia

Las clases de lección de un punto son aplicadas por línea de producción, con una frecuencia de 3 meses y los tipos utilizados son:

- De Conocimiento Básico (CB)
- Caso Problema (CP)
- Caso de Mejora (CM)
- Seguridad (S)

Esta clase de procedimientos se emplea para recoger el conocimiento generado en la empresa en cada una de las actividades cotidianas que realiza el operario de la maquina se trata que cada empleado tenga algo que enseñar a sus compañeros. El objetivo es mejorar la habilidad del operador o especialista por medio de un mayor conocimiento, tal como se aprecia en la foto 2. El anexo J muestra el formato utilizado por Meals de Colombia para aplicar las lecciones de un punto.



**Foto 2. Operario Realizando Explicación de una Lección en un Punto sobre la máquina en la que normalmente trabaja. Cortesía: Meals de Colombia**

#### **9.4.2 Segundo pilar implementado: La mejora enfocada**

Las mejoras enfocada son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos interfuncionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de las pérdidas que se presentan en la planta industrial de Meals de Colombia.

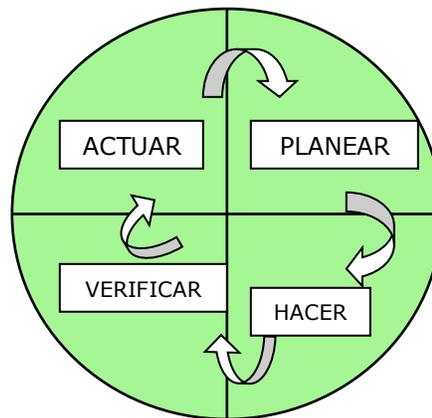
Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una



**Foto 3: Operaria explicando una mejora enfocada. Cortesía: Meals de Colombia**

organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso Kaizen o de mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica actualmente; la fotografía número 3 presenta la forma como participan los operarios de la mejora enfocada, pero principalmente ilustra la interdisciplinariedad con que se trabaja en cada grupo.

Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las pérdidas. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas en la empresa objeto de estudio aplica los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA ( Planificad-Hacer-Verificar-Actuar). La ilustración aparece en la siguiente figura:



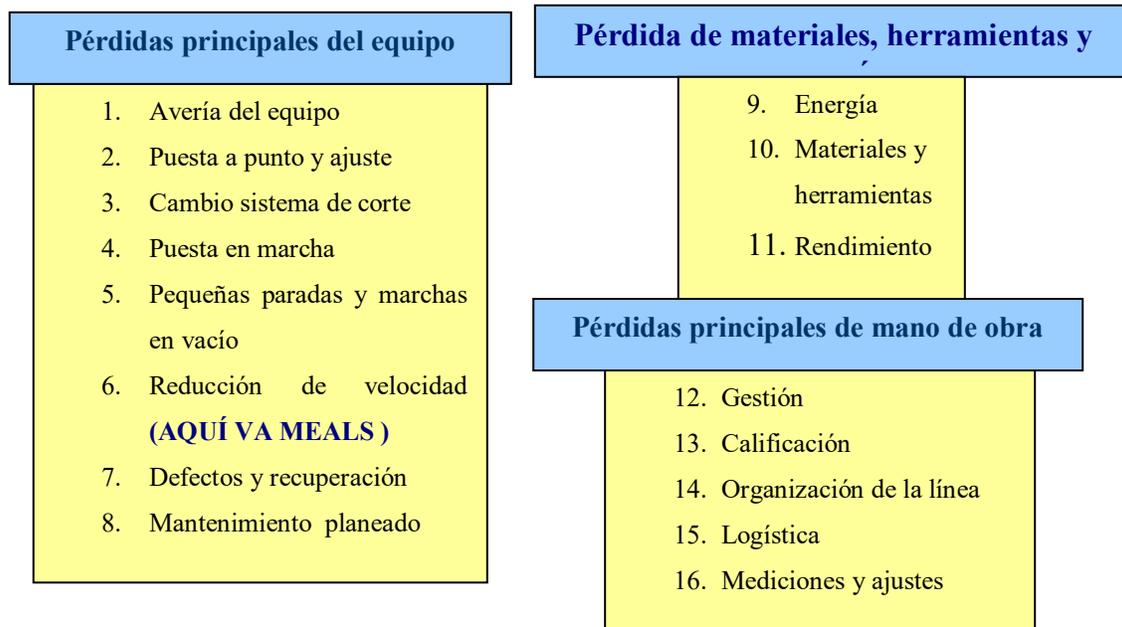
**Figura 49. Ciclo Deming aplicado como mejora enfocada del TPM en Meals de Colombia**

La idea central de las mejoras enfocadas en Meals de Colombia es eliminar las *seis (6) grandes pérdidas de un proceso productivo*:

La eliminación sistemática de estas pérdidas se reflejará en la “efectividad global del equipo”, del proceso o de la planta, producto de tres variables: disponibilidad (depende de pérdidas de tiempo), eficiencia del desempeño (pérdidas de velocidad) y tasa de calidad (pérdidas por defectos).

Las condiciones ideales a buscar son: disponibilidad mayor al 90 por ciento, eficiencia del desempeño mayor del 95 por ciento y tasa de calidad mayor del 99 por ciento para efectividad global ideal superior al 85 por ciento. Cálculos hechos en diferentes equipos, procesos y plantas en Colombia han demostrado efectividades globales entre 37 y 50 por ciento.

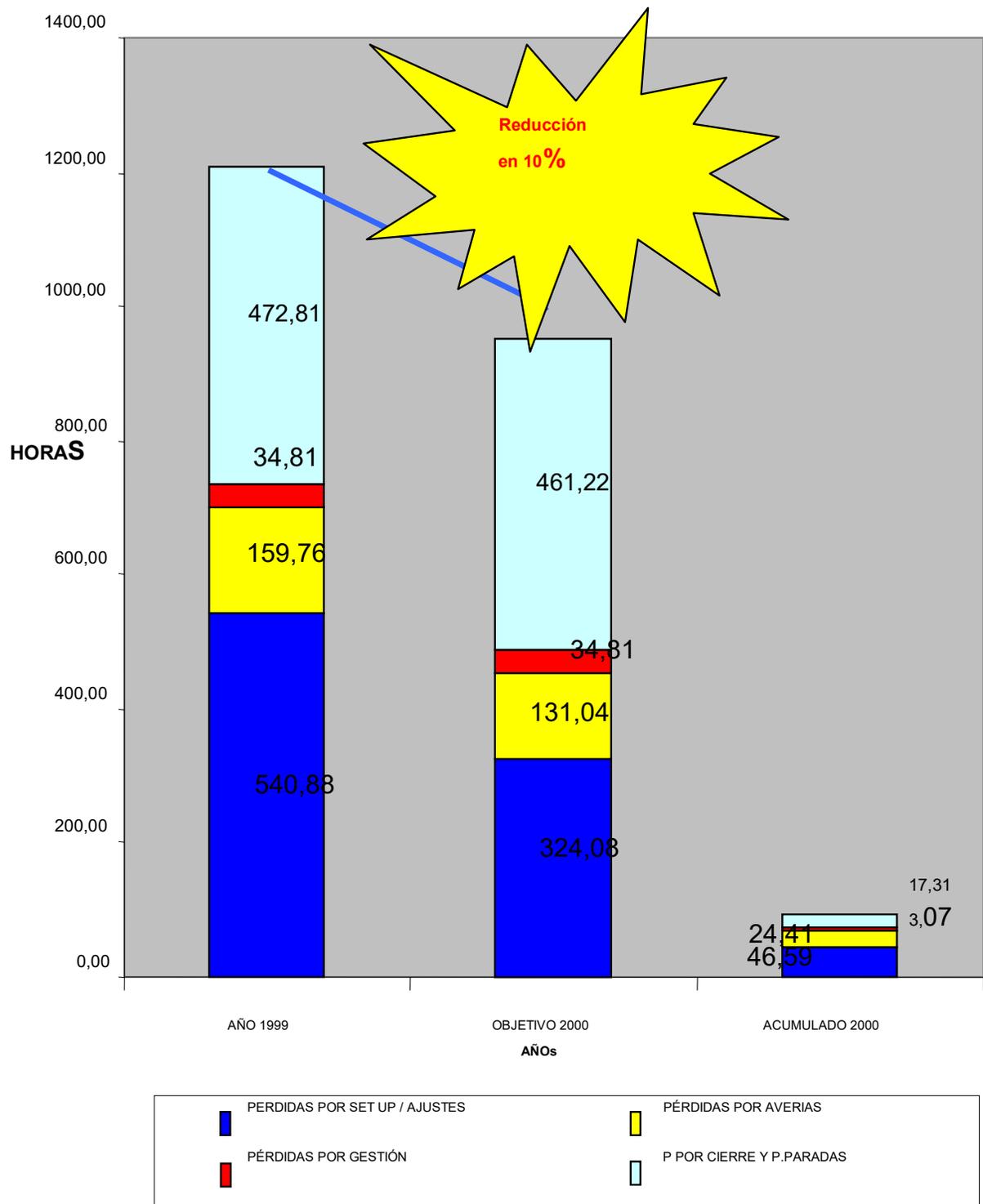
Las diez y seis grandes pérdidas que maneja la filosofía del TPM se ilustran a continuación, sin embargo es bueno mencionar que Meals maneja hasta el momento las primeras seis (6) pérdidas.



**Figura 50. Las 6 grandes pérdidas de Meals de Colombia**

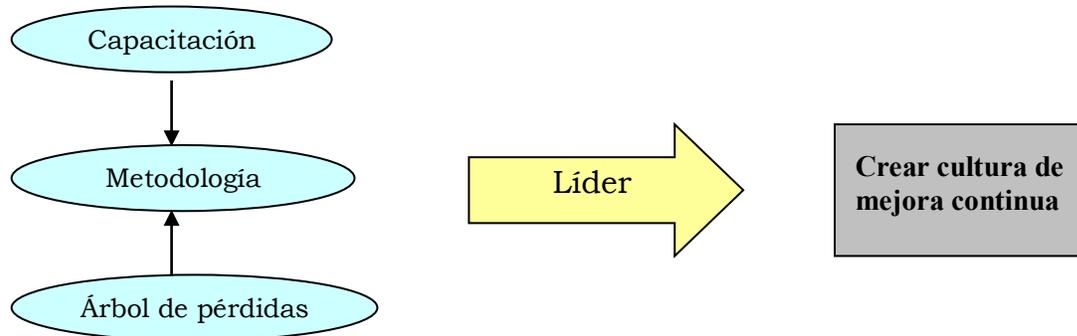
Para medir y diagnosticar día a día y eficientemente los procesos en la compañía, utilizan herramientas estadísticas para llegar al origen de la falla: método de las 5W (ver anexo K), diagrama de causa y efecto, diagrama de Pareto, lluvia de ideas, diagramas de dispersión y de relación y método PM (Método Físico).

El siguiente gráfico ilustra la manera como la empresa Meals de Colombia cuantifica sus pérdidas durante todos los días del año, con sus respectivas metas de reducción.



**Figura 51. Pérdidas cuantificadas en Meals de Colombia**

En el flujoograma de la figura 52 se ilustra la metodología que sigue Meals de Colombia con el proceso de mejora continua liderada por un facilitador TPM de la misma empresa y evaluando y controlando la evolución de la capacitación impartida versus las pérdidas generadas en el proceso productivo.



**Figura 52. Creación de mejora continua por intermedio de un líder de proceso. Meals de Colombia**

#### **9.4.3. Tercer pilar implementado en Meals de Colombia: Mantenimiento Autónomo**

Transfiere el mantenimiento liviano o de primer nivel a los operarios [14]: limpieza, lubricación, revisión de niveles y ajustes. Herramienta valiosa para este mantenimiento es la aplicación de la estrategia de las 5 S para procurar la conservación del lugar de trabajo:

- SEIRI: Organización
- SEITON: Orden
- SEISOU: Limpieza
- SEIKETSU: Pulcritud
- SHITSUKE: Disciplina

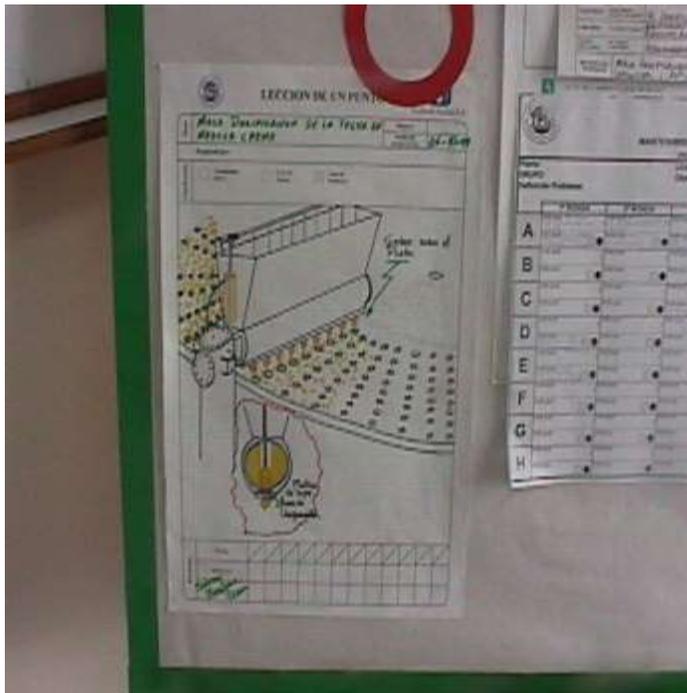
Los cuatro primeros giran alrededor de la disciplina para conservar estrictamente las reglas, lo cual permitirá disminuir errores y negligencias, estricto cumplimiento de acciones

programadas y mejorar las relaciones humanas. En el mantenimiento autónomo se busca concientizar a los operarios y a la gente de producción para que se involucren con el cuidado del equipo y utilicen el conocimiento que tienen sobre él para prevenir fallas y mejorar o mantener su rendimiento. Estos son los pasos para la implementación del mantenimiento autónomo:

- Limpieza inicial de la planta.
- Eliminar fuentes de contaminación identificadas.
- Establecer estándares de limpieza, lubricación y apriete.
- Realizar inspección general del equipo e introducir controles visuales.
- Realizar inspecciones de los procesos (inspección autónoma).
- Mantenimiento autónomo sistemático (organización, administración, y control del lugar de trabajo).
- Práctica plena del autocontrol (mantenimiento autónomo totalmente implantado).

En la empresa objeto de estudio, la limpieza merece especial mención ya que no consiste en repartir trapo y escoba a cada operario, sino que se aplica con la idea de conocer mejor el equipo, verificar su funcionamiento a través del contacto, interpretar adecuadamente los cambios en los niveles de vibración, ruido y temperatura (indicio de una falla), verificar niveles de lubricante, grado de ajuste de tornillos, tuercas y pasadores y mantener organizado su sitio de trabajo.

Como ilustración particular se coloca un ejemplo del inicio de una jornada de Mantenimiento Autónomo realizada en un línea de producción, donde primero se localiza la falla a mejorar (Planifica el trabajo) y luego se procede a la ejecución.



**Foto 4. Identificación de la falla de un equipo para luego ejecutar la acción correctiva**

- Objetivos del mantenimiento autónomo
  - Cambio de actitudes y mentalidad
  - Desarrollar trabajadores competentes en equipos
  - Mantener un equipo de trabajo disciplinado
  - Crear un lugar de trabajo ordenado y seguro
  - Diligenciar tarjeta, TPM y gestionar soluciones en cada equipo adjudicado
  - Poner en práctica las 5`s en cada puesto de trabajo
  - Implementar las lecciones en un punto
  - Adquirir conocimientos y práctica en mantenimiento autónomo y preventivo.

La siguiente tabla ilustra el modelo de mantenimiento autónomo para una línea piloto en Meals de Colombia.

**Tabla 9. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO. Línea piloto: Paleta rollo 27**

<b>OBJETIVOS</b>	<b>CÓMO LOGRARLOS</b>
1. Evitar deterioro de las máquinas y equipos mediante una correcta operación y verificación diaria.	- Operar correctamente la máquina; evitar errores humanos y de proceso; mantener un orden básico. Limpieza, lubricación, y ajustes.
2. Conseguir que la máquina llegue a su estado ideal a través de una reparación oportuna y una adecuada gestión.	- Medir deterioro
3. Estandarizar las condiciones básicas para tener la máquina bien mantenida.	- Predecir y restaurar el deterioro
4. Empleo de los equipos como medio para mejorar el conocimiento y la forma de trabajar.	- Ser profesional en su cargo

- ¿Cuál es la idea básica del Mantenimiento Autónomo en Meals de Colombia?

**Entender que.. "Limpieza es inspección"**

**Entender que.. "Inspección es encontrar defectos"**

Entender que.. "Los defectos deben ser eliminados o confinados"

Entender que.. "La eliminación de defectos lleva a mejora en los resultados"

Entender que.. "Los resultados son la satisfacción de haber alcanzado los objetivos"

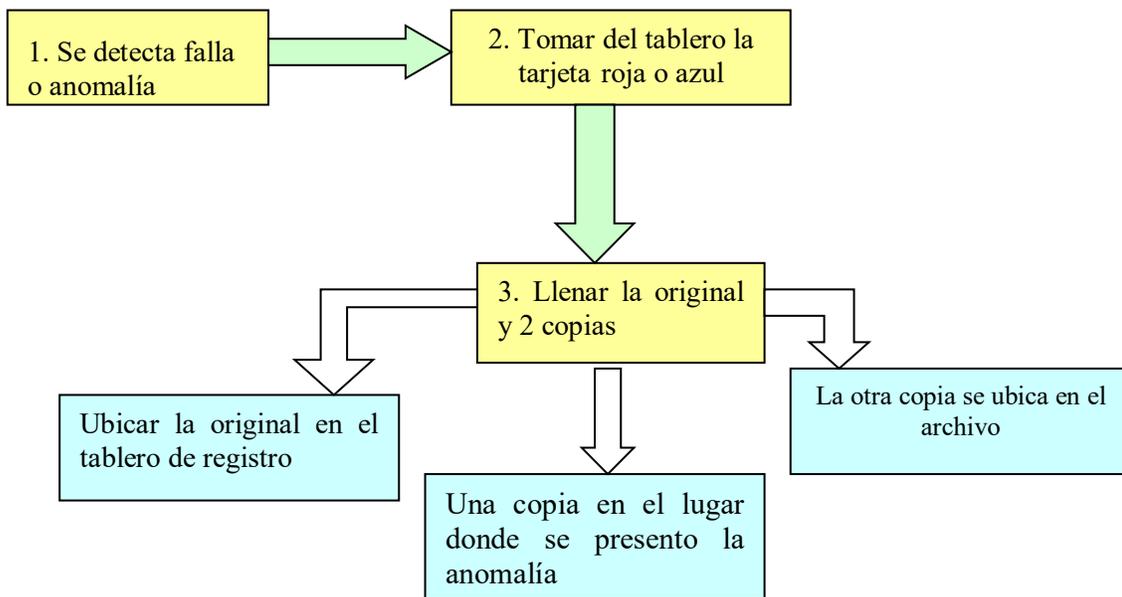
### **Efectos principales**

1. Impulsar fuertemente las mejoras.
2. Dominar el equipo.
3. Mejorar los métodos de búsqueda de las causas.
4. Procesar las anomalías con rapidez.

### Efectos secundarios

1. Se consigue descubrir talentos ocultos.
2. Se consigue una capacidad expositiva.
3. Se consigue una evaluación imparcial.
4. Se mejora la comunicación entre las personas.

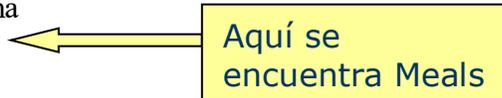
En Meals de Colombia utilizan tarjetas rojas (empleadas por el departamento de mantenimiento) y azules (utilizadas por personal de producción) con el fin de reportar cualquier anomalía en el equipo, incluso en el proceso. Estas tarjetas son clasificadas y recolectadas por el personal calificado para su posterior ejecución y puesta en marcha. El siguiente esquema muestra la secuencia que sigue una tarjeta de reporte:



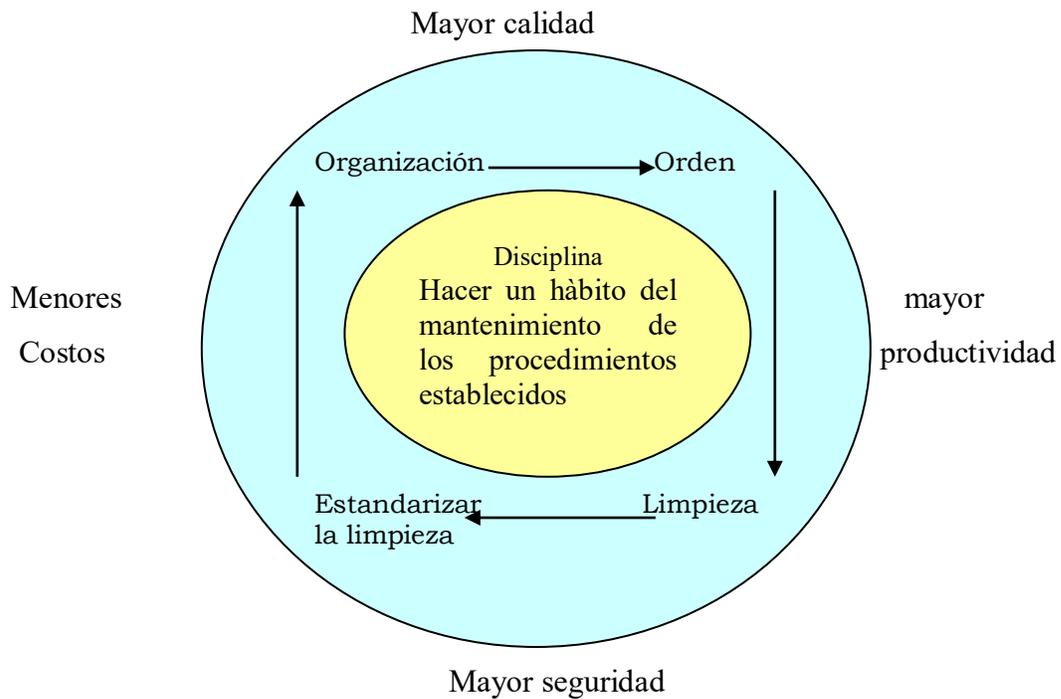
**Figura 53. Flujograma de utilización de tarjetas rojas y azules. Meals de Colombia**

### 9. 4. 3. 1. Etapas del Mantenimiento Autónomo

1. Limpieza inicial
2. Fuentes y focos
3. Estándares
4. Inspección general
5. Inspección autónoma
6. Normalización
7. Gestión autónoma



El siguiente ciclo ilustra los estándares de limpieza, inspección y lubricación de rutina empleados por Meals de Colombia.



**Figura 54. Estándares de limpieza. Meals de Colombia.**

#### **9.4.4. Cuarto pilar implementado en Meals de Colombia: Mantenimiento Planificado**

Es un programa para el departamento de mantenimiento que debe desarrollar, independientemente, estándares para el equipo con el fin de compararlos con los estándares fijados por el departamento de operaciones y sus operarios durante la inspección autónoma. Para Meals de Colombia consiste en una actividad metódicamente estructurada para mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y obtener la eficiencia global en productividad y costos [15].

Los pasos del proceso de desarrollo del mantenimiento planificado son:

- Evaluar el equipo y comprender la situación real de partida.
- Revertir el deterioro y corregir las debilidades.
- Crear un sistema de gestión de información.
- Crear un sistema de mantenimiento periódico.
- Crear un sistema de mantenimiento predictivo.
- Evaluar el sistema de mantenimiento planificado.

Cabe mencionar que debido a la estrecha relación que existe entre el departamento de producción y el departamento de mantenimiento, en la empresa objeto de estudio, se observa una ejecución perfecta de los procesos de mantenimiento ayudados por los mismos operarios de producción quienes se encuentran en un nivel de conocimiento avanzado para contribuir con las mejoras del sistema. Una de las rutinas que se realiza como parte del mantenimiento planificado es la definición de estándares de limpieza, inspección y lubricación (ver anexo L), donde lo que se pretende es repetir tanto una rutina, que a la postre se convierte en norma o estándar para los operarios de las máquinas.

#### **9. 4. 5. Quinto Pilar implementado: Mantenimiento de la Calidad:**

- a. El pilar debe estar enfocado bajo la siguiente premisa: crear y mantener condiciones libres de defectos.

- b. Al igual que en el pilar de Seguridad, TPM debe fortalecer y soportar los programas propios al control de la calidad en toda la cadena de producción, involucrando los sitios en los que se originan los defectos: materiales, procedimientos, equipo y el factor humano. Se trata de integrar los esfuerzos para llevar a cabo las actividades de una forma mas eficiente y por ende, obtener mejores resultados.
- c. De acuerdo a la evolución del TPM en la línea piloto, y específicamente en Mantenimiento Autónomo, se tienen planteadas actividades (jornadas, talleres) para desarrollar el paso #2: Eliminar Fuentes de Contaminación. En este punto, es muy importante la coordinación con el pilar de Mantenimiento de la Calidad para sacar el mayor provecho a la metodología y alcanzar los objetivos.
- d. Coordinar con el Pilar de Capacitación y Entrenamiento las capacitaciones que se requieran realizar no solo para la línea piloto sino también para las demás líneas de producción , con el fin de orientarlas bajo la misma filosofía.
- e. Identificar y agrupar los defectos de calidad de acuerdo a:
- ◆ Desviación de la composición específica, propiedades físicas.
  - ◆ Contaminación.
  - ◆ No uniformidad y dispersión.
  - ◆ Defectos visuales.
  - ◆ Defectos en el empaque, embalaje, almacenamiento y transporte.
- f. Desarrollar la matriz de calidad para cada una de las líneas, empezando por la línea piloto.
- g. Orígenes de los defectos de calidad:



## 9.5 Indicadores de Gestión del TPM utilizados en Meals de Colombia

**Tabla 10. Indicadores de gestión utilizados en Meals de Colombia**

<b>Indicador</b>	<b>Concepto</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>target</b>
<b>productividad</b>	Eficiencia operacional	43.06%	52.68	64.36	73
	Productividad				
	Paros > 1 Hora (por daño)	65	48	25	20
<b>calidad</b>	Productos <10 UFC	96.23%	95.55%	98.22%	99.50%
	# reclamos	16	12	6	15
<b>costo</b>	desperdicio en \$\$	94,583,608	111,285,501	39,983,840	40.765.567
	Desperdicio (% de variación)	6.66%	8.23%	4.54%	4%
<b>servicio</b>	Cumplimiento plan	96%	92%	89.4	98%
	Nivel servicio				
<b>seguridad</b>	Frecuencia de accidentalidad	8	2	0	0
	# incidentes	35	18	24	48
<b>motivacion</b>	Lecciones de un punto #	0	35	60	64
	Ideas generadas	1	16	27	24
	Capacitación en hr/año	1029	3031	2293	1664

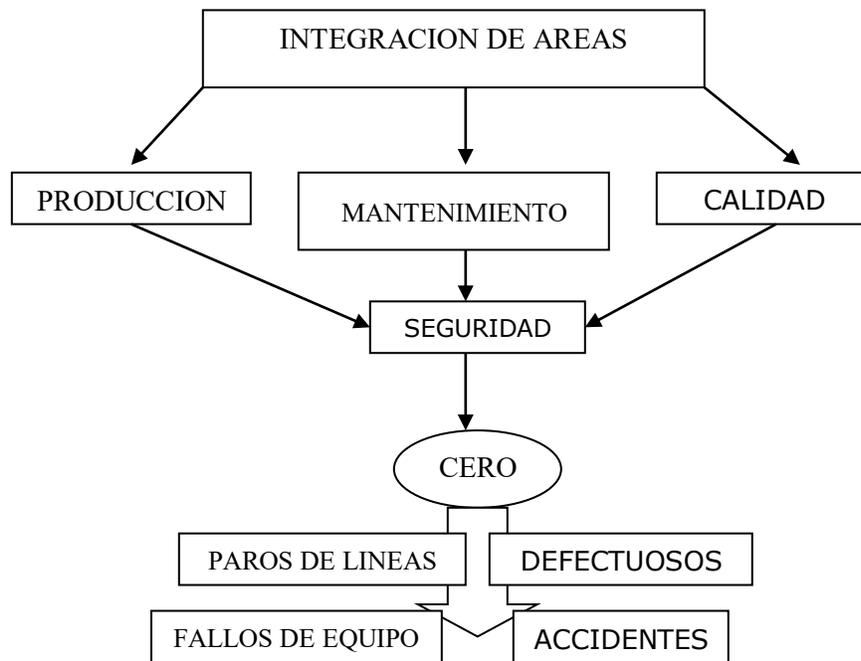
Como se ilustra en la tabla 10, en Meals de Colombia miden la gestión del TPM año tras año con el fin llegar a la meta trazada. Se observa de manera significativa los beneficios ha ido obteniendo desde que se implementó el TPM. Los datos en blanco se han omitido por solicitud de la compañía objeto de análisis. Sin embargo se llega a:

Productividad:

Beneficios tangibles

- Aumento de la productividad neta a 12.000 unidades por hora en la línea piloto.
- Disminución del número de paros por averías / fallas hasta el 5%.
- Alcanzar eficiencia operativa de la planta al 65% y de la línea piloto al 75%.

Una de las principales ventajas competitivas de Meals de Colombia es que logra integrar las áreas estratégicas de la parte operativa de la organización, involucrándolas en un mejoramiento continuo, poniéndolas a tono con la optimización de los procesos, logrando la transformación interdisciplinaria de las personas, consiguiendo compromiso y lealtad con la empresa y logrando que todos los empleados hablen un mismo idioma tecnológico, logrando especialización de mano de obra y facilitando las actividades de rutina que soportan el programa TPM.



**Figura 55. Integración de áreas mediante el TPM**

Entre otras muchas ventajas que se logro en Meals de Colombia con la implementación del TPM fueron:

Mejora en presentación de producto, mejora en la calidad del producto y del proceso, mejora en los tiempos de entrega, los puestos de trabajo son más seguros y agradables, aumento en la moral y motivación de las personas, reducción en los costos de producción, disminución de reclamos, autogestión y empoderamiento, participación del personal, incremento en las habilidades técnicas y humanas del personal, reducción de accidentalidad, entre otras.

## **9.6 Comparación de la empresa MEALS de Colombia con las principales características encontradas para las empresas de la región.**

Es importante resaltar que las encuestas diseñadas para las empresas objeto de estudio en el diagnóstico inicial, fueron aplicadas para Meals de Colombia. Lo que se pretende es comparar los resultados globales del diagnóstico de las empresas de la región contra la realidad que se vive al interior de la empresa MEALS de COLOMBIA llegando a las siguientes conclusiones específicas:

### **1. DESDE EL PUNTO DE VISTA ADMINISTRATIVO**

a. La empresa Meals de Colombia posee solo tres niveles jerárquicos, su estructura organizacional comienza con un gerente de planta, sigue con los coordinadores de área y termina con los operarios y técnicos de producción. Mientras que el 81.81% de las empresas manufactureras de la región presentan 5 y 6 niveles jerárquicos.

b. Desde el punto de vista nivel de educación de los operarios y los técnicos de mantenimiento, se tiene que Meals posee a sus operarios de máquinas con CAP del SENA y el 80% de sus técnicos con tecnologías, que van desde mecánica, pasando por electrónica o eléctrica y llegando algunos a estar estudiando ingeniería. Mientras las empresas de la región, como se ilustró en el diagnóstico anterior, muestran que en el 81.81% de ellas, sus operarios apenas llegan a ser bachilleres y el 18.2% de los mecánicos y electricistas poseen CAP del SENA. Aquí se muestra una de tantas ventajas competitivas de MEALS de

Colombia gracias a los principios de TPM donde se hace gran puntuación en el tema CAPACITACION.

c. Al analizar la parte de la participación de la alta gerencia en metas organizacionales, se tiene que en Meals de Colombia, precisamente todas las metas están sustentadas en el TPM como modelo gerencial y operativo para sus procesos, por lo tanto desde los gerentes hasta el último operario participan interdisciplinariamente en la ejecución de las premisas base; por citar uno de tantos ejemplos se tiene que para las brigadas de limpieza en la planta de producción, participa el gerente, los coordinadores y los operarios, cada uno con delantales, guantes, escobas, trapeadores, con el fin de realizar aseo durante todo un día, no les importa detener su planta de producción, lo importante es desarrollar la política TPM, por intermedio de estas brigadas e interactuar con los demás miembros de la empresa en algo productivo para la organización, mientras en la mayoría de las empresas estudiadas, la parte gerencial nunca ha participado de un aseo integral a los equipos industriales de sus procesos.

d. Cuando se observa la participación de los operarios en el trabajo en equipo, éstos se involucran dentro equipos multidisciplinarios y participan en el co-diseño simultáneo integrados con los clientes, integran la Ingeniería de Diseño y la Ingeniería de Manufactura para el desarrollo de los productos y procesos, mantienen infraestructuras tecnológicas de diseño y manufactura actualizadas, acordes con los enfoques administrativos modernos. Promueven en todo el ciclo productivo el mejoramiento continuo de sus procesos. Cada uno de los operarios es medido por el número de sugerencias que le aporten a la organización.

e. Con un ambiente libre de presiones, al interior de la empresa, se vive un excelente clima laboral, los canales de comunicación entre niveles son directos, además la empresa le ofrece a todos los empleados estabilidad laboral, condiciones sociales, para la familia del empleado y sitio de trabajo libre de problemas físicos y psicológicos.

f. Con relación a si existe algún tipo de bonificación adicional al salario de los operarios de la parte de producción, mantenimiento y calidad de la empresa Meals de Colombia, se tiene que pagan horas extras a sus trabajadores, pero además dan bonos por alta producción, por meritos ocasionales y por el aumento en los indicadores de eficiencia de sus procesos productivos. Es una forma de mantener a los empleados motivados y empeñados en mejorar considerablemente sus procesos y productos. Comparado con un 72,7% de las empresas de la region donde solo pagan horas extras o una modalidad de los otros mecanismos de bonificación, pero nunca todos juntos como en Meals de Colombia.

## **2. Desde el punto de vista proceso**

a. En Meals de Colombia hacen uso de su capacidad de planta en más de un 80%, ésto viene dado por la utilización de tres turnos de producción de ocho (8) horas cada uno. Comparado con un 45.5% de las empresas que manejan entre el 40 y 60% de utilización de capacidad, es decir, los resultados de la región estudiada muestran subutilización de planta instalada en más del 85% de las empresas manufactureras de la región estudiada.

b. Como se observó a lo largo de la descripción de el proceso productivo en Meals de Colombia, presentan indicadores de productividad por área estratégica, para producción, para calidad, para mantenimiento, para seguridad y prevención de riesgos. Muestra una vez más la disposición hacia la cultura de medición de sus variables de proceso y de producto.

c. El número de defectuosos en el proceso productivo se ubica en menos del 2%, la cifra es mucho menor, ya que, al observar indicadores desde el inicio de la implementación (1998) se ha venido reduciendo notoriamente al punto que hoy se puede decir que Meals tiene menos del 1% de defectuosos en el proceso. Contribuyendo con la reducción del porcentaje de reclamaciones de sus clientes durante todos los años desde que comenzaron con la implementación del TPM. Unido a este indicador se encuentra, como se observó previamente, una utilización de herramientas estadísticas para controlar sus procesos, por ejemplo, formatos de desperdicios (WAMCO), clasificación de información en diagramas

espina de pescado, diagramas de Pareto, etc. Y la correspondiente acción de mejora donde se aplica el ciclo Deming o de mejoramiento continuo en cualquier parte del proceso.

d. Paradójicamente la empresa apenas está en proceso de certificación en ISO 9001, sin embargo manejan estándares internacionales mas exigentes de los que se ven en Colombia, es el caso de la política de calidad, administrado mediante HACCP.

e. Con el fin de mitigar los impactos ambientales, tal como se describió, Meals de Colombia posee toda una estructura política y operativa sobre el control total de pérdidas enmarcadas en las políticas SHE y CTP. Además manejan a la perfección la relación entre prevención de riesgos y las condiciones seguras dentro de la empresa.

### **3. Desde el punto de vista operativo**

a. El número de averías de los equipos de producción en un turno de trabajo es bajo en todo el sentido de la palabra, vale la pena mencionar que el tipo de mantenimiento que realizan en Meals de Colombia es el Mantenimiento Planificado (única empresa manufacturera del área metropolitana de la región en contar con este tipo de mantenimiento). Ya que como se determinó en el diagnóstico, la mayoría de las empresas practican mantenimiento correctivo y preventivo como política de gestión de mantenimiento industrial.

b. Para Meals de Colombia el tiempo medio entre fallas es uno de sus indicadores principales del área productiva, aquí este intervalo de tiempo es supremamente alto. Como consecuencia directa el equipo siempre está disponible para los procesos de producción.

c. El departamento de mantenimiento de Meals de Colombia ataca la confiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad, la prevención de riesgos y el análisis de fallas por igual, hace parte de su estrategia de gestión del mantenimiento al interior de la empresa. Si se miran las empresas manufactureras de la región, se observa que la gran mayoría de las empresas, atacan la disponibilidad de equipos o en el mejor de los casos cubren la

mantenibilidad y/o confiabilidad, pero nunca atacan, como en Meals todos estos factores por igual. Un claro ejemplo de estos parámetros nació a partir de un grupo de mejoramiento en el cual se tomaron como meta reducir el tiempo de cambio de formato de una Paletera, el cual tardaba aproximadamente 4 horas en estar disponible para producción; después de aplicarle una serie de técnicas al problema, tiempos muertos, herramientas utilizadas, estadística, se propuso una solución (nacida de un grupo de mejora) consistente en mejorar el tiempo de cambio de formato, es así como hoy en día tienen la máquina disponible en 1.15 horas con el nuevo formato.

d. La empresa Meals por intermedio de su departamento de mantenimiento elabora por si misma manuales y cartillas de las máquinas y de los procesos, de manera didáctica, con el fin de hacerle entender a los operarios, con mayor facilidad, el funcionamiento y principio físico de los procesos y de los equipos, debido a que los catálogos de las maquinas vienen, en algunas ocasiones, especificados de forma muy técnica, los cuales son entendidos por ingenieros o técnicos, se hace necesario la construcción de estas cartillas.

e. Al preguntarle a las empresas manufactureras de la región estudiadas anteriormente, sobre la participación de los operarios de producción en labores de mantenimiento, solo el 53.33% de las empresas MTO realizan actividades primarias de mantenimiento, como limpieza o asistencia en reparaciones de maquinas. Caso contrario ocurre en Meals de Colombia, donde tienen implementado el mantenimiento autónomo, donde los operarios una vez capacitados intensamente en conceptos técnicos como neumática, máquinas herramientas y PLC, se encargan de cubrir hasta determinado punto, la reparación o la corrección del daño de la máquina o proceso.

f. La información generada por el departamento de mantenimiento en Meals de Colombia, es almacenada en hojas electrónicas, no poseen software de mantenimiento para realizar las actividades programadas. Registran ordenes de trabajo y almacenan historias y hojas de vida de los equipos. En esta misma hoja electrónica generan informes de indicadores propios del área, además los costos generados por operación y por operario.

g. El costo de mantenimiento de los equipos al comienzo de la implementación del TPM fue alto, pero tres años después, el costo de mantenimiento no ha aumentado con relación a los resultados obtenidos y el grado de mantenibilidad permanece en estándares elevados de productividad.

h. En cuanto a la frecuencia de accidentes dentro de la planta de producción., la tasa es muy baja, basta con citar nuevamente la política SHE y la CTP, en las cuales se promueve el cero accidentes de trabajo incapacitantes.

i. Finalmente, el grado de obsolescencia de los equipos de producción es muy bajo, gracias a los recambios y las sustituciones de máquinas que se han venido implementando a lo largo de los últimos tres años con el modelo TPM. Hoy en día, Meals de Colombia cuenta con tecnología de última generación.

Todas estas características sumadas a toda la descripción del proceso, son consideradas hoy día como prácticas de empresas manufactureras de clase mundial. Para el área metropolitana Manizales – Villamaría se constituye en oportunidad grandísima poder analizar, y porque no, adaptar métodos modernos de administración de la productividad por medio del TPM y más aún tener de “vecina” estratégica una compañía como Meals de Colombia, la cual le aporta a la región ejemplo de superación de sus empleados, competitividad con sus productos, economía solidaria a sus empleados y una serie de ventajas competitivas sobre cualquier otra empresa.

## **10. FORMULACION DE PROPUESTAS PARA LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE LA REGION**

Con el fin de formular herramientas que generen valor agregado a los procesos productivos de las empresas manufactureras de la región, principalmente en el mantenimiento industrial, se tomará como referencia el diagnóstico realizado previamente, planteando soluciones y actividades a realizar en áreas concretas de las empresas y proponiendo herramientas gerenciales y operativas basados en postulados del Mantenimiento Productivo Total; se pretende llegar a que las empresas se involucren y muestren entusiasmo hacia estos planteamientos, ya que las propuestas están centradas en las áreas que muestran una debilidad dentro del proceso manufacturero, las cuales se comportan de manera general o como características comunes en las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales - Villamaría

Dadas las condiciones manufactureras diagnosticadas en este trabajo investigativo, se pretende formular aquellas herramientas del Mantenimiento Productivo Total, sobre las cuales haya posibilidad de incorporarlas dentro de la cultura empresarial de la región estudiada. Por ejemplo, en la región se encontró que la mayoría de las empresas practican mantenimiento correctivo, por lo tanto, se propone esquemas de trabajo basados en Mantenimiento Planificado, los cuales, los propone el TPM. Pero también se encontró en el diagnóstico, que la capacitación en temas tecnológicos es una falencia importante en estas empresas, por lo cual, se propone capacitar a los empleados del área operativa en temas técnicos básicos, sin profundizar en conocimientos difíciles de entender para ellos. Por lo tanto, no se podría proponer un grado de mantenimiento autónomo elevado o un nivel de especialización de la mano de obra alta, con el fin de hacerle modificaciones a los equipos en su diseño; es solo un ejemplo donde los postulados del TPM no encajarían en la cultura

del área metropolitana Manizales – Villamaría. En conclusión, lo que se pretende es proponer basados en el diagnóstico, algunos postulados del TPM, los cuales, son oportunidades de mejoramiento en los procesos para las empresas de la región, no se trata de formular toda la filosofía del TPM, porque, como se dijo anteriormente, algunos de los postulados no son viables de realizarlos en la región.

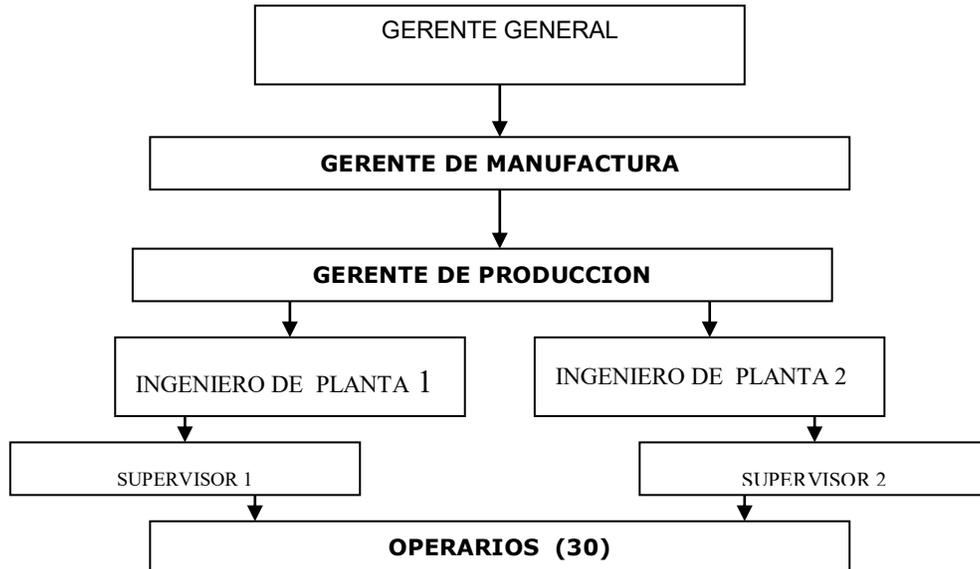
Las propuestas se generan como consecuencia genérica de acuerdo a un análisis real, y objetivo de la situación actual de las empresas de la región, el cual, arrojó comportamientos similares en varias de las empresas, de acuerdo a los parámetros analizados y se estructuran con base en el SISTEMA TPM explicado en el marco teórico.

#### **10. 1. En cuanto a la gestión del Conocimiento**

La gestión del conocimiento promueve que la organización estimule una gran fortaleza hacia la adaptación e institución del cambio. Pretende que las empresas de la región estudiada descubran sus fortalezas internas para desarrollarlas a medida que el entorno cambia, es por ello, que dentro del diagnóstico hecho en las empresas manufactureras del área Metropolitana Manizales – Villamaría, se detectó que quieren cambiar su estructura jerárquica y sus niveles de capacitación por empleado y de alguna manera quieren adaptarse a nuevos cambios organizacionales.

a. En cuanto a niveles jerárquicos, como antecedente se tiene que el 81.81% de las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría poseen en sus estructuras, niveles de cinco y seis niveles jerárquicos, así: existe un gerente general, luego un gerente de manufactura, luego continua un jefe de producción, de ahí siguen ingenieros de planta, supervisores y por último los operarios, en el mejor de los casos no hay ingenieros de planta y quedarían cinco niveles jerárquicos; según se observa al interior de las empresas y por experiencias personales de los investigadores, este sistema limita la comunicación e

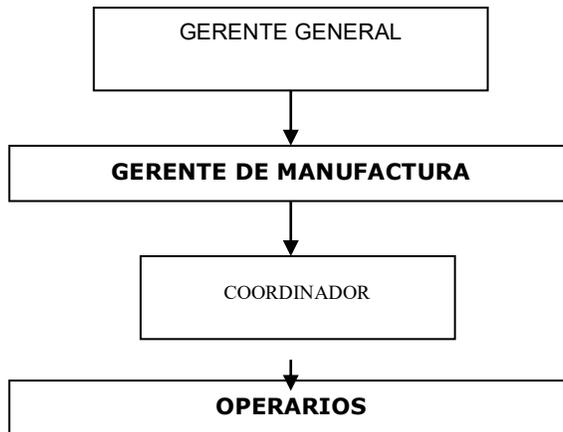
información entre líneas, en muchas ocasiones los niveles de abajo se dan cuenta de decisiones estratégicas demasiado tarde y no participan interdisciplinariamente en actividades tendientes a la mejora continua de sus procesos [16]; por consiguiente lo que se pretende es reducir el nivel de estructura jerárquica como máximo a cuatro niveles, no se trata de despedir personal de las empresas, se trata es de aplanar la organización y redistribuir funciones operativas o administrativas, con el fin facilitar la información, comunicación y fomentar la interdisciplinarietà de las funciones desde lo alto de la estructura hasta lo más bajo. En la Figura 56 se observa una estructura con seis (6) niveles jerárquicos la cual es típica en las empresas manufactureras de la región.



**Figura 56. Estructura jerárquica del área operativa para la mayoría de las empresas de la región.**

El siguiente gráfico (Figura 57) ilustra la estructura que se propone, la cual considera la reducción de los niveles jerárquicos de seis (6) bajarla a cuatro (4), con el fin de dinamizar la parte técnica de la organización y convertirla en una función de la organización más plana y con la posibilidad de iniciar grupos interdisciplinarios de trabajo<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> HARPER Y LYNCH. Manuales de recursos humanos. Editora la Gaceta de los negocios. Madrid Pagina 12.



**Figura 57. Estructura jerárquica propuesta para el área operativa de las empresas**

b. Una de las fortalezas descubiertas es que la alta gerencia de las organizaciones muestra un alto interés hacia la función de mantenimiento dentro de la empresa, pero el 72.72% no saben que deben realizar frente a este departamento, por lo tanto, se diseñó un manual básico de funciones de los empleados que deben estar comprometidos con esta función, los cuales son los directos o indirectos responsables del mantenimiento. La siguiente tabla ilustra las funciones de cada una de las personas responsables de la correcta planificación y control del mantenimiento dentro de las empresas manufactureras. Vale la pena mencionar, que estas funciones fueron diseñadas y adaptadas para las empresas manufactureras de la región objeto de estudio.

**Tabla 11. Funciones propuestas para los empleados responsables del mantenimiento en las empresas de la región**

	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>GERENTE</b>	Es la persona que dirige y organiza los recursos de la empresa, controlando el cumplimiento de los objetivos, con el fin de obtener los niveles de productividad, rentabilidad y resultados previstos, con responsabilidades administrativas y jurídicas.	Apoyo público al plan de mantenimiento implantado o a implantar en la empresa.
		Toma de medidas que motiven al personal a realizar adecuadamente las tareas de mantenimiento que se les asigne.
		Aprobación de las medidas y mejoras propuestas.

	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>GERENTE TÉCNICO</b>	Responsable último del área técnica de la empresa, tanto en diseño, planificación, desarrollo de proyectos como de las mejoras técnicas.	Estudio de la situación de la empresa, y de la carga de mantenimiento de la misma. Es decir detección de las necesidades referidas al mantenimiento.
		En base a las necesidades detectadas, determinación del sistema de gestión del mantenimiento que mejor se adapte a la empresa (incluido el sistema de información).
		Asignación de las diferentes tareas de mantenimiento a realizar por el personal.
		Valoración de las necesidades de formación del personal involucrado en el mantenimiento.

	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>RESPONSABLE DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS</b>	Persona que dirige las actividades de administración y financieras, tales como la gestión, finanzas, tesorería,...	Estudiar la viabilidad económica del sistema de mantenimiento propuesto por el Responsable técnico.
		Controlar periódicamente los costes asociados al sistema de gestión del mantenimiento.
		Coordinar y organizar la documentación derivada del sistema de información del mantenimiento.

	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>INGENIERO DE MANTENIMIENTO</b>	Encargado de la supervisión de las instalaciones equipos y sistemas para garantizar el adecuado funcionamiento de los mismos.	Control de inventarios de mantenimiento (piezas de repuesto, material de engrase,...)
		Control y supervisión del trabajo de los operarios de mantenimiento.
		Asignación de recursos materiales y de tiempo a emplear en las tareas de mantenimiento.
		Complementación de la documentación del sistema de información que le corresponda.

	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>OPERARIO DE MANTENIMIENTO</b>	Realiza las tareas de mantenimiento de las instalaciones, equipos y sistemas para lograr su adecuado funcionamiento.	Reparaciones y ajustes de equipos.
		Inspecciones y tareas cíclicas de mantenimiento preventivo.
		Complementación de la documentación del sistema de información que le corresponda.
	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>INGENIERO DE PRODUCCIÓN</b>	Ingeniero encargado del funcionamiento del área de producción.	Control del trabajo de los operarios de producción.
		Control de calidad de los productos elaborados.
		Cumplimentación de la documentación del sistema de información que le corresponda.
	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>OPERARIO DE PRODUCCIÓN</b>	Son los que trabajan directamente en la planta de producción con la maquinaria industrial.	Comunicación de cualquier anomalía detectada en el funcionamiento de los equipos.
		Limpieza y engrase.
		Pequeñas inspecciones y ajustes.
		Pequeñas reparaciones.
		Cumplimentación de la documentación del sistema de información que le corresponda.
		Pese a realizar las tareas más básicas, su participación es de gran importancia. La correcta realización de las tareas antes descritas evitarán numerosas averías y facilitarán el trabajo al resto del personal involucrado en el mantenimiento.

Las ocupaciones con sus respectivas funciones dentro del mantenimiento organizacional servirán para alinear a todos los empleados en función del mantenimiento, en muchas empresas de la región no poseen la conciencia de las responsabilidades que todos y cada uno de los empleados tienen hacia el mantenimiento industrial.

c. El diagnóstico inicial arrojó que el 72.7% de las empresas manufactureras de la región se preocupaban por capacitar a sus empleados, además dio como resultado que los empleados de nivel medio y alto son profesionales y cuentan con especialización, esta fortaleza se puede encaminar hacia la solución de una de las debilidades de la parte técnica, es decir, la capacitación de la parte operativa, ya que el 81.18 % de las empresas de la región tienen operarios de producción solamente con bachillerato, por lo tanto, una oportunidad de mejora, enfocados en el proceso productivo que se lleve a cabo al interior de la organización, es la de diseñar cursos técnicos de formación intensa, en convenio con el SENA regional Manizales, ya que esta institución cuenta con toda la infraestructura didáctica, tecnológica y académica para formar técnicos, ayudar al crecimiento profesional de las personas y contribuir con el grado de especialización de mano de obra que la región necesita. Gracias al giro de negocio de las empresas estudiadas, tales como, empresas metalmecánicas, alimentos y productos subensamblados, se pudieron identificar los principales perfiles de capacitación técnica para operarios de producción, los cuales son los responsables de la operación de la máquina, estos cursos son:

Neumática Básica, Electricidad Básica, Hidráulica Básica, Máquinas - Herramientas, Metrología e Introducción a los PLC, todos estos cursos en la actualidad los orienta el SENA regional de forma institucional, en el horario que la empresa lo requiera y sin ningún costo, siempre y cuando las empresas estén al día en aportes y en contratación de aprendices.

La capacitación, el desarrollo de la persona y la aplicación del conocimiento adquirido son las bases fundamentales del proceso de transformación de la organización. Dentro del TPM

existen numerosas posibilidades para desarrollar modelos de formación. Algunas de las posibilidades para el aprendizaje en un proceso TPM son:

- Reflexión permanente sobre el grado de avance del MPT a través de auditorias de progreso.
- Sesiones de diálogo y encuentros para compartir experiencias adquiridas.
- Implantación del TPM a través de líneas piloto. Cada experiencia piloto es monitoreada en profundidad para identificar la mayor cantidad de conocimiento en su avance.

La importancia de la capacitación para las empresas manufactureras de la región, radica en la creación, conservación, distribución y utilización del conocimiento como una forma de lograr transformaciones efectivas y fortalecer el posicionamiento de mercado, el cual, es cada vez más difícil de obtener. En el actual ambiente dinámico, los movimientos tecnológicos, políticos y cambios en las condiciones de mercados generan condiciones difíciles de acceso a mercados. Dentro de este escenario, las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría deben construir capacidades de aprendizaje y creación de conocimiento dentro de la organización.

d. Aprovechando que solo el 9.09% de las empresas manufactureras de la región tienen constituidos círculos de calidad; se propone entonces implementar círculos de mejoramiento continuo para el 90.91% de las empresas restantes del área estudiada, donde se trabaje de forma interdisciplinaria integrando el personal de diferentes áreas de la empresa.

La importancia del talento humano en los resultados del mejoramiento continuo se alcanzan cuando las compañías se preocupan por el desarrollo personal de los trabajadores<sup>10</sup>. En general se habla del “**recurso humano**” y se dice que es el activo más valioso y realmente se le trata como un “**recurso**” que se puede mover de un sitio a otro, que se puede manejar a voluntad; en algunas empresas tristemente se le convierte un recurso físico más que cumple

---

<sup>10</sup> Tomado de: “la Meta”. Eliyahu Goldratt. Un Proceso de mejora continua. Ediciones Castillo. 1996.

una función determinada dentro de un proceso productivo. Al contrario, el desarrollo personal significa que se está utilizando el "**talento humano**", o sea, su creatividad, inteligencia, capacidad de aporte en la solución de los problemas, capacidad de decisión; en otras palabras, se les hace partícipes en el manejo del proceso y se les faculta (*empowerment*) para que aporten todo el potencial de inteligencia que poseen.

El cambio es una constante de las empresas de clase mundial, ya que la competencia y la naturaleza actual de los mercados así lo exige. La mayor o menor facilidad con que la empresa se adapte a los cambios la conducirá al éxito o al fracaso. La misma empresa debe preparar a sus empleados para asumir y propiciar ese cambio continuo en forma positiva.

Ahora bien, es importante promover el trabajo en equipo, en donde se dejan atrás los intereses individuales para dar paso a los intereses de la empresa y generar una sinergia importante que permita que el resultado final del trabajo sea superior a la suma de los aportes de cada integrante del equipo. Esto se logra con gente motivada y comprometida con los intereses de la organización. Como se diagnóstico en el presente trabajo investigativo, las empresas a pesar que muestran dinamismo y entusiasmo hacia el trabajo en equipo, no lo ponen en práctica mediante círculos de calidad.

Un punto importante para mantener motivado a un empleado es el trato justo y el reconocimiento de su trabajo. En este punto se cometen muchos errores: cuando el empleado cae en una equivocación, la reacción del jefe es llamarle la atención, sancionarlo o despedirlo, pero cuando hace bien su trabajo se le dice: "para eso se le paga" y se olvida que la naturaleza del ser humano exige reconocimiento por sus actividades, independientemente de la relación laboral. Cada empresa debería concertar con sus empleados la mejor forma de ofrecer estímulos y reconocimientos por el trabajo bien hecho

En resumen, antes de involucrarse de lleno en un proceso de mejoramiento continuo es necesario preparar adecuadamente el terreno para adaptarlo a las condiciones existentes en las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales - Villamaría, de modo que

sin pasar por encima la idiosincrasia de la región se encontró que el 100% de las empresas diagnosticadas en la región poseen con buen clima laboral y con garantías sociales para las familias de los empleados, con el fin de asumir retos nuevos de cambio.

Con el objetivo de disminuir ese 90.9% de las empresas manufactureras de la región, se presentan a continuación algunas ideas que permiten aprovechar mejor el talento de los empleados operativos con los que cuentan estas empresas, es necesario generar un aprendizaje continuo en la empresa y los empleados. Hacer de cada experiencia un motivo para aprender, y no comenzar siempre desde cero ya que en ella se invierten todo tipo de recursos que elevan los costos del producto o servicio.

### **1. Uso del método científico en el mejoramiento continuo:**

Los grupos de mejoramiento continuo que usan el método científico ( es decir a los que dependen de buenos datos para resolver problemas y tomar decisiones ), les es más fácil llegar a soluciones permanentes de los problemas [17]. No usar el método científico compromete seriamente uno de los principios básicos del mejoramiento de la calidad y puede impedir el éxito del mejoramiento de los procesos. A continuación se propone a las empresas estudiadas en la región, sigan las siguientes herramientas con el fin de utilizar más eficientemente el mejoramiento continuo en la solución de problemas frecuentes en sus procesos.

\* Herramientas del método científico

**Tabla 12. Tormenta de ideas**

<b>PROPÓSITO</b>	<b>REGLAS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar una cantidad de ideas.</li> <li>• Estimular la creatividad</li> <li>• Aprender y practicar el pensamiento divergente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos deben participar.</li> <li>• No debe haber crítica.</li> <li>• No debe haber comentarios.</li> <li>• Las personas pueden pasar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada persona debe hablar por turno.</li> <li>• El líder registra las ideas en un formato</li> <li>• Nadie debe censurar ni interrumpir.</li> <li>• El grupo genera entre 35 y 100 ideas.</li> <li>• El grupo acepta corazonadas no relacionadas.</li> <li>• Las ideas se desarrollan partiendo de las ideas de los demás.</li> <li>• Cuando todos los miembros del equipo han participado termina.</li> </ul>

**Tabla 13. Selección de problemas**

<b>PROPÓSITO</b>	<b>REGLAS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar los problemas en</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos deben participar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El grupo clasifica los problemas asignando individualmente un puntaje a cada uno según el deseo que tenga de trabajar en ese problema.</li> <li>• El líder da a los miembros unos minutos para que en forma privada asignen un puntaje a los problemas y luego pide que lean en voz alta el puntaje que asignaron. Los puntajes se registran en el rotafolio.</li> <li>• Se suman los puntajes, y luego el grupo decide si es necesario hacer una segunda clasificación, o si el</li> </ul>

<p>orden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar un área de problemas que preocupe a la mayoría de los miembros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe haber críticas.</li> <li>• No debe haber comentarios.</li> <li>• Las personas pueden pasar.</li> <li>• Las discusiones se lleva a cabo hablando uno por turno.</li> </ul>	<p>problema ya está decidido.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es necesario una segunda clasificación, el grupo elimina primero los que no se conserarán y deja un tiempo prudencial para tratar los problemas restantes.</li> <li>• El área de problemas que recibe el mayor número de votos en el proceso que se describió con anterioridad, es la seleccionada.</li> </ul>
--	--	--

**Tabla 14. Recopilación de datos**

<b>PROPÓSITO</b>	<b>REGLAS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer medidas confiables y válidas para determinar las causas de los problemas .</li> <li>• Exponer problemas reales y eliminar los intuidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos deben participar.</li> <li>• Toda la información, especialmente las mediciones, tiene que ser exacta y confiable.</li> <li>• Los datos deben ser completos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los procedimientos de recolección de datos se deben usar cuando el grupo está dispuesto a empezar a investigar el problema. Por lo general se usan procedimientos como registro de mediciones, tabulación de frecuencias, diagramas de localización e informes.</li> <li>• El equipo decide que cantidad de datos es necesaria para resolver el problema, cómo se recopilarán y cómo se hará.</li> <li>• Los miembros del equipo pueden analizar las formas existentes para ver si son adecuadas, y pueden consultar a un estadístico o libro de texto para averiguar las características de una muestra confiable para lograr resultado válidos.</li> <li>• Después de recopilados los datos, se organizan y registran.</li> </ul>

A medida que se implementan herramientas gerenciales, como la planteada con el empleo de círculos de mejoramiento continuo dentro de la organización, el compromiso del empleado

debe ser completo, razón por la cual sería beneficioso estimularlo de alguna manera, por ejemplo, se observa que el 72.7% de las empresas manufactureras de la región pagan bonificación por horas extras. En la medida que los resultados de algún programa o herramienta gerencial permitan observar mejora en sus procesos, se podría pensar en mecanismos de bonificación salarial complementario al de las horas extras, por ejemplo, bonificaciones adicionales, pago por aumento de la eficiencia, por meritos ocasionales o simplemente instaurar una política de “empleado del mes” donde se reconozca a aquellos que sobresalieron por el aporte constante a mejorar procesos organizacionales.

## **10. 2. MEJORAMIENTO ENFOCADO**

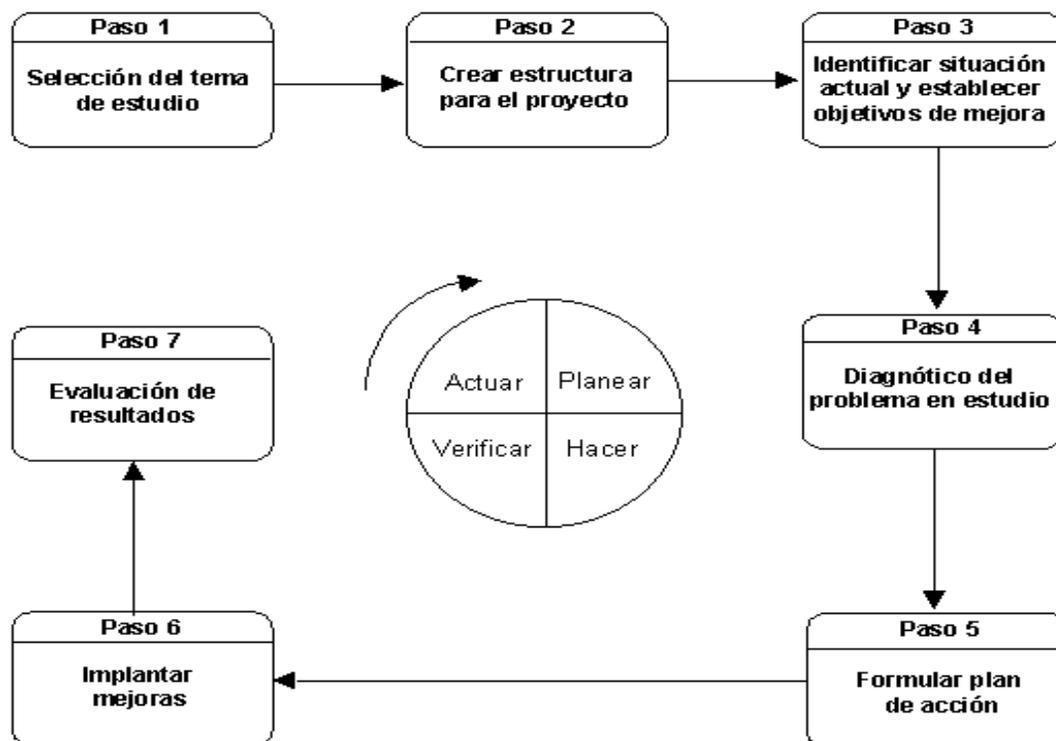
Como se dijo anteriormente, se formularán propuestas, basados en procesos o áreas de mejora, detectadas previo diagnóstico en las empresas, y principalmente, enfocados a la Gestión o Administración del Mantenimiento Industrial, teniendo como referencia algunos postulados propuestos por el TPM [18].

Con el objeto de enfocar este pilar a los requerimiento y necesidades de la región se propondrán formulas administrativas que ayuden a las empresas de la región estudiada a optimizar procesos y a mejorar indicadores de productividad principalmente el mantenimiento industrial, todo aunado a la mejorar efectividad global de planta, a eliminar fallos en los equipos, a reducir el número de averías por turnos, a aumentar la confiabilidad del equipo para labores de producción y centrar el mantenimiento en criticidad; todo basado en el correcto manejo estadístico de la información.

Dentro del grupo de problemas encontrados en las empresas manufactureras de la región, los cuales pueden corregirse mediante este pilar del Mantenimiento Productivo Total se encuentran los siguientes: el número de averías por turno de producción para las empresas MTS se ubica en un nivel medio para el 71.42%, lo que significa que sus líneas de producción durante un turno de ocho horas se detienen por daños mecánicos o eléctricos un promedio de una a dos horas, lo cual significa mucha pérdida de tiempo, ésto se puede

corregir aplicando herramientas de planificación y control sugeridas en este pilar del Mantenimiento Productivo Total, como a continuación se explicará:

Para que las empresas que pretendan implementar este pilar para la solución de los problemas concretos enunciados previamente se les recomienda seguir los siguientes pasos del ciclo Deming, los cuales entre otras cosas también se aplican exitosamente en Meals de Colombia. La siguiente figura ilustra los pasos de este ciclo.



**Figura 58. Ciclo Deming como aplicación inicial para las empresas de la región en la mejora enfocada**

Para aplicar correctamente el ciclo anterior, se explica a continuación en detalle cada etapa.

**Paso 1. Selección del tema de estudio:** El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios:

- Objetivos superiores de la dirección industrial.

- Problemas de calidad y entregas al cliente.
- Criterios organizativos.
- Posibilidades de transmitir a 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.

**Paso 2. Crear la estructura para el proyecto:** La estructura frecuentemente utilizada es la del equipo interfuncional (Mejoramiento Continuo) o también llamados círculos de calidad. En esta clase de equipos intervienen trabajadores de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo como supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, compras o almacenes, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad. Es necesario recordar que uno de los grandes propósitos del TPM es la creación de fuertes estructuras interfuncionales participativas.

Se considera que un alto factor en el éxito de los proyectos de Mejora Enfocada radica en una adecuada gestión del trabajo de los equipos; esto es, como se explicó anteriormente, un buen plan de trabajo, seguimiento y control del avance, como también, la comunicación y respaldo motivacional por parte de la dirección superior.

**Paso 3. Identificar la situación actual y formular objetivos:** En este paso es necesario un análisis del problema en forma general y se identifican las pérdidas principales asociadas con el problema seleccionado. En esta fase se debe recoger o procesar la información sobre averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad de proceso y de los tiempos de operación para identificar los cuellos de botella, paradas, etc. Esta información se debe presentar en forma gráfica y estratificada para facilitar su interpretación y el diagnóstico del problema.

#### **Paso 4: Diagnóstico del problema**

Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones básicas incluyen: limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apriete de tuercas, etc. También es importante la eliminación completa de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. Esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo en las áreas seleccionadas como piloto para la realización de las mejoras enfocadas.

Crear capacidades competitivas desde los procesos industriales que permiten llegar a eliminar en forma radical los factores causales de las averías de los equipos, se debe convertir en propósito general para estas empresas analizadas. Las técnicas más empleadas una vez se constituyan los grupos de calidad deben ser:

- Método Why & Why conocida como técnica de *conocer porqué*. (como el formato utilizado en Meals de Colombia, ilustrado en el anexo K)
- Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFES)
- Análisis de causa primaria
- Método PM o de función de los principios físicos de la avería
- Técnicas de Ingeniería del Valor
- Análisis de datos
- Técnicas tradicionales de Mejora de la Calidad: siete herramientas
- Análisis de flujo y otras técnicas utilizadas en los sistemas de producción Justo a Tiempo como el SMED o cambio rápido de herramientas.

#### **Paso 5: Formular plan de acción**

Una vez se han investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas. Este plan debe incluir alternativas para las posibles acciones. A partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas

específicas necesarias para lograr los objetivos formulados. Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especializado o miembros de soporte como ingeniería, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operarios del equipo y personal de apoyo rutinario de producción como maquinistas, empacadores, auxiliares, etc.

### **Paso 6: Implementar mejoras**

Una vez planificadas las acciones con detalle se procede a implementarlas, es importante durante la implementación de las acciones contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto incluyendo el personal operativo. Las mejoras no deben ser impuestas ya que si se imponen por orden superior no contarán con un respaldo total del personal operativo involucrado. Cuando se pretenda mejorar los métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente intervienen en el proceso<sup>11</sup>.

Vale la pena recurrir a un comentario realizado por el coordinador de la línea piloto de TPM de Meals de Colombia, Planta Manizales, quien decía: "las ideas proceden de todo el mundo; los operarios que trabajan en el equipo, poseen gran cantidad de información porque ven los problemas exactos en el momento en que se presentan. Además, las mejoras se ponen inmediatamente en práctica sin esperar la aprobación por parte de la dirección. Si da resultado, se convierte inmediatamente en una norma; si mejora el rendimiento, todo el mundo la imitará. Quien quiera que pueda dar con una idea sobre cómo arreglar una cosa, desde los obreros que recorren los talleres reparando herramientas y equipos, hasta el más alto nivel de dirección... lo hace inmediatamente".

---

<sup>11</sup> Sistema alterno de mantenimiento. Revista Ingeniería industrial. Vol X No 2. Ciudad de la Habana.

## **Paso 7: Evaluar los resultados**

Es muy importante que los resultados que se vayan obteniendo en la mejora sean publicados en una cartelera o paneles, en toda la empresa lo cual ayudará a asegurar que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora. El comité u oficina encargada de coordinar el TPM debe llevar un gráfico o cuadro en el cual se controlen todos los proyectos, y garantizar que todos los beneficios y mejoras se mantengan en el tiempo.

### **10. 2. .1. Herramientas propias de la mejora enfocada**

Para dar cumplimiento con los siete pasos propuestos en el numeral anterior sobre la mejora enfocada, se hace necesario recurrir a técnicas propias del TPM, básicamente son herramientas de diagnóstico de situaciones vividas por todas las empresas manufactureras de la región, las cuales se enfocarán a mejorar la función de mantenimiento de las organizaciones estudiadas, un parámetro importante donde la región mostró debilidad, sobretodo las empresas MTS, fue el número de averías por turno de producción, la utilización de estas herramientas, se convierten en factor importante para el comienzo de la solución a debilidades encontradas en estas empresas.

### **1. Técnicas: Porqué-Porqué y método PM**

El método de las 5 W conduce a encontrar la causa raíz de un problema con el fin de Implementar soluciones definitivas. Consiste en preguntar cinco veces: ¿ POR QUÉ ? (WHY ?). Esto impide que el análisis se quede en los síntomas y por el contrario permite llegar al origen de una falla [19]. A continuación se ilustra un ejemplo de aplicación, el cual puede ser tomado como modelo para la solución de muchas otras fallas:

**Por qué** está arrojando aserrín en el piso?

**El piso está resbaloso y es peligroso**

**Por qué** está resbaloso y es peligroso?

**Hay aceite en el piso.**

**Por qué** hay aceite en el piso?

**El reductor de velocidad principal gotea.**

**Por qué** gotea el reductor de velocidad principal?

**El retenedor no sella bien**

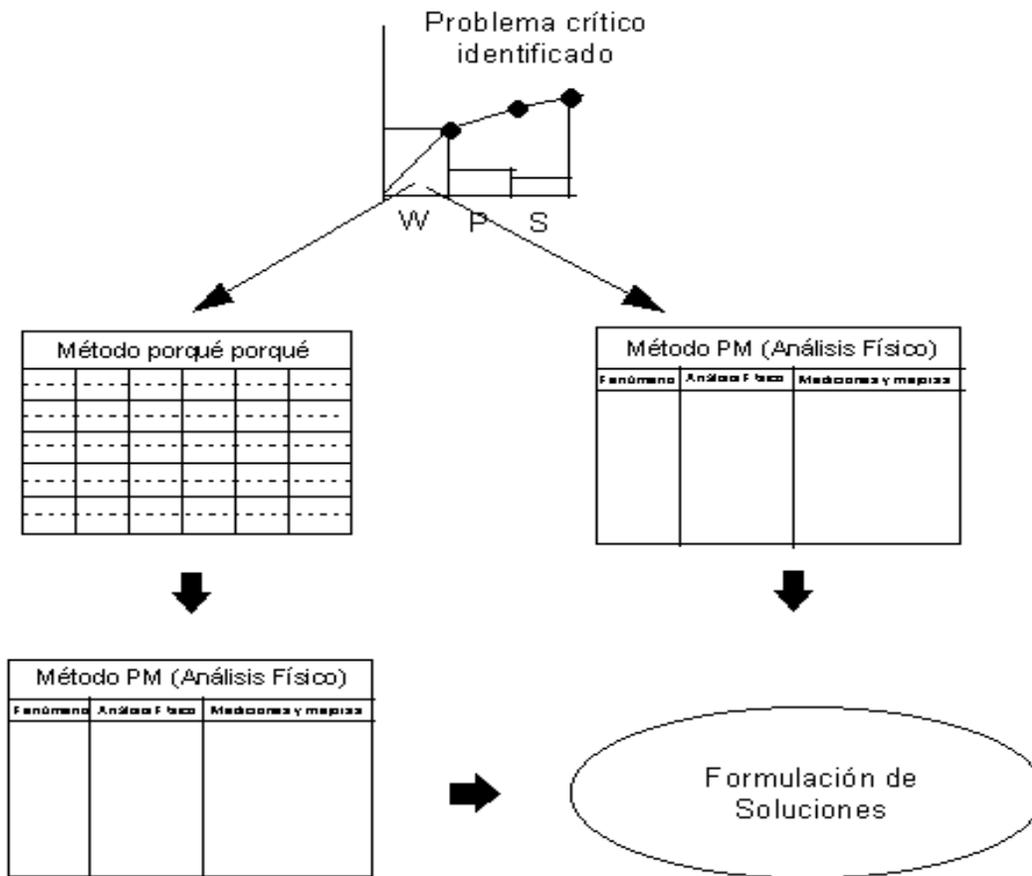
**Por qué** el retenedor no sella?

**Está golpeado.**

**SOLUCION:** Reemplazar el retenedor.

La estrategia de Mantenimiento Productivo Total para el diagnóstico de averías, por citar un ejemplo, se inicia con la utilización de la técnica Porqué-Porqué. Esta técnica permite reducir en forma dramática la repetición de las averías, pero no la elimina en forma definitiva. Por este motivo es necesario emplear a continuación el método PM para lograr eliminar de raíz la mayor cantidad de factores causales y alcanzar altos niveles de confiabilidad en los equipos.

Cuando una línea de producción se encuentra bien mantenida y presenta una avería, se puede realizar su diagnóstico aplicando un análisis PM. Pero si el equipo se encuentra deteriorado y sus condiciones básicas están descuidadas, se considera que es más apropiado iniciar un estudio con la técnica Porqué-Porqué, antes de aplicar un análisis PM. La siguiente figura ilustra la manera secuencial de los métodos enunciados



**Figura 59. Formato del método 5W y PM. Fuente: [www.mantenedor.com](http://www.mantenedor.com)**

Este formato permite normalizar la técnica del porque – porque, paralelo con el análisis físico y llegando a ofrecer soluciones claras y precisas, además permitiendo mantener datos históricos sobre el comportamiento de la falla o avería.

El principio fundamental es la evaluación de las posibles causas de avería empleando como medio la inspección detallada del equipo, teniendo presente el análisis físico del fenómeno, para lograr reconstruir el deterioro acumulado del equipo. Una vez identificada la avería se realiza un análisis físico del fenómeno. De este análisis se identifican posibles factores causales, los cuales se someterán a inspección para verificar su validez.

## 2. Efectividad global del equipo:

Como se diagnosticó en la región estudiada, el 90.9% de las empresas manufactureras del área, no miden la efectividad global de la planta, solo dos empresas lo hacen y sus eficiencias están por el orden del 74%. En este apartado se pretende ilustrar como las empresas de la región pueden hacer uso de esta herramienta con el objeto, primero de diagnosticar el estado actual de la efectividad de sus plantas y segundo con el objetivo de mejorar esos niveles y estandarizar una medida importante para la competitividad de la organización [20]. Vale la pena mencionar que los estándares mundiales de empresas que han ganado el premio TPM a la excelencia empresarial se ubica en 85% de efectividad global de planta, también cabe señalar que la empresa estudiada, Meals de Colombia, posee una efectividad de 78%, lo cual es bastante significativo como referencia para las empresas de la región. Aunque no era objeto principal de este estudio medir la efectividad global de las empresas estudiadas, lo que se percibe es este indicador se encuentra muy por debajo de los estándares normales de planta, entre otras cosas ninguna empresa lo mide y aparte de todo este ambiente la efectividad está por debajo de alcanzar niveles aceptables. Por lo tanto, se ofrecen herramientas analíticas para que las empresas región puedan llegar a medir esta efectividad global de planta.

A menudo, lo que se indica como tasa de efectividad del equipo es la tasa de operación o *disponibilidad*, la cual se basa en la relación entre el tiempo de operación, excluido el tiempo de parada, y el tiempo de carga.

La fórmula matemática de esto es:

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad} &= \frac{\text{tiempo de operación,}}{\text{tiempo de carga}} \quad \text{o sea, (Ec.4)} \\ &= \frac{\text{tiempo de carga} - \text{tiempo de parada}}{\text{tiempo de carga}} \end{aligned}$$

En este caso, *tiempo de carga*, o tiempo disponible por día (o mes), se deriva restando el tiempo de parada planificado del tiempo total disponible por día (o mes). El *tiempo planificado de parada* se refiere a la cantidad de tiempo de parada oficialmente programado en el plan de producción, que incluye tiempo de parada para mantenimiento programado y actividades de gestión (tales como reuniones de mañana). Por ejemplo, asumamos que el turno de trabajo por día es de ocho horas, o 480 minutos. Si el tiempo planificado de parada por día es 20 minutos, entonces el tiempo de carga por día será 460 minutos.

El tiempo de operación se deriva sustrayendo el tiempo de parada de las máquinas (tiempo sin operación) del tiempo de carga; en otras palabras, se refiere al tiempo durante el cual el equipo está operando actualmente. El tiempo de parada del equipo incluye pérdidas de paradas de máquinas debidas a fallos, procedimientos de cambio de útiles / ajustes, preparación de máquina, etc. Por ejemplo, asumamos de nuevo un tiempo de carga por día de 460 minutos. Si el tiempo de paradas por día se compone de averías (20 minutos), cambio de útiles (20 minutos) y ajustes (20 minutos), con un total de 60 minutos, el tiempo de operación por día sería de 400 minutos. En este caso, la disponibilidad o tasa de operación se calcularía como sigue:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{400 \text{ minutos}}{460 \text{ minutos}} \times 100 = 87\%$$

Si los datos primarios recogidos en el lugar de trabajo fuesen precisos, un porcentaje de disponibilidad del 87 por ciento sería una cifra confiable; sin embargo, la precisión de los registros sobre la operación actual del equipo varía de una empresa a otra.

Ahora bien, como el ejemplo anterior, el tiempo de parada planificado es de 20 minutos, y el tiempo de parada registrado es de 60 minutos, supuestamente consecuencia de averías (20 minutos), cambio de útiles (20 minutos), y ajustes (20 minutos). Es difícil determinar la precisión de estos registros de tiempo. Obviamente, no hay necesidad de medir tiempos al

segundo, pero en la práctica, los registros a menudo varían los tiempos reales de los registrados hasta diez minutos.

Si se quiere practicar un “TPM rentable” y perseguir una óptima efectividad del equipo, son cruciales los dos factores siguientes. Primero, se deben mantener **registros precisos de la operación del equipo** (cerca del 80% de las empresas de la región poseen esos registros) de forma que puedan proveerse dirección y controles apropiados (con metas más estrictas); y segundo, se debe diseñar una escala precisa para medir las condiciones de operación del equipo. Las condiciones de operación del equipo no se reflejan precisamente cuando se basan solamente en la cantidad de disponibilidad (ratio de tiempo de operación) mencionada anteriormente. De las seis grandes pérdidas del equipo, solamente las pérdidas de tiempo de parada se computan para determinar la disponibilidad. Otras pérdidas del equipo, tales como las pérdidas de velocidad y defectos, no se tienen en cuenta. Para representar precisamente las condiciones de operación actuales del equipo, deben incluirse en los cálculos las seis pérdidas del equipo.

#### \* **Eficiencia del rendimiento**

Es el producto de la tasa de velocidad de operación y la tasa de operación neta. La tasa de velocidad de operación del equipo se refiere a la discrepancia entre la velocidad ideal (basada en la capacidad del equipo prevista en su diseño) y su velocidad de operación actual. La fórmula matemática para la tasa de velocidad de operación es:

$$\text{Tasa de velocidad de operación} = \frac{\text{Tiempo de ciclo teórico}}{\text{Tiempo de ciclo actual}} \quad (\text{Ec } 5)$$

Por ejemplo, si el tiempo de ciclo teórico (o estándar) por ítem es 0,5 minutos y el tiempo actual del ciclo por ítem es 0,8 minutos, los cálculos serán como sigue:

$$\text{Tasa de velocidad de operación} = \frac{0,5 \text{ minutos}}{0,8 \text{ minutos}} \times 100 = 62,5\%$$

La tasa de operaciones neta mide el mantenimiento de una velocidad dada sobre un periodo dado. Sin embargo, este número no puede indicarnos si la velocidad actual es más rápida o más lenta que la velocidad estándar de diseño, pero si mide si una operación permanece estable a pesar de periodos en los que el equipo se opera a una velocidad más baja. Calcula las pérdidas resultantes de paradas menores registradas, así como las que suceden sin registrarse, tales como pequeños problemas y pérdidas por ajustes:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de operación neta} &= \frac{\text{Tiempo de proceso actual}}{\text{Tiempo de operación}} \text{ (Ec 6)} \\ &= \frac{\text{Cantidad procesada} \times \text{Tiempo actual de ciclo}}{\text{Tiempo de operación}} \end{aligned}$$

Por ejemplo, si el número de ítems procesados por día es 400, el tiempo actual de ciclo por ítem es 0,8 minutos y el tiempo de operación es 400 minutos:

$$\text{Tasa de operación neta} = \frac{400 \text{ ítems} \times 0,8 \text{ minutos}}{400 \text{ minutos}} \times 100 = 80\%$$

100 – tasa de operación neta, que es 20% = pérdidas de paradas menores.

A continuación, se calcula la eficiencia de rendimiento:

Eficiencia rendimiento = tasa operación neta x tasa velocidad operación

$$= \frac{\text{cantidad procesada por tiempo actual de ciclo}}{\text{tiempo de operación}} \times \frac{\text{tiempo ciclo ideal}}{\text{tiempo actual ciclo}}$$

$$= \frac{\text{cantidad procesada} \times \text{tiempo ciclo ideal}}{\text{tiempo de operación}}$$

$$= \frac{400 \text{ (ítems)} \times 0,5 \text{ minutos}}{400 \text{ minutos}} \times 100 = 50\%$$

o  $(0,625 \times 0,80 \times 100 = 50\%)$

Si la tasa de calidad del producto es del 98 por ciento, entonces la tasa de efectividad global del equipo es como sigue:

Efectividad global del equipo = Disponibilidad x eficiencia rendimiento x tasa de calidad de productos

o  $(0,87 \times 0,50 \times 0,98 \times 100 = 42,6\%)$

Aún cuando la disponibilidad es del 87 por ciento, la efectividad global del equipo, cuando se calcula actualmente, no alcanza incluso el 50 por ciento, quedando en un sorprendentemente bajo 42,6 por ciento. Los datos empleados en estos ejemplos son representativos de la compañía X de la región estudiada. En esencia, los números revelan que el equipo se está usando solamente por la mitad de su efectividad.

A: Horas trabajo por día = 60 min. x 8 horas = 480 minutos

B: Tiempo parada planificado por día (tiempo considerado de parada en programación para mantenimiento programado, u otros propósitos) = 20 minutos.

C: Tiempo de carga por día = A – B = 460 minutos

D: Pérdidas de paradas por día (averías – 20 minutos; cambios trabajo – 20 minutos; ajustes – 20 minutos) = 60 minutos.

E: Tiempo de operación por día = C – D = 400 minutos

G: Output por día = 400 ítems

H: Tasa de calidad productos: 98%

I: Tiempo ideal de ciclo: 0,5 minutos/ítem

J: Tiempo actual de ciclo = 0,8 minutos/ítem

Por tanto, resumiendo:

F: Tiempo de proceso actual = J x G = 0,8 x 400

T: Disponibilidad = E/C x 100 = 400/460 x 100 = 87%

M: Tasa de velocidad de operaciones = I/J x 100 = 0,5/0,8 x 100 = 62,5%

N: Tasa de operaciones neta =  $F/E \times 100 = (0,8 \times 400)/400 \times 100 = 80\%$

L: Eficiencia rendimiento =  $M \times N \times 100 = 0,625 \times 0,800 \times 100 = 50\%$

Efectividad global del equipo =  $T \times L \times H \times 100\% = 0,87 \times 0,50 \times 0,98 \times 100 = 42,6\%$

Basados en datos de compañías de clase mundial, se tiene que:

- ✓ Disponibilidad más del 90%. (En la región es de máximo 70%)
- ✓ Eficiencia del rendimiento más del 95%
- ✓ Tasa de calidad de productos mayor del 99%

Por tanto, la efectividad global del equipo ideal debe ser:

$$0,90 \times 0,95 \times 0,99 \times 100 = 85\%$$

Este número no es una meta imposible de lograr. Todas las compañías ganadoras del Premio TPM tienen una efectividad global del equipo superior al 85 por ciento.

Un incremento en la efectividad global del equipo se traduce en un incremento en la productividad para la empresa, pero también significa una mejora importante en la Administración de la función de Mantenimiento al interior de la empresa.

### **3. Sistema de Sugerencias**

En el medio empresarial del área metropolitana Manizales – Villamaría, se observa aún que existe interés en utilizar sólo la “fuerza de trabajo” de las personas. El trabajador es sólo un “receptor” de ordenes y un “ejecutor” de las indicaciones que se le dan. Cuando el proceso de mejoramiento continuo se orienta hacia los individuos, la fuerza de trabajo deja de tener toda la importancia y pasa a ocupar lugar principal la “inteligencia de trabajo” de las personas, o sea pasan a ser importantes todos los aportes e ideas que cada persona puede ofrecer. Cada trabajador puede considerarse un especialista de su puesto de trabajo y si se le

motiva suficientemente se va a interesar por la forma actual en que hace su trabajo y siempre va a estar dispuesto a dar ideas para mejorar.

El sistema de sugerencias permite que los empleados se involucren y se comprometan con el proceso de mejoramiento continuo por medio de ideas, individuales o de grupo, que buscan siempre superar los estándares actuales [21]. Esta es una herramienta que ayuda a mejorar las comunicaciones en toda la organización porque permite que hablen entre los mismos trabajadores y entre estos con sus superiores. Además le brinda la oportunidad a la dirección superior de la empresa de comunicarse con todo el personal e involucrarse en sus propuestas de mejora. Aquí vale la pena insistir en que el papel del Director Ejecutivo o el Gerente de la empresa no es ser tomador de decisiones sino que debe ser un promotor de cambio y un facilitador que muestre transparencia y coherencia con los valores éticos de la organización; para lograr esto se debe comenzar por creer en la gente y mantener siempre una sincera actitud de escucha.

La principal motivación para que haya muchas sugerencias puede partir de dos principios:

- . **Primero:** es necesario aplicarlas. Sólo cuando el empleado ve que sus ideas se han hecho realidad, va a sentir que se le ha escuchado y va a estar orgulloso de su aporte al mejoramiento de la empresa.
- . **Segundo:** debe haber un reconocimiento para el empleado o grupo que sugiere una mejora, Ese reconocimiento no siempre debe ser económico, sino que se puede orientar para atacar la escala de necesidades del ser humano propuesta por Abraham Maslow<sup>12</sup>.

El reconocimiento económico sólo ataca las necesidades básicas del individuo o del grupo, pero es necesario ser creativo para que ese reconocimiento dé satisfacción a otras necesidades sociales, de seguridad, de autoestima, autorrealización y pertenencia.

---

<sup>12</sup> Noori, Hamid y Radford Rusell. “Administración de operaciones y producción: Calidad Total y respuesta sensible rápida”. Editorial Mc Graw Hill. 1997.

Algunos beneficios que las empresas del área obtendrían del sistema de sugerencias son los siguientes:

- . Facilita el trabajo.
- . Los empleados se vuelven mejores observadores.
- . Existe mayor seguridad en el trabajo.
- . Mejora las comunicaciones en toda la organización.
- . Eleva la motivación porque hace que los trabajadores se sientan más útiles.
- . Eleva la moral y el compromiso de los trabajadores.
- . Mejora la productividad de la mano de obra y la calidad de los productos.
- . Motiva el aprendizaje de los individuos y del grupo.
- . Fomenta la creatividad para buscar mejores formas de hacer el trabajo.

#### **4. FACULTAR A LOS EMPLEADOS**

Se plantean cuatro claves para lograr facultar a los empleados de la región:

- a. Compartir la información con todos, ya que quienes tienen información se ven obligados a actuar con responsabilidad porque entienden la situación real y los estimula a actuar como si fueran dueños de la empresa. Se observa en las empresas de la región que a la hora de tomar una decisión estratégica por parte de la alta gerencia, se tarda mucho tiempo en llegar la información
- b. Crear autonomía por medio de fronteras. Aclara la visión de la organización para traducirla en papeles y metas y define valores y reglas de actuación claras.
- c. Reemplazar las jerarquías con equipos autodirigidos facultados para tomar decisiones.
- d. Educar y capacitar a todos los empleados para la toma de decisiones.

Algunas formas de motivar a la gente para aplicar el mejoramiento continuo son:

1. Procurar un mejor ambiente de trabajo.
2. Facultar a todos los empleados.
3. Facilitar actividades de control visibles.
4. Campaña periódica de PQCDMS (**P**uesto de trabajo, **C**alidad alta, **C**ostos bajos, **D**espachos a tiempo, **S**eguridad y **M**oral alta).
5. Fomentar actividades de pequeños grupos.

6. Facilitar la aplicación del sistema de sugerencias.
7. Recompensar a los empleados que se desempeñen bien.
8. Establecer un sistema flexible de salarios.
9. Dar posibilidades de ascenso en la organización.
10. Entrenar a gerentes y supervisores.
11. Aplicar liderazgo y apoyo por parte de la alta dirección.
12. Dar pronta respuesta a los estímulos externos (proviene del cliente y del entorno)

Es conveniente manifestar que muchas de las empresas encuestadas y principalmente los empleados de la base, tales como, los operarios, mecánicos, electricistas, muestran obstáculos para la posible aplicación del mejoramiento continuo dentro de sus empresas, representados en actitudes como:

1. Temor al fracaso y a la pérdida de prestigio.
2. Creer que todo está bien y que no existen problemas.
3. Estar satisfecho con el statu – quo.
4. Los regionalismos.
5. Confiar sólo en la propia experiencia.
6. Falta de conocimientos técnicos y estadísticos.
7. Excesiva crítica y falta de reconocimiento.
8. Resignación, celos, envidia.
9. Pensar sólo en uno mismo.
10. Falta de habilidad, juicio, originalidad e inventiva.
11. Sindicatos carentes de comprensión.
12. Relajarse por los resultados iniciales de una mejora.

Debe quedar claro que un proceso de mejoramiento continuo se puede aplicar en las empresas de la región, con el fin de eliminar todas las pérdidas en un sistema productivo, propuestas por la filosofía del TPM, las cuales, obedecen a la siguiente estructura:

### **Pérdidas de materiales y energía:**

1. Pérdidas de materiales
  - . Por defectos de calidad
  - . Desperdicio geométrico
  - . Pérdidas por sobrepeso
  - . Por excesos
  - . Por deficiencia en operación

2. Pérdidas de energía
  - . Escapes de vapor
  - . Por sobrecarga
  - . Sobretemperaturas
  - . En el inicio del proceso

### **Pérdidas de rendimiento de los equipos:**

3. Paradas programadas
4. Preparación y ajuste
5. Por avería de equipos
6. Por paradas menores
7. Pérdidas por velocidad
8. Por defectos de calidad
9. Reprocesos
10. Por operación

### **Pérdidas por rendimiento de la mano de obra**

11. Pérdida de tiempo por control
  - . Espera de instrucciones
  - . Espera de materiales
12. Pérdidas por falta de flujo en producción
  - . Desplazamientos innecesarios
  - . Mala operación de los equipos
  - . Procesos y métodos deficientes
13. Desorganización de la línea
14. Deficiencia logística
15. Mediciones y ajustes en proceso
16. Estado de las herramientas

El mejoramiento continuo es un modo de vida que impulsa a mejorar, hoy, lo hecho el día de ayer. Si se trabaja primero en el “**mejoramiento continuo del talento humano**”, será posible observar saltos positivos hacia la mejora de la productividad y competitividad de las empresas .

## **5. Lecciones de Un Punto (LUP)**

La LUP es una técnica de conservación y transferencia de conocimiento ampliamente utilizada en la práctica TPM. Se utiliza para entrenar, actualizar, prevenir, enseñar al colaborador y empleado de la empresa sobre algún tema concreto. Su poder está en la forma como se transmite el conocimiento, ya que cualquier persona dentro de la empresa puede elaborar una LUP. Una vez aprobada por un responsable se procede a realizar un proceso de diálogo y explicación sobre el contenido a otra persona [22].

Pueden existir LUP's sobre temas de seguridad industrial, acciones Kaizen, normas de trabajo, procesos a seguir en una prueba de laboratorio, conocimientos básicos sobre numerosos campos del conocimiento. Es frecuente en TPM utilizar las LUP como herramienta de Mantenimiento Autónomo con el objeto de evitar la presencia de fallos similares en otros equipos.

La siguiente gráfica ilustra un formato estándar propuesto para las lecciones de aprendizaje, el modelo puede ser implementado por cualquiera de las empresas de la región .

<b>Lección de un punto</b>	<b>Asunto a tratar</b> <i>Consecutivo para el archivo</i>				<b>LUP No.</b>
					Nombre del equipo
	Preparó /Fecha:				
	Conocimiento básico	Problemas analizados	Kaizen	Riesgos Laborales	Area:
<b>Antecedentes</b>					
<p><i>Información complementaria para entender la importancia de la LUP</i></p> <p><i>Tipos de LUP's que se pueden elaborar</i></p> <p><i>Fecha en la que explica el contenido de la LUP a una persona</i></p> <p><i>Firma que certifica que el nuevo conocimiento se ha transferido y recibido</i></p>					
Fecha					
Instructor					
Entrenado					

**Figura 60. Formato LUP propuesto para las empresas de la región**

El Dr. Kaoru Ishikawa manifestaba que estos procesos de creación de cultura y hábitos buenos en el trabajo se logran preferiblemente con el ejemplo. No se le puede pedir a un mecánico de mantenimiento que tenga ordenada su caja de herramienta, si el jefe tiene descuidada su mesa de trabajo, desordenada y con muestras de tornillos, juntas, piezas y recambios que está pendiente de comprar.

### 3 . Gestión Visual

Posiblemente una de las mejores herramientas para la gestión de la información en proyectos de mejora continua y en especial un proyecto TPM son los tableros de control visual. Esta estrategia de presentación se puede diseñar de múltiples formas para lograr comunicar las necesidades de cierto trabajo, compromiso y cooperación en todas las tareas, resultados y progreso de acciones, etc. El fundamento teórico de esta clase de instrumentos lo aporta Fernando Flores (PhD) en su libro "Creando la empresa del siglo XXI". Sus argumentos se apoyan en la filosofía del lenguaje, especialmente en Heidegger. Flores considera que los "actos lingüísticos" y conversación permiten crear compromiso y descubrir un nuevo conocimiento que está presente en el proceso de diálogo. Los tableros de información visual no se deben asumir como sitios donde se guarda información exclusivamente. No se trata de crear carteleras donde se muestra la información. Para que un sistema de gestión visual realmente sea útil y poderoso, debe existir la posibilidad de realizar actos de conversación y diálogo creativo entre los participantes. Esta clase de conversaciones conducen a un mayor compromiso, comprensión de la situación y a "conocer profundamente" el proceso donde participan. La figura 61 ilustra un modelo de control visual aplicable a cualquier empresa de la región



**Figura 61. Tablero de control visual**

## 7. Análisis de Criticidad

Se propone este análisis debido al alarmante resultado que el diagnóstico arrojó, dado que las empresas de la región tanto MTS como las MTO tienen porcentajes muy bajos al atacar confiabilidad de los equipos. Se observó que la mayoría de las empresas apuntan a la disponibilidad de equipos; solo en el 6.67% de las empresas MTO y en el 14,29% de las empresas MTS atacan la confiabilidad por lo cual es pertinente proponer y formar cultura de trabajar en función de la confiabilidad de equipos.

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual [23]. El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Que criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

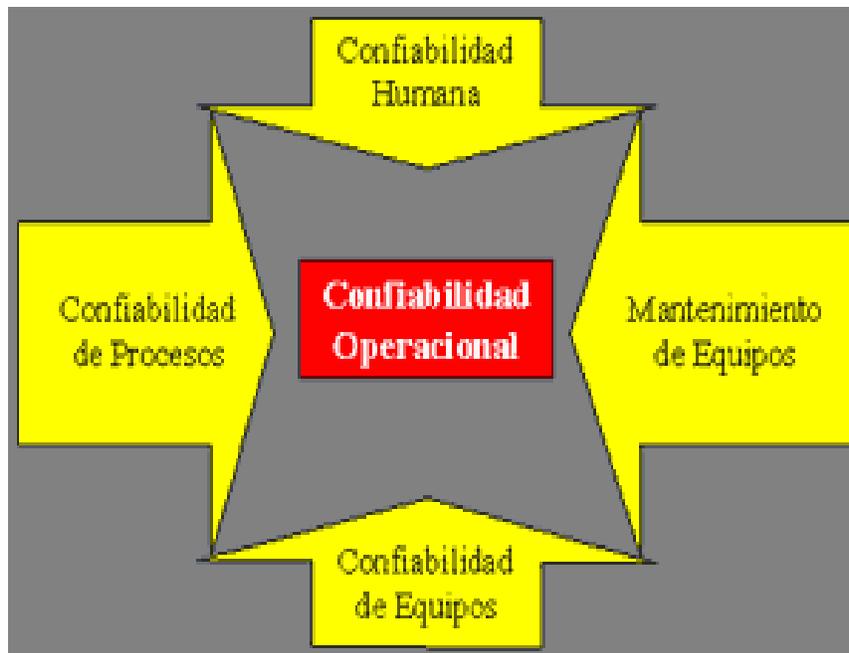
Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación

principalmente [24]. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado.

La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

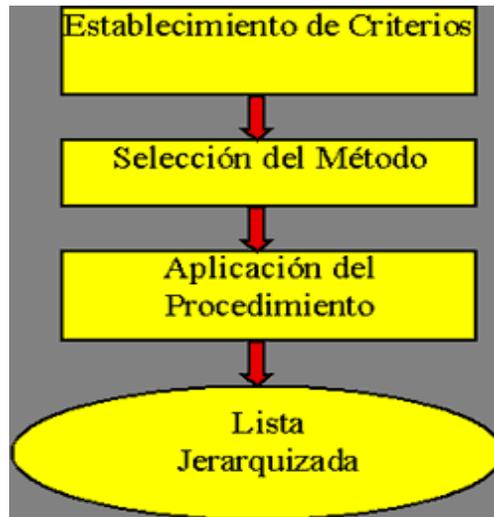
Es importante puntualizar que en un programa de optimización de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

La variación en conjunto o individual de cualquiera de los cuatro parámetros presentados en la figura 62, afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.



**Figura 62. Aspectos de la confiabilidad operacional. Fuente: [www.elindustrial.com](http://www.elindustrial.com)**

Un modelo básico de análisis de criticidad, relativamente fácil de implementar para cualquiera de los procesos productivos de las empresas, es equivalente al mostrado en la figura 63.



**Figura 63. Modelo básico de criticidad.**

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

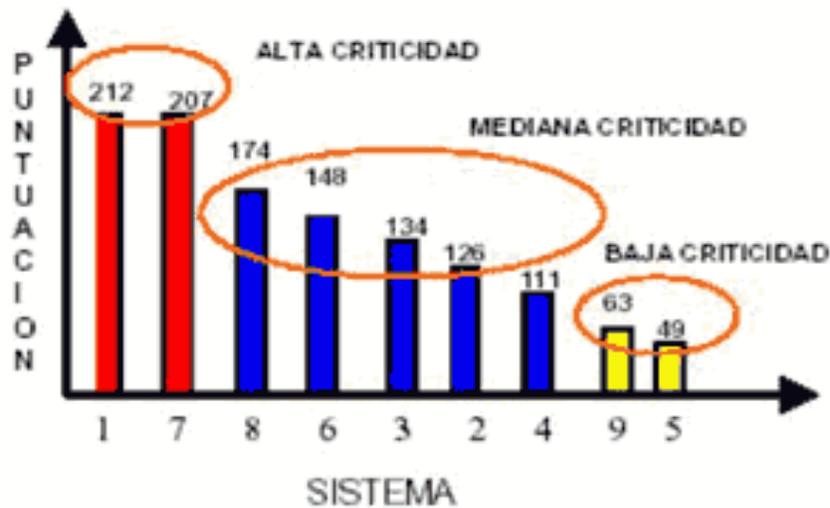
- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

En el ámbito de mantenimiento al tener plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y *planes de mantenimiento* de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

A nivel del personal un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de *habilidades en el personal*, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentra las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

Los valores de criticidad obtenidos serán ordenados de mayor a menor, y serán graficados utilizando diagramas de barra, lo cual permitirá de forma fácil visualizar la distribución descendente de los sistemas evaluados.

La distribución de barras, en la mayoría de los casos, permitirá establecer de forma fácil tres zonas específicas: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Esta información es la que permite orientar la toma de decisiones, focalizando los esfuerzos en la zona de alta criticidad, donde se ubica la mejor oportunidad de agregar valor y aumentar la rentabilidad del negocio. La figura 64 muestra el diagrama de barra correspondiente a los resultados mostrados en la tabla 1, para indicar las tres zonas que caracterizan un análisis de criticidad.



**Figura 64. Gráfico de resultados de un análisis de criticidad**

## 10. 2. 2. Herramientas Estadísticas

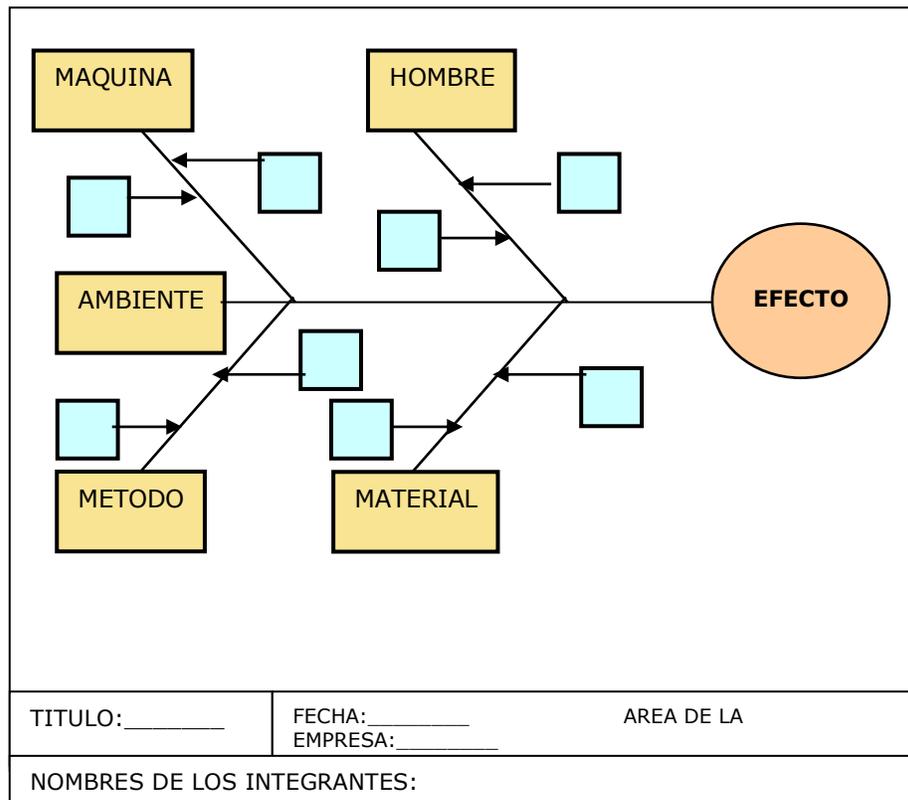
La utilización de herramientas estadísticas en el control del proceso para estas empresas es primario, ya que solo se limitan a llenar registros, por ejemplo los de la ISO, pero no le dan tratamiento estadístico a esa información recolectada. En las empresas MTS el 57.14% de las empresas no las utilizan y en las empresas MTO el 60% de las compañías objeto de estudio tampoco las utilizan. Se propone la utilización de herramientas tales como:

### 1. Diagrama de Causa y Efecto

Cuando se estudian problemas de fallos en equipos, estas pueden ser atribuidos a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, alguno de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción.

A continuación se presenta la forma de construir un diagrama de Causa y Efecto con el propósito de aplicarlo en la detección fallas de los equipos, gracias al diagnóstico de evidenció que la gran cantidad de empresas, especialmente las MTO, no utilizan

herramientas estadísticas para detectar posibles daños en sus equipos, en estas empresas lo que observó fue que no manejan información estadísticamente y además llegan a la solución de problemas de manera empírica y basados en la experiencia profesional. La figura 65 ilustra el formato que las empresas pueden utilizar para desglosar los diferentes problemas presentados a fin de plantear soluciones efectivas de mejoramiento.



**Figura 65. Formato propuesto del diagrama espina de pescado para las empresas de la región.**

Buena parte del éxito en la solución de un problema está en la correcta elaboración del Diagrama de Causa y Efecto.

Para una correcta construcción del Diagrama de Causa y Efecto se recomienda seguir un proceso ordenado, con la participación del mayor número de personas involucradas en el tema de estudio. Aunque no hay un número fijo de causas principales, frecuentemente es útil iniciar la construcción de un diagrama de causa y efecto, utilizando las 5M:

\* Causas debidas a la materia prima:

Se tienen en cuenta las causas que generan el problema desde el punto de vista de las materias primas empleadas para la elaboración de un producto. Por ejemplo: causas debidas a la variación del contenido ácidos, Ph, tipo de materia prima, proveedor, empaque, transporte etc. Estos factores causales pueden hacer que se presente con mayor severidad una falla en un equipo.

\* Causas debidas a los equipos

En esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de transformación de las materias primas como las máquinas y herramientas empleadas, efecto de las acciones de mantenimiento, obsolescencia de los equipos, cantidad de herramientas, distribución física de estos, problemas de operación, eficiencia, etc.

\* Causas debidas al método

Se registran en esta espina las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo. Son numerosas las averías producidas por estrelladas de los equipos, deficiente operación y falta de respeto de los estándares de capacidades máximas.

#### \* Causas debidas al factor humano

En este grupo se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano. Por ejemplo, falta de experiencia del personal, salario, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, pericia, habilidad, estado de ánimo, etc.

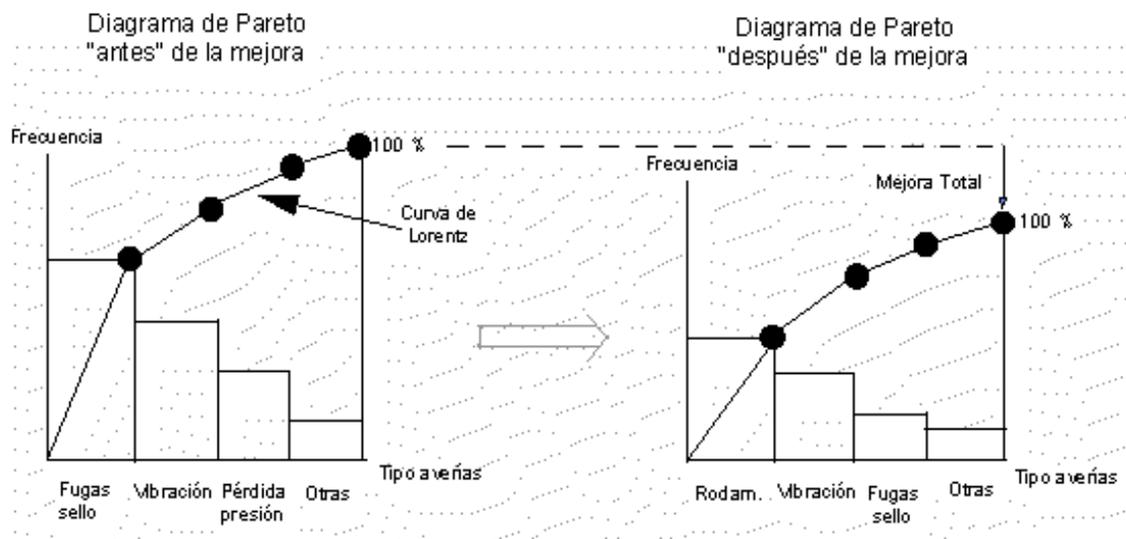
Una práctica deficiente y frecuente en los estudios de averías empleando el diagrama Causa y Efecto (C-E) consiste en que ciertos integrantes del equipo de estudio, forzan conclusiones relacionadas con el factor humano como las causas más importantes de la avería. Una vez construido el diagrama C-E el equipo llega a conclusiones como " los factores causales de la pérdida está en un alto porcentaje relacionados con la falta de formación de personal, experiencia, desmotivación y presión de los superiores [25]." No se quiere decir que estos temas no sean vitales; pero ante problemas técnicos de equipamiento, debido a la falta de información y al no poder priorizar los factores con datos, se especula y finalmente se evade el problema central, que en conclusión es un problema técnico.

Se considera esta herramienta lo suficientemente útil y brinda beneficios importantes, especialmente para mejorar el conocimiento del personal, ya que facilita un medio para la comunicación y dialogo sobre los problemas de la planta. El empleo del diagrama C-E ayuda a preparar a los equipos para abordar metodologías complementarias, que requieren un mayor grado de disciplina y experiencia de trabajo en equipo. El enfoque de calidad se puede emplear como un primer paso en la mejora de problemas esporádicos, que también hay que eliminarlos; una vez alcanzadas estas mejoras y como parte del proceso de mejora continua, se podrá continuar el trabajo de eliminación de factores causales empleando la metodología sugerida por el TPM.

## **2. Diagrama de Pareto**

Frecuentemente el personal técnico de mantenimiento y producción debe enfrentarse a problemas que tienen varias causas o son la suma de varios problemas. El Diagrama de Pareto permite seleccionar por orden de importancia y magnitud, la causa o problemas que se deben investigar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz [26].

El Diagrama de Pareto es un instrumento que permite graficar por orden de importancia, el grado de contribución de las causas que estamos analizando o el conjunto de problemas que queremos estudiar. Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales. Para construir el diagrama de Pareto se pueden seguir los siguientes pasos. Un ejemplo de diagrama es el mostrado en la figura 66.



**Figura 66. Diagrama de Pareto comparativo antes y después de la mejora.**

*Paso 1 :* En el primer paso se decide la clase de problema que será investigado. Se define el cubrimiento del análisis, si se realiza a una máquina completa, una línea o un sistema de cierto equipo. Se decide que datos serán necesarios y la forma de como clasificarlos. Este punto es fundamental, ya que se pretende preparar la información para facilitar su estratificación posterior.

*Paso 2:* Preparar una hoja de recogida de datos. Si la empresa posee un programa informático para la gestión de los datos, se preparará un plan para realizar las búsquedas (sort) y la clasificación de la información que se desea. Es en este punto cuando se puede realizar la estratificación de la información sugerida anteriormente.

*Paso 3:* Clasificar en orden de magnitud la información obtenida. Se recomienda indicar con letras (A,B,C,...) los temas que se han ordenado.

*Paso 4:* Dibujar dos ejes verticales (izquierdo y derecho) y otro horizontal.

(1) Eje vertical.

- En el eje vertical a la izquierda se marca una escala desde 0 hasta el total acumulado.
- En el eje vertical de la derecha se marca una escala desde 0 hasta 100%

(2) Eje horizontal.

Se divide este eje en un número de intervalos de acuerdo al número de clasificaciones que se pretende realizar. Es allí donde se escribirá el tipo de avería que se ha presentado en el equipo que se estudia.

*Paso 5:* Construir el diagrama de barras.

*Paso 6:* Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada. A esta curva se le conoce como la curva de Lorentz.

*Paso 7:* Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, período comprendido y número total del datos.

Un diagrama de Pareto es el primer paso para eliminar las averías importantes del equipo. Como reseña se tiene que solo una empresa de las estudiadas utilizan esta técnica estadística en sus procesos.

### **10.3. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

En las empresas manufactureras de la región se evidenció que el 71.42% de las MTS sus operarios no participan de ningún trabajo de mantenimiento, caso contrario ocurre en las empresas MTO donde el 53.33% de las empresas, sus operarios de producción, sí participan de actividades relacionadas con el mantenimiento industrial. Por lo tanto, es válido aclarar que la siguiente propuesta está encaminada hacia las empresas MTO donde ya existe una conciencia mínima de participación de los empleados en mantenimiento, por lo menos estas empresas están más susceptibles de implementar las sugerencias de este pilar del TPM. También es bueno aclarar que no todo el pilar de mantenimiento autónomo se propondrá implementar, como se verá mas adelante, existen limitaciones que obligan a las empresas de la región estudiada a ir despacio en esta etapa.

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas

actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

El Mantenimiento Autónomo implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: "yo fabrico y tu conservas el equipo", en lugar de "yo cuido mi equipo". Para lograrlo es necesario incrementar el conocimiento que poseen los operarios para lograr un total dominio de los equipos. Esto implica desarrollar las siguientes capacidades en los operarios:

#### *1. Capacidades para descubrir anomalías.*

Se crea una visión exacta para descubrir las anomalías. No se pretende que el operario solamente detecte paradas del equipo o problemas con la calidad del producto. Es necesario desarrollar verdaderas competencias para descubrir tempranamente las posibles causas de un problema en el proceso. Se trata de crear una capacidad para prevenir anomalías futuras.

## *2. Capacidades para la corrección inmediata en relación con las causas identificadas.*

Con estas correcciones el equipo puede llevarse a las condiciones de funcionamiento original o normales. Por lo tanto, el operario debe conocer y contar con las habilidades para tomar decisiones adecuadas, informando a los niveles superiores o a otros departamentos involucrados en la prevención del problema.

## *3. Capacidad para establecer condiciones*

Saber definir cuantitativamente el criterio para juzgar una situación normal de una anormal. Cuando se desarrolla la capacidad para descubrir anomalías, estas dependen de las condiciones y situaciones específicas, por lo tanto, el operario debe tener la capacidad o contar con criterios para juzgar el equipo para poder considerar si hay algo anormal o normal. No se puede contar con un trabajo exacto medido en cantidades exactas para decidir la situación del equipo. Es necesario crear habilidades para juzgar hasta donde se puede llegar a producir fallos potenciales en el equipo.

## *4. Capacidad para controlar el mantenimiento*

Se trata de que el operario pueda cumplir en forma exacta las reglas establecidas. No solamente detectar los fallos, corregirlos o prevenirlos. Se trata de respetar rigurosamente las reglas para conservar impecable el equipo.

### **10. 3. 1. Empleo de controles visuales**

Una de las formas de facilitar el trabajo de los operarios en las actividades de Mantenimiento Autónomo es mediante el empleo de controles visuales y estándares de fácil comprensión [27]. En el 90.9% de las empresas estudiadas, no posee controles visuales dentro de las plantas de producción, solo dos de ellas lo poseen en grado primario. Se propone estimular por ejemplo, la identificación de los puntos de lubricación de equipo con códigos de colores, facilitará al operario el empleo de las aceiteras del mismo color, evitando la aplicación de otro tipo de lubricante al requerido. Los sentidos de giro de los motores, brazos de máquinas, válvulas, sentido de flujo de tuberías, etc., se deben marcar

con colores de fácil visualización, evitando deficientes montajes y accidentes en el momento de la puesta en marcha de un equipo. Otra clase de información visual útil para los operarios son los estándares de trabajo, aseo y lubricación. Estos estándares en las empresas practicantes del TPM son elaborados en gran tamaño y ubicados muy cerca de los sitios de trabajo para facilitar su lectura y utilización.

Es posible reducir errores de operación detectados en las empresas estudiadas de la región, mediante el uso de algunas técnicas fáciles, conocidas como “sistemas visuales” o “señales visuales” que comunican información específica rápidamente y en el punto de uso o cerca del equipo. La efectividad del equipo puede ser mejorada significativamente mediante:

La determinación de qué clases de información crítica harán al equipo más fácil de operar, mantener e inspeccionar, determinando la información correcta y un método confiable de aplicación, aplicando la información crítica

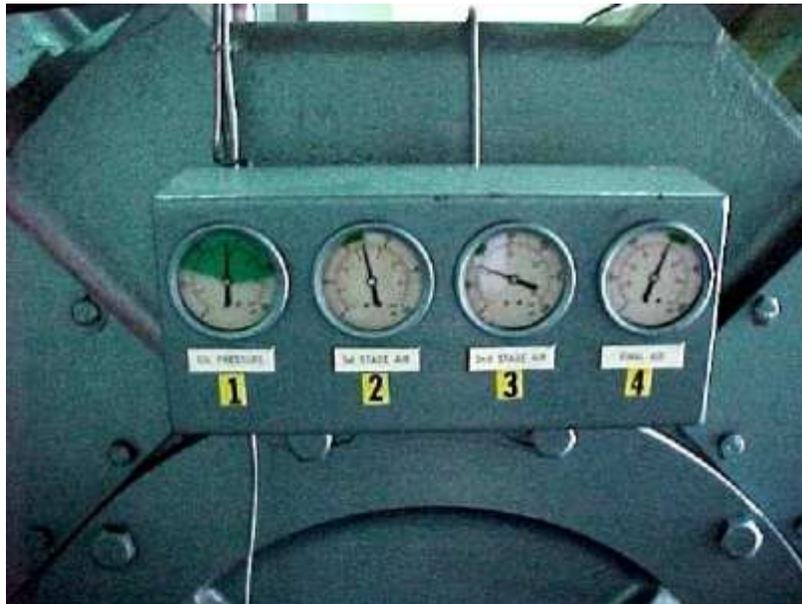
Algunos ejemplos de sistemas visuales para mejorar la efectividad del equipo incluyen su aplicación en:

1. En el equipo
2. En el almacén de repuestos

Algunas ideas de marcación visual se presentan a continuación:

Marcando los rangos apropiados en indicadores de temperatura, presión, flujo y velocidad (Foto 5), rotulando los componentes del equipo a fin de eliminar el misterio y mantener un historial exacto de reparaciones, rotulando puntos de lubricación y de llenado de líquidos, marcando la dirección de flujo, alimentación o rotación para evitar errores de instalación y conexión, aplicando etiquetas sensitivas de temperatura en puntos críticos de las máquinas lo que permite el monitoreo visual 24 horas al día de componentes hidráulicos (Foto 6),

eléctricos, rodamientos y motores, usando tapas de graseras con códigos de colores indicando tipo de grasa y frecuencia, instalando discos de lectura y etiquetas indicadoras de los puntos de lectura para análisis de vibraciones a fin de lograr repetitividad, rotulando # de banda, filtro, medidas de cadena y números de parte sobre el equipo para ahorrar tiempo en el mantenimiento, estableciendo código de color para herramientas y partes que se deben cambiar al cambiar de producto, usando tarjetas de problema para marcar con claridad los requerimientos y mantener un recordatorio visual en el "tablero de acción", rotulando líneas neumáticas y dispositivos para agilizar la localización de fallas, rotulando cables en tableros y dispositivos para agilizar la localización de fallas, marcando tuercas y tornillos para indicar visualmente que están manteniendo su posición y ajuste adecuados originales, rotulando los puntos de inspección y números secuenciales para la lectura de indicadores.



**Foto 5. Marcación de indicadores de presión, temperatura, flujo y velocidad. Fuente: Varta S.A.**



**Foto 6. Etiqueta para la visualización de la temperatura. Fuente: Varta S.A.**

A la hora que una empresa de la región manufacturera Manizales – Villamaría quiera implementar el mantenimiento autónomo se propone comenzar solamente con las tres primeras etapas.

#### **Etapas 0. Preparación del Mantenimiento Autónomo.**

En esta etapa de preparación se establecen los objetivos del mantenimiento autónomo, se selecciona el área o equipo piloto en el que se realizará la primera experiencia y se desarrolla el programa de entrenamiento necesario para el inicio de las primeras etapas. Los operarios deben conocer la estructura interna de los equipos, el funcionamiento de las máquinas y los problemas que se pueden presentar en su operación, y perjuicios causados por el depósito de polvo y mala limpieza, falta de aprietes en tornillos y pernos, como también, los problemas que se presentan con la falta de conservación de la lubricación.

Como resultado final de este entrenamiento, los operarios deben conocer la forma de eliminar el polvo y suciedad del equipo, los métodos de lubricación, cantidad y periodicidad, como también la forma correcta de mantener apretados los elementos de fijación y el uso de las herramientas empleadas para el apriete.

Las ayudas que se deben preparar durante esta etapa son:

- *Mapa de seguridad.* Es un diagrama del equipo seleccionado como piloto y sus áreas cercanas donde se muestra los posibles puntos de riesgo y de peligro para el personal que intervendrá en la práctica de la limpieza y otras etapas de autónomo.
- *Manual de situaciones anormales.* Se trata de un documento en el que se muestran los esquemas de los equipos, su estructura de componentes, análisis de posibles causas de deterioro, defectos potenciales de calidad, paradas, etc. Esta información se debe entregar al personal operativo como parte de su entrenamiento en la fase inicial del mantenimiento autónomo. Algunas empresas han preparado esta información con la participación directa del operador.
- Tarjetas de inspección de Mantenimiento Autónomo
- Tablero de control visual
- Otras listas de ayuda para la inspección y registros de situaciones que se deben mejorar en la maquinaria.
- Registro fotográfico
- Formatos para la planificación de acciones de mejora

### **Etapa 1. Limpieza e inspección**

En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante las etapas uno a tres. Los principios en los que se fundamenta la primera etapa son:

- Hacer de la limpieza un proceso de inspección.
- La inspección se realiza para descubrir FUGUAI o cualquier tipo de situación anormal en el equipo y las áreas próximas de trabajo.

- Los FUGUAI deben corregirse inmediatamente para establecer las condiciones básicas del equipo.

Una limpieza profunda exige que el operario tenga contacto con cada una de las partes y componentes del equipo. Esta actividad produce un mayor interés para evitar que el equipo se ensucie nuevamente. En esta primera etapa, es posible que el operario no logre comprender inicialmente la importancia de la limpieza o que esta debe realizarla otro personal diferente a ellos. En un principio, la calidad de la limpieza no es la esperada, ya que no conocen hasta donde debe ir su responsabilidad de limpieza. Algunos operarios dedican un poco de tiempo para lavar o soplar aire sobre el equipo, no perciben que este tipo de conducta puede producir problemas serios al equipo (experiencias tomadas de la empresa Meals de Colombia).

El personal de supervisión, mantenimiento y responsables superiores deben facilitar durante un tiempo que llega a ser prolongado un soporte y observación sobre la forma de realizar el trabajo de limpieza y deben ayudar a los operarios a comprender la limpieza como un trabajo de aprendizaje. Con la experiencia, los operarios van aprendiendo de los problemas que genera esta etapa y la importancia de su labor en la detección de sus causas.

## **Etapa 2. Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de limpieza.**

Las aplicaciones más frecuentes que se realizan en planta en esta segunda etapa tienen que ver con la observación de escapes, fuentes de contaminación, excesos de polvo y engrase en sitios de la máquina, derrames y manchas (Bastante comunes en las empresas de la región). Conviene empezar observando el área de trabajo para determinar qué piezas se ensucian, qué es lo que las ensucia y cuándo, cómo y porqué se ensucian. Es necesario dibujar esquemas que muestren la localización de la fuga, escapes, partículas, humos, nube de aceite, polvo, vapor y otros.

Un estudio estadístico sobre los tipos de escape o fugas será de utilidad para identificar las posibles causas. Por ejemplo en Meals de Colombia se realizó durante esta etapa un estudio de las causas de escape de vapor y los altos costos energéticos; gracias a la estratificación de las pérdidas se concluyó que la principal causa de los escapes estaba relacionada con deficientes montajes de las uniones bridadas de tubería, debido a la no aplicación del método establecido y a la falta de algunos elementos para nivelar las cargas en el momento del montaje.

En Meals de Colombia por ejemplo, durante esta etapa desarrollaron campañas de protección de los sitios de trabajo con cubiertas, ubicación de guardas transparentes en acrílico para la protección de ciertos puntos críticos de los equipos, facilitando la observación y evitando fugas de estas máquinas hacia el medio ambiente. También diseñaron programas para eliminar los orificios en las cubiertas de los edificios por donde se filtra la suciedad y en los equipos se evitar las fugas para facilitar el control de los medios sucios.



**Foto 7. Limpieza del suelo en una planta de mecanizado.**

La fotografía 7 ilustra Ejemplo de limpieza del suelo de una planta de mecanizado de piezas fundidas. Normalmente este tipo de procesos produce polvo y suciedad. En este caso la aplicación de las 5s ha ayudado a crear un lugar de trabajo limpio, ordenado y seguro. Las líneas del suelo están demarcadas y las vías de escape o seguridad se encuentran libres de stocks en proceso.

### **Etapas 3. Preparación de estándares para la limpieza e inspección.**

Con base en la experiencia adquirida en las etapas anteriores, se preparan los estándares de inspección con el propósito de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo. Es frecuente emplear las dos últimas "S" de la estrategia de las 5S con el objeto de garantizar disciplina y respeto de los estándares. Esta etapa es un refuerzo de "aseguramiento" de las actividades emprendidas en las etapas 1 y 2. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; busca prevenir deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. Estos estándares en lo posible deben ser preparados por el operador una vez se haya capacitado para realizar esta labor.

Como consecuencia de esta etapa, el trabajador participará efectivamente en todas las actividades de cuidar el equipo, iniciando su intervención desde el mismo momento en que prepara las normas de cuidado de los equipos.

El Instituto Japonés de Plantas Industriales sugiere que durante el proceso de preparación de estándares se deben tener en cuenta las 5W y 1H (¿Dónde?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Porqué?, ¿Quién?, y ¿Cómo?). La información mínima sugerida para estos estándares es la siguiente:

- Elementos de los equipos que se deben inspeccionar.
- Puntos donde se podrían presentar problemas en el equipo debido a la suciedad, aflojamiento de pernos y lubricación insuficiente.
- Método de inspección de la limpieza, apriete y lubricación. Se sugiere emplear iconos o gráficos para facilitar la interpretación del estándar.

- Herramientas. El estándar deberá indicar el tipo de instrumento que se debe utilizar para realizar la labor que se estandariza.
- Tiempo. Este punto tiene que ver con el tiempo que debe tomar la realización de la actividad estandarizada. Es posible que el primer estándar elaborado no contenga los tiempos óptimos. Estos se lograrán con la práctica y el empleo del pensamiento Kaizen y de mejora continua de estándares.
- Frecuencia. Se decide la frecuencia de inspección para cada elemento o punto clave del equipo, ya sea anual, mensual, semanal o diaria.
- Responsable. Se debe asignar un líder para cada una de estas tareas para asegurar que estas se realizarán completamente.

Las restantes etapas del mantenimiento autónomo es decir la 4, 5 y 6 no se proponen en este caso particular de estudio, ya que las características de las empresas estudiadas, tanto las MTO como las MTS, no les alcanzan las fortalezas para llegar a ese nivel de especialización tan alto. Por ejemplo las empresas de la región en este momento no podrían preparar el programa de formación para operarios dirigido a lograr un alto conocimiento sobre métodos de inspección. Los operarios de producción tampoco lograrían realizar reparaciones e intervenciones a las máquinas, de igual manera no serían capaces de planificar las acciones de reparación y de nuevas revisiones o inspecciones del equipo.

Esta etapa es la de mayor contenido de formación. Como el nivel técnico inicial de los trabajadores es deficiente, a la hora de querer implementar estos pasos, puede considerarse la de mayor tiempo necesario.

Otro inconveniente para las empresas es que en estas etapas debe existir como bases iniciales del aprendizaje cartillas didácticas sobre los propios equipos de la empresa y como se observó anteriormente ésta es una debilidad, ya que en las empresas de la región no tienen la costumbre de diseñar esta herramienta.

Con el fin de dar soporte a la implementación de las etapas anteriores del mantenimiento autónomo, se plantea la posibilidad de integrar las tres primeras S's para las empresas de la región estudiada.

### 10. 3. 2. Las tres's (3's) para las empresas de la región



**Figura 67. Esquema general de las 5's**

Se llama estrategia de las 5S porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesa que comienza por S [28]. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

#### **1. Cómo implantar Seiri – Clasificación**

El propósito del Seiri o clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción o de oficina cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la "acción", mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar. Al implantar Seiri se obtienen entre otros los siguientes beneficios:

- Se mejora el control visual de los elementos de trabajo, materiales en proceso y producto final.
- El flujo "suave" de los procesos se logra gracias al control visual.

- La calidad del producto se mejora ya que los controles visuales ayudan a prevenir los defectos.
- Se mejora el MTBF o tiempo medio entre fallos de los equipos.
- Es más fácil identificar las áreas o sitios de trabajo con riesgo potencial de accidente laboral.
- El personal de oficina puede mejorar la productividad en el uso del tiempo.

El no aplicar el Seiri se pueden presentar algunos de los siguientes problemas. Muchas de las características que a continuación se enuncian, se comprueban de manera real al interior de muchas de las empresas estudiadas en esta investigación:

- La planta de producción y los talleres es insegura, se presentan más accidentes, se pierde tiempo valioso para encontrar algún material y se dificulta el trabajo.
- El producto en proceso o final en exceso, los cajones y armarios que se utilizan para guardar elementos innecesarios crean el efecto "jaula de canario" el cual impide la comunicación entre compañeros de trabajo.
- En caso de una señal de alarma, las vías de emergencia al estar ocupadas con productos o materiales innecesarios, impide la salida rápida del personal.
- Es necesario disponer de armarios y espacio medido en metros cuadrados para ubicar los materiales innecesarios. El coste financiero también se ve afectado por este motivo.
- Es más difícil de mantener bajo control el stock que se produce por productos defectuosos. El volumen existente de productos en proceso permite ocultar más fácilmente los stocks innecesarios.
- El cumplimiento de los tiempos de entrega se pueden ver afectados debido a las pérdidas de tiempo al ser necesario mayor manipulación de los materiales y productos.

## **2. Cómo implantar Seiton – Orden**

La práctica del Seiton pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio<sup>13</sup>. Las metodologías utilizadas en Seiton facilitan su codificación, identificación y marcación de

áreas para facilitar su conservación en un mismo sitio durante el tiempo y en perfectas condiciones.

Desde el punto de vista de la aplicación del Seiton en un equipo, esta "S" tiene como propósito mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

El no aplicar el Seiton en el sitio de trabajo conduce a los siguientes problemas:

- Incremento del número de movimientos innecesarios. El tiempo de acceso a un elemento para su utilización se incrementa.
- Se puede perder el tiempo de varias personas que esperan los elementos que se están buscando para realizar un trabajo. No sabemos donde se encuentra el elemento y la persona que conoce su ubicación no se encuentra. Esto indica que falta una buena identificación de los elementos.
- Un equipo sin identificar sus elementos (sentido de giro o movimiento de componentes) puede conducir a deficientes montajes, mal funcionamiento y errores graves al ser operado. El tiempo de lubricación se puede incrementar al no saber fácilmente el nivel de aceite requerido, tipo, cantidad y sitio de aplicación.
- El desorden no permite controlar visualmente los stocks en proceso y de materiales de oficina.
- Errores en la manipulación de productos. Se alimenta la máquina con materiales defectuosos no previstos para el tipo de proceso. Esto conduce a defectos, pérdida de tiempo, crisis del personal y un efecto final de pérdida de tiempo y dinero.
- La falta de identificación de lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgo
- puede conducir a accidentes y pérdida de moral en el trabajo.

La implantación del Seiton requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los trabajadores. Los métodos más utilizados son:

#### **\* Controles visuales**

---

<sup>13</sup> Adaptado de modelo de gestión y operación para el funcionamiento del taller de mantenimiento. Planta de producción VARTA S.A. Villamaría – Caldas.

Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Sitio donde se encuentran los elementos
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
- Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos.
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- Sentido de giro de motores.
- Conexiones eléctricas.
- Sentido de giro de botones de actuación, válvulas y actuadores.
- Flujo del líquido en una tubería, marcación de esta, etc.
- Franjas de operación de manómetros (estándares).
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y se puede decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

**\* Mapa 5S.**

Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que se pretende ordenar en un área de la planta. El Mapa 5S permite mostrar donde ubicar el almacén de herramientas, elementos de seguridad, extintores de fuego, duchas para los ojos, pasillos de emergencia y vías rápidas de escape, armarios con documentos o elementos de la máquina.

Los criterios o principios para encontrar las mejores localizaciones de herramientas y útiles son:

- Localizar los elementos en el sitio de trabajo de acuerdo con su frecuencia de uso.
- Los elementos usados con más frecuencia se colocan cerca del lugar de uso.
- Los elementos de uso no frecuente se almacenan fuera del lugar de uso.
- Si los elementos se utilizan juntos se almacenan juntos, y en la secuencia con que se usan.
- Las herramientas se almacenan suspendidas de un resorte en posición al alcance de la mano, cuando se suelta recupera su posición inicial.
- Los lugares de almacenamiento deben ser más grandes que las herramientas, para retirarlos y colocarlos con facilidad.
- Eliminar la variedad de plantillas, herramientas y útiles que sirvan en múltiples funciones.
- Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto.
- El almacenaje basado en la función consiste en almacenar juntas las herramientas que sirven funciones similares.
- El almacenaje basado en productos consiste en almacenar juntas las herramientas que se usan en el mismo producto. Esto funciona mejor en la producción repetitiva.

**\* Marcación de la ubicación.**

Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno sepa donde están las cosas, y cuántas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:

- Indicadores de ubicación.
- Indicadores de cantidad.
- Letreros y tarjetas.
- Nombre de las áreas de trabajo.

- Localización de stocks.
- Lugar de almacenaje de equipos.
- Procedimientos estándares.
- Disposición de las máquinas.
- Puntos de lubricación, limpieza y seguridad.

#### \* **Marcación con colores**

Es un método para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, nivel de un fluido en un depósito, sentido de giro de una máquina, etc. La marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento, seguridad y ubicación de materiales. Las aplicaciones más frecuentes de las líneas de colores son:

- Localización de almacenaje de carros con materiales en proceso.
- Dirección de pasillo
- Localización de elementos de seguridad: grifos, válvulas de agua, camillas, etc.
- Colocación de marcas para situar mesas de trabajo
- Líneas cebra para indicar áreas en las que no se debe localizar elementos ya que se trata de áreas con riesgo.

#### \* **Guardas transparentes**

Es posible que en equipos de producción se puedan modificar para introducir protecciones de plástico de alto impacto transparentes, con el propósito de facilitar la observación de los mecanismos internos de los equipos. Este tipo de guardas permiten mantener el control de la limpieza y adquirir mayor conocimiento sobre el funcionamiento del equipo. No a todas las máquinas se les puede implantar este tipo de guardas, ya sea por la contaminación del proceso, restricciones de seguridad o especificaciones técnicas de los equipos.

Justo a estas guardas transparentes se pueden introducir mejoras al equipo como parte de la aplicación del Seiton y paso dos de mantenimiento autónomo, ya que se debe buscar la mejora en la facilidad del acceso del trabajador a los lugares más difíciles para realizar la limpieza de un equipo en profundidad.

**\* Identificar los contornos.**

Se usan dibujos o plantillas de contornos para indicar la colocación de herramientas, partes de una máquina, elementos de aseo y limpieza, bolígrafos, grapadora, calculadora y otros elementos de oficina. En cajones de armarios se puede construir plantillas en espuma con la forma de los elementos que se guardan. Al observar y encontrar en la plantilla un lugar vacío, se podrá rápidamente saber cual es el elemento que hace falta.

El Seiton es una estrategia que agudiza el sentido de orden a través de la marcación y utilización de ayudas visuales. Estas ayudas sirven para estandarizar acciones y evitar despilfarros de tiempo, dinero, materiales y lo más importante, eliminar riesgos potenciales de accidentes del personal.

### **3. Cómo implantar Seiso – limpieza**

El Seiri debe implantarse siguiendo una serie de pasos que ayuden a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

#### **Paso 1. Campaña o jornada de limpieza**

Es muy frecuente que una empresa realice una campaña de orden y limpieza como un primer paso para implantar las 5S. En esta jornada se eliminan los elementos innecesarios y se limpia el equipo, pasillos, armarios y almacenes.

Esta clase de limpieza no se puede considerar un Seiso totalmente desarrollado, ya que se trata de un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones Seiso deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de las 5S.

Esta jornada o campaña crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores Seiso.

### **Paso 2. Planificar el mantenimiento de la limpieza.**

El encargado del área debe asignar un contenido de trabajo de limpieza en la planta. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

### **Paso 3. Preparar el manual de limpieza.**

Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. Las actividades de limpieza deben incluir la Inspección antes del comienzo de turnos, las actividades de limpieza que tienen lugar durante el trabajo, y las que se hacen al final del turno. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario.

En Meals de Colombia han avanzado significativamente en el desarrollo del pilar "mantenimiento autónomo" hasta el punto que se encontró que estos estándares han sido preparados y diseñados por los operarios, debido a que han recibido un entrenamiento especial sobre esta habilidad.

El manual de limpieza debe incluir:

- Propósitos de la limpieza.
- Fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del taller.
- Mapa de seguridad del equipo indicando los puntos de riesgo que nos podemos encontrar durante el proceso de limpieza.
- Fotografía del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección.
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- Diagrama de flujo a seguir.

#### **Paso 4. Preparar elementos para la limpieza.**

Aquí se aplica el Seiton a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

#### **Paso 5. Implantación de la limpieza.**

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc., Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo [29].

Seiso implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras materias extrañas de todas las superficies. No hay que olvidar

las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

Vale la pena mencionar que solo se proponen implementar las tres primeras eses, ya que las otras dos corresponden a un nivel más avanzado de capacitación y características técnicas de las personas y a un grado de organización más especializada en aspectos como la estandarización de actividades.

La aplicación de las 3S's generaría los siguientes beneficios para las empresas manufactureras de la región:

- . Crea ambientes de trabajo limpios, higiénicos, agradables y seguros.
- . Mejora el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados.
- . Desarrolla en los empleados la habilidad para detectar problemas
- . Hace el trabajo más fácil para el operador reduciendo el trabajo físicamente agotador y liberando espacios.
- . Crea en los empleados autodisciplina.
- . Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costos de operación.
- . Mejora la productividad en el puesto de trabajo.
- . Reduce la ocurrencia de accidentes de trabajo mediante la eliminación de pisos aceitosos y resbalosos, ambientes sucios, ropa inadecuada y operaciones inseguras.
- . Incrementa la confiabilidad de las máquinas que sean propensas a averías repentinas.
- . Previene el deterioro acelerado de las máquinas y se mantienen sus funciones.
- . Se descubren funciones defectuosas en cada parte de la máquina (sobrecalentamiento, vibraciones, ruidos anormales, pequeñas grietas o roturas)
- . Reduce los defectos y estabiliza la calidad de los productos.

Fortalece la confianza de los clientes en la organización y mejora las ventas

- . Contribuye a que las entregas se hagan a tiempo.

Los principales aspectos críticos para tener éxito en la implementación de las tres S's se enumeran de la siguiente manera:

- . Buscar la participación de toda la gente de la organización. Dedicar un día especial para el lanzamiento de la campaña de las 3S.
- . El programa requiere la cooperación de la alta gerencia. Todos deben estar informados.
- . El líder o Director Ejecutivo deberá tomar el liderazgo del programa. No lo debe delegar.
- . El programa debe ser sostenido o apoyado por todos. Se debe entrenar e informar a todos sobre el progreso de las 3S.
- . El programa 3S deberá autosustentarse. Es necesario usar insignias, slogans, afiches y cartas informativas, editar un manual sencillo que explique el proceso y fomentar la competencia entre departamentos y compañías.
- . El Director Ejecutivo personalmente deberá hacer recorridos periódicos en la fábrica, verificar la marcha, controlar y medir el nivel de mejoramiento, reconocer y premiar mejoramientos para los equipos de trabajo.
- . El programa deberá generar suficiente impacto y ser convincente en la primera etapa. El aseo debe ser hecho en uno, dos o los días que sea necesario, en tiempo de la empresa.

#### **10. 4. Mantenimiento Planificado**

Una de las principales debilidades encontradas en el diagnóstico realizado para las empresas fue los tipos de mantenimiento realizados por las empresas, la mayoría de las empresas MTS practican el mantenimiento correctivo, mientras que más de la mitad de las empresas MTO lo practican de manera preventiva, pero sin alcanzar el nivel de confiabilidad alto, ya que al cruzar este indicador con el número de conformidades de mantenimientos preventivos dio como resultado, un nivel alto de rechazos de trabajos de mantenimiento preventivo.

#### **10.4.1 Limitaciones de los enfoques presentados en la región estudiada acerca del mantenimiento planificado.**

El mantenimiento planificado que se practica en algunas empresas de la región presenta entre otras las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre comportamiento pasado.
- Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tienen disponible.
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.
- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importan su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar. Por ejemplo: "inspeccionar la cadena 28X del eje superior del rotor impulsor". Este tipo de instrucción no indica qué inspeccionar en la cadena, el tipo de estándar a cumplir, forma, cuidados, características de calidad, registro de información, seguridad, tiempo, herramientas y otros elementos necesarios para

realizar el trabajo de inspección. Esta situación se aprecia en todo tipo de empresas e inclusive en aquellas que poseen certificaciones y programas o modelos de calidad.

- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

#### **10. 4. 2 Aportes del TPM a mejorar el mantenimiento planificado**

El TPM posee una mayor óptica o visión de los proceso de gestión preventiva de equipos y utiliza tres grandes estrategias:

1. Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
2. Actividades Kaizen orientadas a mejorar las características de los equipos o "Mantenimiento por Mejora" y Kaizen para eliminar acciones de mantenimiento.
3. Actividades Kaizen para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Desde el punto de vista del desarrollo de una organización, el TPM ha marcado una diferencia conceptual al lograr justificar y proponer acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre los departamentos de producción y mantenimiento en cuanto al principio de responsabilidad por el cuidado y conservación de los equipos. Haber logrado involucrar todas las áreas de una fábrica para alcanzar los objetivos de productividad global, ha sido el mayor éxito de la práctica del TPM.

#### **10. 4. 3. Daily Management Maintenance**

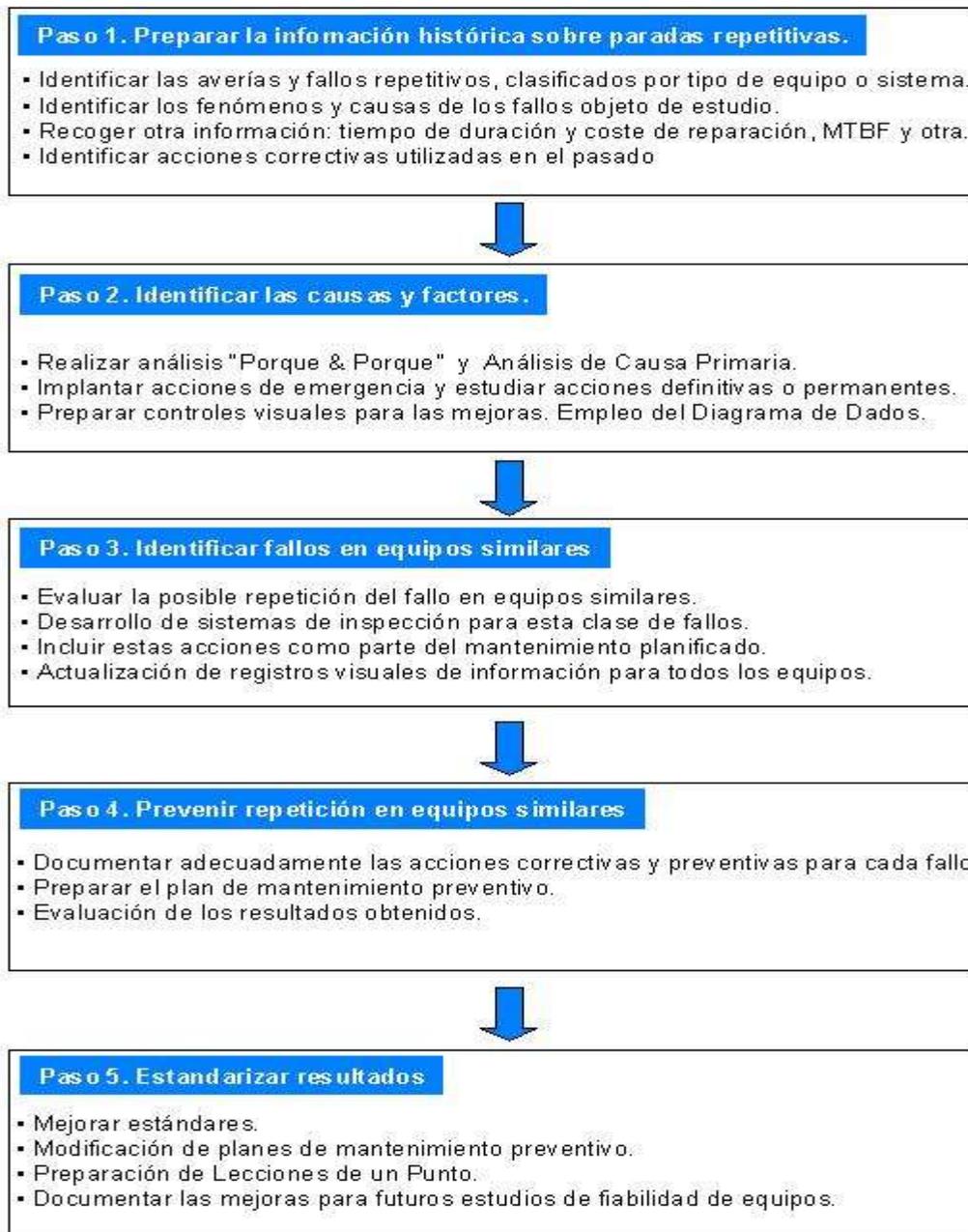
Casi todas las empresas poseen programa informático de gestión de mantenimiento y piensan que con la ayuda de esa herramienta les resolverá los problemas del mantenimiento preventivo. La verdad es que se mejorarán las acciones administrativas de mantenimiento, pero el efecto positivo en la disminución de las averías y fallos en el equipo se logrará con acciones adicionales, tales como la utilización de la información para identificar y reducir los fallos frecuentes (Daily Management Maintenance)[30], el cual, en ninguna empresa de la región se encuentra implementado

A continuación se expone de manera breve el método y el modelo propuesto de manejo diario de información del mantenimiento. El proceso DMM o de gestión diaria de mantenimiento, cumple las funciones similares al proceso Daily Management creado dentro del entorno del Total Quality Management japonés (TQM). Este es un proceso de mejora a partir de rutinas diarias de identificación de problemas cotidianos y que se deben eliminar como parte del trabajo diario. Sin este proceso será prácticamente mejorar las operaciones normales de una planta industrial.

#### **10. 4. 3. 1 Características del DMM**

- Se orienta a eliminar averías de muy corta duración y repetitivas. Algunas empresas japonesas han definido esta duración como máximo 30 minutos. Otras corporaciones consideran han asumido como 10 minutos el tiempo máximo para considerarlas de corta duración.
- Emplean la metodología Kaizen y técnicas de mantenimiento para su análisis.
- Activa participación de todo el personal de planta, especialmente a nivel operativo.
- Se documentan las mejoras para facilitar su aplicación en equipos similares, evitando de esta forma la repetición de estos fallos en la planta.

El proceso que se sugiere para la práctica del DMM incluye los siguientes pasos:



**Figura 68. Pasos del Daily Management Maintenance. Fuente: [www.tpm.com](http://www.tpm.com)**

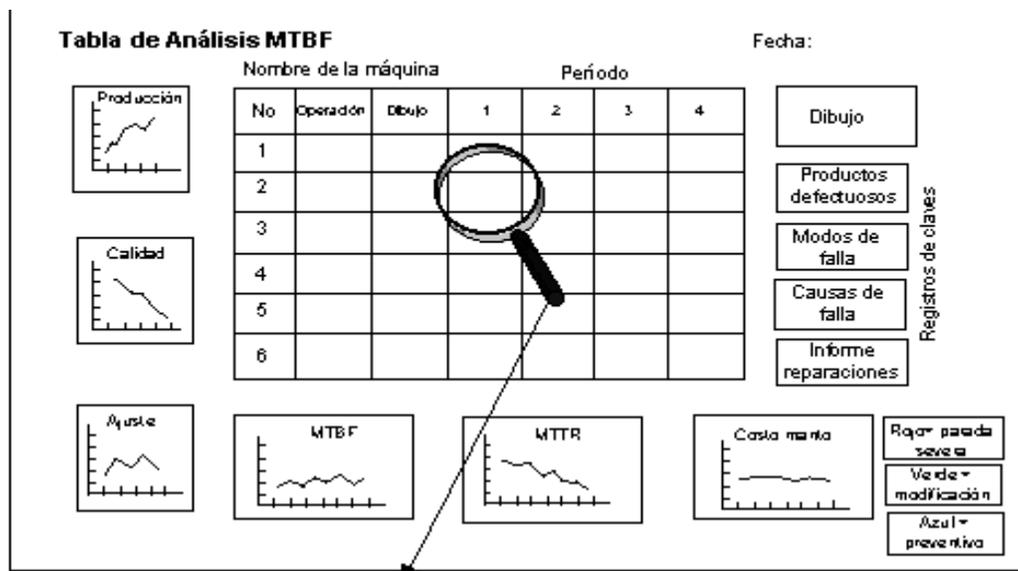
#### **10. 4. 4 Tiempo Medio Entre Fallas**

Uno de los indicadores más útiles en para el estudio del comportamiento de los equipos es el Tiempo Medio Entre Fallos (Mean Time Between Failures) ya que facilita evaluar la eficiencia del mantenimiento preventivo. Este indicador permite realizar estudios para la mejora de la fiabilidad y mantenibilidad [31].

Para preparar estos indicadores es necesario poseer adecuados reportes de mantenimiento, informes sobre intervenciones, partes utilizadas, tiempos empleados, etc. Sin esta información el diagnóstico se hace más complejo y no garantiza poder identificar las causas profundas del problema.

Es frecuente en empresas japonesas emplear la Tabla de Análisis MTBF como punto de partida para la identificación de la situación actual del estado del equipamiento de una planta.

Estas tablas son sistemas visuales de control donde se registran las actividades de mantenimiento planificado, paradas no programadas, lubricación, limpieza y actividades relacionadas con el cuidado del equipo. Dependiendo de la facilidad existente en planta, estos tableros se pueden ubicar en lugares visibles de la planta para que sean observados por todos los trabajadores. A continuación, en la figura 69, se ilustra un formato como ejemplo de un Tablero MTBF



	5/21	50	W	5/18	0	W	
Mes/día		100+50	H		125	H	
	P.Perez	(1) (0)		S. Valero	(1) (b)		Clave de tipo de defectos
Persona encargada	Luis Roca			J. Silva			
		192,000			160,000		Clave de causa de falla del equipo
	4/17	0	B	5/13	0	W	
Tiempo parada programada		175+175	M		50	S	
Tiempo reparación	P.Lopez	(1)		M.Clemente	(5) (a)		Clave de síntoma
	Julio Florez			J. Gómez			Clave del tipo de reparación
Volumen de producción		7,500			136,000		

**Figura 69. Ejemplo de un tablero MTBF. Fuente: [www.industry.net](http://www.industry.net)**

Este tablero se emplea en TPM para realizar una gestión orientada a los equipos y en especial para:

- Seleccionar las áreas de mejora y reducción de las exigencias de mantenimiento.
- Estimar del período de vida útil de las partes y repuestos empleados
- Seleccionar puntos de interés para inspección, determinación y modificación de estándares de inspección.
- Seleccionar posibles trabajos de mantenimiento a ser realizados por personal exterior a la empresa
- Mejorar métodos para la puesta a punto de equipos

- Mostrar que las acciones correctivas tomadas han surtido efecto
- Motivar al personal relacionado con el área de trabajo

#### 10. 4. 4. 1 Características de la Tabla de Análisis MTBF

En esta clase de tablas el índice Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) se calcula en una forma rápida y aproximada de la siguiente forma:

MTBF= intervalo entre averías

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Período operacional}}{\text{Frecuencia de fallas}} = \frac{12 \text{ meses}}{3 \text{ veces}} = 4 \text{ meses}$$

Esta forma de cálculo no es exacta ya que desconoce la variabilidad o dispersión de los datos individuales. Para efectos de la construcción de la Tabla de Análisis MTBF esta forma de cálculo se puede considerar como una referencia del valor real.

Es importante que el área de Ingeniería de Mantenimiento calcule correctamente estos valores, especialmente cuando se pretende realizar una planificación de mantenimiento preventivo con el resultado del MTBF; para esto, puede aplicar programas informáticos especiales o a través de métodos gráficos que existen en los tradicionales textos de estadística industrial.

Las características de la Tabla de Análisis de MTBF son:

- Los datos deben ser muy fáciles de interpretar a simple vista y deben estar organizados en una página. En las empresas se dificulta la investigación de los datos históricos. La posibilidad de contar con toda la información en una sola hoja permite observar completamente el comportamiento de la línea de producción y/o equipos.
- Los datos deben ser tomados como series de tiempo continuas para facilitar el análisis del comportamiento particular de un cierto componente o elemento, tipo de

acciones correctivas que se han tomado y su efecto, como también la frecuencia de las sucesivas paradas o averías importantes de la línea.

- Los registros de mantenimiento y el análisis del logro de las metas deben realizarse simultáneamente. Los datos de mantenimiento se caracterizan por la información sobre la extensión de los intervalos de paradas para cualquier componente en particular. Cuando una avería ocurre es recomendable que las acciones correctivas se fundamenten en la base del análisis de las experiencias similares pasadas. Un reporte mensual de averías no podría cumplir igual propósito, ya que no incluye la información de averías pasadas superiores al mes que cubre el reporte. Por lo tanto, es necesario que la función de mantenimiento conserve reportes que cumplan la doble función: registro y análisis.
- Con un adecuado diseño se podrá registrar más información en un tablero. En una planta se genera numerosa información, pero esta es descartada una vez se ha recogido. Si se pretende realmente trabajar con técnica, es necesario contar con la información histórica y que esta esté a la mano. Si se incluyen datos de calidad, costes, seguridad en este tablero, tendremos un excelente registro de ingeniería de producción y se podrá emplear para futuros diseños y construcciones de instalaciones.
- Debe facilitar la concentración de las acciones TPM. Los reportes de mantenimiento usualmente no indican donde se debe concentrar el esfuerzo de mejoras enfocadas y progresivo. Si los diagramas, símbolos y otras marcas de color se emplean sobre el Tablero de análisis MTBF se pueden destacar los problemas críticos o donde pueden ocurrir con mayor frecuencia las averías.

#### **10. 4. 5. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)**

La aplicación adecuada de las nuevas técnicas de mantenimiento bajo el enfoque del M.C.C., permiten de forma eficiente, optimizar los procesos de producción y disminuir al

máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente, que traen consigo los fallos de los activos en un contexto operacional específico [32].

El objetivo básico de cualquier gestión de mantenimiento, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos a bajos costes, partiendo de la ejecución permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional. En otras palabras, el mantenimiento debe asegurar que los activos continúen cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados, es decir, debe estar centrado en la Confiabilidad Operacional. En la actualidad, este objetivo puede ser alcanzado de forma óptima, con la metodología de gestión del Mantenimiento, titulada Mantenimiento Centrado en Confiabilidad(M.C.C).

En términos generales, permite distribuir de forma efectiva los recursos asignados a la gestión de mantenimiento, tomando en cuenta la importancia de los activos dentro del contexto operacional y los posibles efectos o consecuencias de los modos de fallos de estos activos, sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones [33]. "El MCC sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario. El equipo desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible, que se adapta a necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta, la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón coste / beneficio" En otras palabras el MCC es una metodología que permite identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.

#### **10. 4. 5. 1. Importancia del M.C.C. para las empresas de la región**

- Responde a las debilidades derivadas de los enfoques tradicionales de mantenimiento.

- Permite asociar y sopesar los riesgos del negocio con la falla de los activos.
- Facilita de manera sistemática, la determinación del enfoque óptimo que se le deben dar a los recursos de la función mantenimiento.

Su aplicación busca definir estrategias de Mantenimiento que:

- Mejoren la seguridad
- Mejoren el rendimiento operacional de los activos
- Mejoren la relación coste / riesgo-efectividad de las tareas de mantenimiento
- Sean aplicables a las características de los fallos
- Minimizar la ocurrencia de fallos, o al menos sean efectivas en mitigar las consecuencias una vez ocurrida la misma, es decir, un mantenimiento que funcione y sea coste-efectivo.
- Sean documentadas, auditables y susceptibles de actualizar.

Las empresas de la región estudiada, como se observó en los resultados del diagnóstico inicial, se dedican principalmente a centrar el mantenimiento en disponibilidad de equipos, la verdad este enfoque debe cambiar para estas empresas; se hace necesario utilizar herramientas basadas principalmente en Confiabilidad de equipos.

### **10. 5. Indicadores de la Gestión de Mantenimiento**

**Indicador o Índice:** Un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos [34].

**Controlar:** Significa guiar las acciones de un colectivo, entidad, departamento, etc., para que sus resultados coincidan o superen los objetivos establecidos.

**Evaluar:** Es la acción que permite comprobar la eficacia y resultados del control. "Lo que muchas empresas necesitan es un sistema que permita a sus directivos controlar y verificar las actividades de producción para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué. "

### Características de los índices

Según su utilidad los índices de gestión deben ser:

- Pocos
- Claros de entender y calculables
- Útiles para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué

Según su gestión los índices de gestión deben:

- Identificar los factores claves de la producción.
- Definir índices que los evalúen.
- Establecer registros de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer valores estándares (consigna) para dichos índices, objetivos.
- Tomar las oportunas acciones y decisiones ante las desviaciones que se detecten.
- Se trata no sólo de efectuar un control por objetivos sino también un control de los objetivos para adecuarlos a cada circunstancia.

**Tabla 15. Colección de índices para la gestión de la evaluación y control del mantenimiento.**

ID	Denominación del Indicador	UM
1	Horas averías	Horas
2	Horas averías	USD
3	Material empleado en averías	USD
4	Costo total del Mantenimiento por averías	USD

5	Horas preventivo Horas	Horas
6	Horas preventivo	USD
7	Material empleado preventivo	USD
8	Costo total de Mtto preventivo	USD
9	Horas predictivo	Horas
10	Horas predictivo	USD
11	Material empleado predictivo	USD
12	Costo total de Mtto predictivo	USD
13	Total mano de obra	USD
14	Total materiales	USD
15	Costo total de mantenimiento	USD
16	N° de horas dedicadas a otros trabajos	Horas
17	N° de horas de Mtto disponibles	Horas
18	N° de horas realmente trabajadas en Mtto	Horas
19	Horas de parada de máquina	Horas
20	Horas de presencia	Horas
21	N° de horas de producción	Horas
22	Costo parada de producción por avería	USD
23	Costo total de la producción	USD
24	Personal efectivo existente en Mtto	Horas
25	Índice de personal (general)	%
26	Índice de personal (real)	%
27	Índice de rendimiento de personal	%
28	Índice de eficiencia de personal	%
29	Personal necesario en Mtto por centro de costos	Horas
30	Índice de extensión del Mtto preventivo (general)	%
31	Índice de extensión del Mtto preventivo (conservación)	%
32	Índice del % de reparaciones por Mtto preventivo	%
33	Índice de reparación por avería (general)	%
34	Índice de reparación por avería (conservación)	%

35	Indice de % de reparación por avería	%
36	Indice costo hora del Mtto (general)	USD
37	Indice costo hora del Mtto (conservación)	USD
38	Indice del costo de Mtto referido al de producción	%
39	Indice de la repercusión de las averías en el costo del artículo	%
40	Indice de la reducción de costos de Mtto (general y conservación)	%
41	Indice de costo hora de Mtto referido a producción	USD

Con la tabla anterior de índices para el mantenimiento se pretende enumerar la cantidad de indicadores que pueden existir para Administrar la gestión del mantenimiento de una empresa [35]. Por los objetivos de esta investigación no encaja el hecho de la construcción de indicadores, pero si vale la pena tenerlos en cuenta, a la hora de querer evaluar un proceso o una actividad de mantenimiento.

Entre las cosas positivas que se detectaron en el diagnóstico inicial sobresale el buen clima laboral que se vive en más del 85% de las empresas para todos los empleados de las empresas de la región, al igual que el 90.9% de las empresas promueven el trabajo en equipo y el 54.5% de las empresas la alta gerencia está dispuesta a participar dinámicamente en los procesos productivos. Estas características, ambientan de manera positiva y dinámica la posible implementación de un modelo TPM al interior de la organización, se considera un ambiente favorable, de convivencia y supone la cultura de mejoramiento continuo por medio del trabajo en equipo.

## **10. 6 Dirección por Políticas**

Los planteamientos propuestos anteriormente requieren de un apoyo significativo de la alta gerencia para su posible puesta en marcha. Esta participación además del soporte en recursos económicos, de motivación y liderazgo, es necesario que el sistema de dirección establecido estimule las acciones de mejora en todos los niveles y áreas funcionales de la empresa. La Dirección Por Políticas ha demostrado ser un excelente modelo administrativo

para coordinar los programas de mejora en una compañía, pero especialmente, mejoras que conducen a beneficios tangibles para el cliente, trabajador y de la sociedad [36].

### **10. 6. 1. FASES EN LA DIRECCIÓN POR POLÍTICAS**

Las actividades de la DPP incorporan los siguientes macroprocesos:

#### **a. Componente estratégico.**

Este paso comprende todas las actividades relacionadas con la formulación o revisión de los planes estratégicos de la empresa. El proceso de formulación de la estrategia deberá tener en cuenta los cambios sucedidos en el mercado y el entorno externo de la empresa. Desde el punto de vista del ambiente externo, se debe considerar la situación económica tanto nacional, como internacional, la situación de los mercados actuales y futuros, competencia prevista y actual, desarrollos tecnológicos, cambios en las reglamentaciones laborales y del gobierno.

En este punto se pueden emplear los instrumentos de dirección estratégica de empresa modernos, como elaboración de escenarios, benchmarking estratégico, simulación de estrategias, análisis de sectores y otros procedimientos tradicionales de planificación estratégica, como análisis de oportunidades, fortalezas, amenazas y debilidades, matrices de posicionamiento, curvas de experiencia y curvas de aprendizaje.

El resultado de este trabajo será el de desarrollar o actualizar la visión que marcará la dirección y el propósito de la empresa en los siguientes cuatro años (Tal como se plantea en el plan maestro para las empresas de la región). La visión resulta de un total entendimiento del mundo exterior y como la organización planifica adaptarse a los cambios a largo plazo. Los planes a largo plazo se basan en el análisis de áreas amplias que deben ser mejoradas para garantizar el logro de la visión. La DPP debe incorporar los estudios sobre la medición de la Efectividad Global de Planta sugeridos anteriormente, con el objeto de formular políticas retadoras para su mejora.

## **b. Definición y despliegue de políticas anuales.**

Este aspecto se fundamenta en la revisión de los resultados alcanzados en el año anterior. La dirección de la empresa solicita información sobre los datos y hechos que le sean útiles para identificar las causas de las desviaciones en el logro de las metas, con el fin de establecer planes de acción y evitar repetir los mismos errores en el siguiente período de planificación. Los expertos en dirección de negocios, a este proceso lo han definido como aprendizaje estratégico, que consiste en asumir el proceso de planificación como un proceso de aprendizaje organizacional.

Como ejemplo claro de esta etapa se tiene a la propia empresa referente de este estudio (Meals de Colombia), la cual, estableció como parte de su política anual mejorar desde 60 % a 75 % la efectividad global de su planta a través de mejoras enfocadas y las tres primeras etapas del mantenimiento autónomo en el primer año de actividades TPM. La alta dirección establece una política anual coherente con las metas a medio y largo plazo y la misión de la compañía.

La dirección debe identificar medidas para la evaluación, los objetivos deberán ser cuantificables tanto para las metas como para las acciones, como también para el proceso empleado para su obtención. Estos objetivos son incorporados en un sistema de medición directivo usado para el seguimiento del avance desde el nivel actual de trabajo hasta el valor total. El plan anual resume para cada nivel los objetivos, las metas, estratégicas y los elementos de medición que serán empleados para el seguimiento de las actividades del siguiente período. Algunos objetivos serán de naturaleza interfuncional y deberán ser resueltos por personas de diferentes departamentos trabajando en equipo. Estas responsabilidades deberán quedar perfectamente definidas en el plan anual.

La política es desplegada a cada división, departamento, sección e individuos. Una forma de realizar este trabajo es a través de grupos de directivos en cada nivel que son responsables de desplegar la política a los diferentes niveles de la organización. Cada grupo en el que se produce el despliegue de políticas deberá estar familiarizado con el proceso DPP y conocer las metas y acciones de alto nivel [37].

### **c. Ejecutar y evaluar la aplicación de la política anual.**

En esta paso se implantan las acciones en cada una de las unidades desplegadas. La comunicación debe ser amplia entre los diferentes niveles de la organización. El sistema de medida que une las metas y acciones de alto nivel con las metas y acciones de niveles inferiores debe ser establecido [38]. Los directivos evalúan y revisan los resultados, enfocándose en la forma de "ayudar a prevenir aquellas situaciones que dificultan el logro de los resultados, en lugar de buscar justificaciones para el no cumplimiento del objetivo". El progreso total para el año debe ser revisado en el 9º o 10º mes del año fiscal para determinar los planes que deben ser establecidos y se deberán reemplazar con nuevos objetivos para el siguiente año.

La alta dirección deberá realizar un seguimiento cada tres meses para la evaluación de la implantación de la política de acuerdo a la forma prevista. La dirección intermedia generalmente evalúa mensualmente el logro de la política asegurando que el proceso seguido para el logro de la política anual está trabajando satisfactoriamente [39]. Cada persona deberá realizar la evaluación de sus propios resultados. Una vez al año la compañía deberá instituir una auditoria anual conocida como (auditoria del presidente) El conocimiento alcanzado y los resultados de la evaluación se deberán incorporar en la formulación de la política del siguiente año.

### **d. Diagnóstico del presidente.**

Se pretende identificar mejoras a nivel corporativo mediante el análisis de la forma como se han logrado cumplir las políticas trazadas anualmente por la presidencia, las dificultades tenidas y los éxitos alcanzados.

Esta es una actividad que el presidente de la empresa asigna a un equipo ejecutivo de alto nivel. El liderazgo del presidente en la DPP se manifiesta a través del establecimiento de las políticas que periódicamente alimentan los procesos y el seguimiento que realiza para identificar el progreso en la mejora de la empresa.

La DP emplea un proceso de comunicación conocido como "catch ball" y que permite comunicar nuevos retos anuales de mejora a los niveles operativos. El "catch ball" debe servir para establecer objetivos retadores y orientados a crear nuevas capacidades competitivas de la empresa. Cuando una planta mejora significativamente su funcionamiento operativo, es posible que entre en una etapa de complacencia y no sea cada vez más difícil encontrar proyectos Kaizen [40]. Es en esta etapa cuando se debe emplear esta capacidad creativa y personal preparado para iniciar acciones, ya no de "mejora operativa" como las llama el experto en estrategia Michael Porter [41], sino mejoras progresivas de las estrategias competitivas de la empresa, apoyadas desde los niveles operativos.

### **10. 7 Plan Maestro de TPM para las empresas de la región**

Con el fin de aclarar y resumir las propuestas presentadas en esta formulación, se diseña el plan maestro de TPM para las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría. Como se explicó claramente, el TPM es una filosofía a largo plazo, es por ello que se proyecta a los próximos cuatro años.

También es importante resaltar que aparece únicamente la estructura propuesta para estas empresas y que pilares como El mantenimiento de la Calidad y El Mantenimiento en áreas administrativas no aparecen en el plan por no ser parte de este estudio. Tampoco aparecen las últimas dos "2's", solo se plantean tres de ellas, etc. En la siguiente tabla se puede observar el plan maestro con más detalle. Una característica importante es que los primeros meses se debe someter a todo el personal de las empresas a una fuerte inducción, formación y capacitación sobre la línea que se haya designado como piloto para el desarrollo del programa.

**Tabla 16. Plan maestro para las empresas de la región**

<b>Año</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>		
<b>Tema</b>						
<b>Gestión del conocimiento y desarrollo del factor humano</b>	ESTRUCTURA JERARQUICA					
	FUNCIONES DE LOS EMPLEADOS FRENTE A MANTENIMIENTO					
	DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE EDUCACION					
<b>Mejoras enfocadas</b>	DESARROLLO Y PROMOCION DE CIRCULOS DE MEJORA ENFOCADA					
	EMPLEO DE HERRAMIENTAS: 5w.		EMPLEO DE HERRAMIENTAS ESTADISTICAS			
<b>Mantenimiento Autónomo</b>	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 5 y 6
	Limpieza y Acción en fuente de problemas					
	Implementación de las tres 3 's					
<b>Mantenimiento Planificado</b>	Medición del tiempo medio entre fallos		Mantenimiento para lograr cero fallos			
	Optimización del programa de mantenimiento actual					

## 11. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

a. El mantenimiento de maquinaria y equipo, es trascendental para la estrategia global de la organización, los principios y prácticas utilizados y probados en producción, a menudo no han sido extendidos al mantenimiento. Tal vez por la razón de que éste no es tan repetitivo, resulta relativamente fácil llevar a cabo mantenimiento de rutina o periódico y algunas reparaciones sencillas, pero no las imprevistas y accidentales, debidas al uso y desgaste anormal. No se puede esperar el cumplimiento de filosofías modernas de producción, si no se cuenta con la disponibilidad y buen desempeño de maquinaria y equipo.

b. El mantenimiento debe ser una función de apoyo a una función estratégica y sus metas deben figurar en el cuadro de los propósitos de la empresa. El cumplimiento de esas metas de mantenimiento requieren de la implementación de una efectiva administración de la función de mantenimiento. Para que la dirección de las empresas involucre la inversión en este tipo de programas, requiere un convencimiento racional y económico, que no es fácil de lograr. Se deben eliminar los antagonismos entre operarios y directivos para trabajar en común acuerdo, ofrecer mayor capacitación en todos los niveles y estimular la incorporación de nuevas tecnologías.

c. TPM involucra el significado "total", enfatizando nuevas formas de pensamiento, comunicación y trabajo, promueve el conocimiento, información e innovación, puntos estos tan importantes sí se colocan en el contexto regional, donde el trabajador cuenta con la moral y actitud suficiente. Ejemplo claro de ello es la empresa Meals de Colombia, la cual aunque tuvo influencia de multinacional, las personas desde el nivel más alto hasta el más bajo son Manizaleños; es una muestra clara que las empresas estudiadas sí podrían llegar a implementar con éxito las herramientas planteadas en este estudio.

d. Los enfoques desarrollados en este trabajo ayudan a ganar la confianza en los Gerentes Generales, en Gerentes de Manufactura, gerentes de Producción y de Mantenimiento, con el

fin de, promover la implementación de nuevas herramientas y filosofías gerenciales las cuales contribuyan al mejoramiento de los procesos productivos al interior de las empresas manufactureras de la región.

e. Herramientas de mejoramiento como las propuestas en esta investigación resulta más del esfuerzo organizacional e individual por acoplar pensamientos, formas de trabajar y filosofías administrativas a los procesos organizaciones que se presentan al interior de las empresas, que por esfuerzos económicos elevados, los cuales en esta época de austeridad económica para las empresas resulta inviables desde todo punto de vista. Esta es una de fortalezas de esta filosofía ya que su puesta en marcha nace del sentido lógico tradicional y de la creatividad que las personas involucradas, aporten para la consecución del mismo, mientras que los costos comparativos con otras técnicas se ven reducidos considerablemente.

f. Las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría poseen ventajas competitivas que ninguna parte de Colombia posee, tales como clima organizacional, estabilidad laboral, condiciones sociales óptimas para la familia, seguridad en orden público, tranquilidad ciudadana, oportunidades de acceso a la educación técnica, superior y oportunidades de desarrollo personal y profesional, entre otras. En este contexto, se encuentra una oportunidad importante para desarrollar programas de mejoramiento con el fin de incrementar competitividad regional y posicionar en el mercado productos con calidad, precio competitivo y reconocimiento nacional e internacional.

g. Al confrontar los planes estratégicos de las empresas manufactureras se evidenció total abandono a las funciones productivas, y más aún a la función de mantenimiento, éstos están elaborados de manera superficial considerando temas muy generales enfocados a la maximización de utilidades mediante reducción de costos en todos los niveles, máxima contribución por ventas; pero en ningún plan estratégico de las empresas figuran las

acciones y actividades de proceso productivo como generadoras de utilidad y beneficio económico, tampoco aparecen como filosofía organizativa y menos como herramienta gerencial de planificación y control. Aquí se encuentra una oportunidad de mejora para las empresas que quieran centrar sus fortalezas en la consecución de diferenciación competitiva frente a las demás, mejorando la calidad del producto final., reduciendo los costos financieros por recambios, mejorando la tecnología de la empresa, aumentando la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado y creando capacidades competitivas desde la fábrica.

### **11.1 CONCLUSIONES PARTICULARES**

a. La categorización del personal de producción y mantenimiento, en las empresas estudiadas es muy marcada, es posible encontrar tantos grados de especialización que se requiere la intervención de tres o cuatro personas para retirar un conjunto motor-bomba del lugar de operación. El electricista desconecta el motor, el mecánico desmonta el conjunto y un tercero lo transporta al taller para su reparación. En esta organización, el aseo no es asumido por el operario de la sección, ya que este es un trabajo que debe ser realizado por personal con menor experiencia, preferiblemente del área de aseo que depende de servicios generales. Este tipo de situaciones hace que esta empresa no esté preparada adecuadamente para construir capacidades competitivas en su planta. No existe la posibilidad de mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los equipos, ya que la función de limpieza es transferida a operarios independientes de la operación y poco capacitados, creando riesgos, pérdida de conocimiento e ineficiencia.

b. En las empresas manufactureras de la región se evidencia otro problema que tiene que ver con los "celos" entre el personal de mantenimiento en relación con el posible aprendizaje que pueda alcanzar el operario, al tratar de implementar estas herramientas. Se ha

considerado que el operario solamente debe operar el equipo y en cualquier intervención menor debe ser realizada por el personal de mantenimiento. Cuando el operario de producción pretende acercarse y conocer un poco más el equipo durante la intervención del mecánico, este lo invita a retirarse o no existe el interés de enseñarle, ya que considera que este debe ser un trabajo exclusivo del técnico en mantenimiento. En una cierta planta un joven operario le pregunta a un mecánico experto: "como lograste repararlo?", el mecánico le responde "es...un secreto profesional..." Este tipo de actitudes no permiten lograr un mayor conocimiento sobre el equipo. Como resultado final el operario no intervendrá en futuras reparaciones, este se retirará del sitio de trabajo para realizar actividades personales no relacionadas con el trabajo.

c. Otro comportamiento, es el que se observa con el personal operario que no le interesa participar en los trabajos de mantenimiento y adquirir conocimiento profundo sobre el funcionamiento del equipamiento. Cuando la intervención toma cierto tiempo, la supervisión asigna el personal a otras líneas o equipos no dejando un número reducido de operarios para que cooperen en la puesta en marcha del equipo y aprendan más sobre la maquinaria. Este comportamiento se ve reforzado por la creencia existente que no es posible que el operario cuente con una herramienta para realizar intervenciones menores. Estas solo son posibles con la intervención de los mecánicos. Este comportamiento se elimina de raíz con el TPM, ya que precisamente lo que se logra es confianza, seguridad y motivación, entre muchas otras.

d. Existen actitudes del personal de mantenimiento dentro de las plantas de atribuir los problemas a las prácticas deficientes de los operarios y el personal de producción a los deficientes métodos empleados por mantenimiento. Finalmente, ninguna de las funciones es responsable del problema. Estos comportamientos han llevado a que dentro de las plantas industriales no se promueva la necesidad de que el operario pueda conocer profundamente la maquinaria. Sin este conocimiento difícilmente podrán contribuir a identificar los problemas potenciales de los equipos.

e. En otras empresas el "dato" existe pero este no genera información por falta de interpretación. Si no existe información, no existirá la posibilidad de generarse conocimiento. El TPM requiere realizar un plan de formación y de obtención de conocimiento. Los planteamientos del TPM propuestos en este trabajo investigativo aportan metodología para aprender a partir de los análisis de averías y fallos. Las enseñanzas de cada evento se conserva y transfiere a los demás integrantes de la fábrica evitando su repetición en el futuro, siendo este uno de los mecanismos de un correcto mantenimiento planificado.

f. Es recomendable dentro de los programas de formación técnica incorporar acciones de formación orientadas a mejorar el nivel de conocimiento en estadística de los técnicos de mantenimiento. Es posible que no se requieran conocimiento profundos matemáticos, ya que los tediosos cálculos se pueden realizar con programas especializados. Lo importante es poner en práctica los conceptos y que la toma de decisiones se haga con un fundamento de conocimiento existente en los datos.

g. Una de las principales características del TPM es el involucramiento y participación directa de la función de producción en actividades de mantenimiento. Se observa al interior de las plantas manufactureras que mas de la mitad de los daños ocasionados por deficiente operación de los equipos, produciéndose "estrelladas de máquina", desajustes, pérdidas de rendimiento o problemas de mala calidad por deficientes montajes de herramientas y materiales. Esta característica confirma la importancia de revisar la forma como el personal de producción en especial los operarios, deben intervenir directamente y contribuir a la mejora del desempeño de los equipos.

h. La Dirección Por Políticas planteada en este estudio, es un sistema que permite planificar y ejecutar mejoras estratégicas del sistema productivo. Es un "matrimonio" entre las fortalezas de la dirección occidental y oriental: El fuerte liderazgo ejercido por los directivos occidentales dentro de una organización de consenso y participación amplia como sucede en las organizaciones japonesas. Al igual que en Meals de Colombia, aquí se combinaron perfectamente estas políticas entre la idea y la filosofía Japonesa con las fortalezas de la persona y del individuo de la región.

i. Los profesionales de la Administración del Mantenimiento pasaron a ser más exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, e instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes. La organización corporativa es vista, hoy en día, como una cadena con varios eslabones donde, evidentemente, el mantenimiento es uno de los de mayor importancia, en los resultados de la empresa.

j. Es necesario para las empresas de la región implementar capacitación y educación en temas como liderazgo, mejoramiento de procesos productivos y empoderamiento a lo largo de todos los niveles de la organización. La capacitación se puede ver como un entrenamiento que le permite al empleado desarrollar mejor su trabajo, o **cómo** hacer las cosas; esto encaminado a dar al empleado mayor capacidad en la toma de decisiones.

k. El cambio es una constante de hoy ya que la competencia y la naturaleza actual de los mercados así lo exige. La mayor o menor facilidad con que la empresa se adapte a los cambios la conducirá al éxito o al fracaso. Las empresas de la región deben preparar a sus empleados para asumir y propiciar el "cambio continuo" en forma positiva. su creatividad, inteligencia, capacidad de aporte en la solución de los problemas, capacidad de decisión; en otras palabras, se les hace partícipes en el manejo del proceso y se les faculta (*empowerment*) para que aporten todo el potencial de inteligencia que poseen.

l. Las empresas de la región buscan ser competitivas para mantenerse o sobrevivir en el mercado. Para ello deben buscar la mayor disponibilidad operacional de sus equipos y una permanente mejora en la eficiencia de las herramientas de producción, dentro de una gestión de mejoramiento continuo. Esto las obliga a transformar las estructuras organizacionales, contemplar un desarrollo permanente de las áreas productivas, aumentar el nivel de utilización de los equipos al máximo posible, alargando su vida útil, invertir en la

automatización de equipos y procesos, asegurar el grado de disponibilidad de sus equipos, reducir y optimizar sus costos al mínimo aceptable.

## **12. RECOMENDACIONES**

A partir de la presente investigación se espera una fuerte capacitación hacia los profesionales de las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales – Villamaría en convenio con la Universidad Autónoma de Manizales, a través del departamento de educación continuada y con la ANDI a través del comité de mantenimiento y energía. Se pretende diseñar seminarios y diplomados de capacitación en Gestión del Mantenimiento Industrial, basados en los resultados del presente estudio, ya que, cualquiera de las empresas de la región estudiada puede aplicar estas propuestas para el mejoramiento de sus procesos organizacionales y operacionales, basta ubicar dentro del estudio, cuales son las debilidades del proceso particular y aplicar la herramienta administrativa u operativa correspondiente, la cual, también está planteada en esta investigación de forma clara y precisa.

Existen elementos relacionados con el tema, los cuales podrían llegar a ser objeto de estudio, bien sea como complementación del presente trabajo o como investigación particular. Uno de ellos es el de los indicadores de gestión planteados en la Gestión del mantenimiento industrial, los cuales están bastante olvidados en la región, convirtiéndose así en un tema, el cual sería de gran utilidad para las empresas de la región. Otro tema viene dado por las 2<sup>o</sup> S restantes y las etapas 5 y 6 del mantenimiento autónomo, primer pilar del TPM, las cuales no se plantean en este trabajo pero pueden llegar a convertirse en objeto de estudio o implementación, desde el momento mismo en el cual una empresa tenga muy adelantados sus procesos básico en TPM, por el momento no se estudiaron debido a las debilidades encontradas en las empresas de la región, fue por esto que se propuso un nivel básico de TPM mientras las empresas realizan sus adaptaciones a esta filosofía.

A continuación se plantea el proceso de capacitación definiendo los elementos generales y los particulares:

### **1. Elementos generales**

La oferta formativa actual, relacionada con el mantenimiento industrial, se recoge casi exclusivamente a la Formación Profesional. Son prácticamente inexistentes los estudios de actualización, en los que se incluyan contenidos relacionados con esta materia en los cuales el nivel de profundización satisfaga las necesidades actuales de las empresas Manufactureras del área Metropolitana Manizales Villamaría, exceptuando:

- Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma de Manizales.
- Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia.
- Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional de Colombia.

La gestión de la Formación profesional de mandos medios y de base en mantenimiento se viene articulando a través de tres categorías:

- Formación Bachiller Técnico, Instituto San Rafael, e Instituto Universitario.
- Formación CAP por parte del Sena.
- Formación Tecnología Industrial, Sena.

### **2. Necesidades formativas y nuevos perfiles profesionales**

#### **Principales carencias detectadas**

Las principales carencias formativas y de actualización detectadas en las empresas Manufactureras del área Metropolitana Manizales Villamaría son:

- **Desconocimiento de la materia.**

La primera gran carencia detectada, y de una gran importancia, es el escaso conocimiento existente en las empresas Manufactureras del área Metropolitana Manizales Villamaría sobre mantenimiento industrial y especialmente sobre las últimas técnicas desarrolladas en estas actividades (TPM). Este desconocimiento es especialmente grave para conjunto de mecánicos.

- **Actitud negativa ante el mantenimiento industrial.**

La falta de información sobre los temas de mantenimiento lleva, probablemente, a no darles la verdadera importancia que tienen en el buen funcionamiento de la empresa y a que exista un alto porcentaje de empleados que no consideran necesario recibir formación al respecto. Tanto el trabajador como el directivo poco conocedores del mantenimiento industrial, ven estas prácticas como algo poco útil y que sin embargo puede aumentar su carga de trabajo y los costos de la empresa. Este enfoque conduce a una actitud de rechazo ante la implantación y el desarrollo de estas técnicas en sus empresas y puestos de trabajo.

- **Nivel bajo de implantación del mantenimiento preventivo.**

Se ha podido ratificar como el grado de implantación de sistemas de gestión del mantenimiento en las empresas Manufactureras del área Metropolitana Manizales Villamaría es casi insignificante. La escasa implantación de estas técnicas es aún más grave, para los sistemas de gestión del mantenimiento más actuales, tales como el mantenimiento preventivo, predictivo o el T.P.M y sus variantes.

- **Escasez de formación práctica.**

La formación tiende a ser más teórica que práctica. En una materia como el mantenimiento industrial, la formación teórica debe complementarse, en gran medida, con formación práctica para conseguir una buena efectividad. En este sentido, hay que conceder un papel esencial a la formación práctica guiada por personal con amplia experiencia en el tema.

- **La formación a distancia como complemento.**

Casi toda la formación impartida se lleva a cabo de manera presencial. La formación mixta, es decir, aquella que combina contenidos presenciales y a distancia, está muy poco extendida y sin embargo podría resultar de gran interés.

Este tipo de formación permite, al que la recibe, tener una mayor libertad de horarios que en la exclusivamente presencial, y al mismo tiempo cuenta con un mayor apoyo que si recibiera los cursos íntegramente a distancia.

- **Falta de cursos interesantes.**

Se ha observado, que la oferta educativa actual, en relación con el mantenimiento industrial, es poco atractiva para el personal de las empresas Manufactureras del área Metropolitana Manizales Villamaría, que en muchos casos ni siquiera recibe información de la misma.

En el área Metropolitana Manizales Villamaría formación profesional, tanto específica como general, relacionadas directamente con el mantenimiento industrial, aunque parece ser que ésta no se adapta totalmente a las necesidades de gerentes y trabajadores. Es muy posible que los horarios y la extensa duración de la mayoría de estos cursos, no permitan al personal de las empresas las empresas Manufactureras del área Metropolitana Manizales Villamaría poder realizarlos. El establecimiento de planes de formación continua adaptados a las necesidades, tanto en contenidos como en duración y horario, de las empresas, sería la solución idónea para subsanar estas dificultades.

- **Materias.**

Respecto a las carencias de formación en materias concretas, los resultados obtenidos son muy claros, destacándose los siguientes:

Los mecánicos apenas han recibido cursos sobre materias técnicas concretas. De las opciones propuestas en el cuestionario ninguna alcanza niveles significativos. La que ha recibido un mayor porcentaje de ellos ha sido la de electricista, que apenas llega al 22.75%. Si estudiamos los porcentajes de mecánicos que han recibido cursos de cada materia del total de mecánicos, los niveles que obtenemos son insignificantes.

Por lo tanto, consideramos que existen unas graves carencias formativas en todas las materias propuestas a los mecánicos.

En cuanto a los directivos y mandos intermedios, tan sólo los cursos de "Prevención de riesgos laborales" y "Sistemas de aseguramiento de la calidad" han sido recibidos por más de un tercio de los encuestados que manifestaron haber recibido formación. Prácticamente la totalidad de las temas tratados restantes las cursaron en torno a un 14.28% de los gerentes y directivos que recibieron formación. Si estudiamos los porcentajes de formación en las distintas materias propuestas para la totalidad de directivos y mandos intermedios, los porcentajes son también muy bajos.

### **3. Necesidades formativas y nuevos perfiles profesionales**

Las necesidades formativas y nuevos perfiles profesionales, aspectos particulares de las empresas manufactureras del área metropolitana Manizales Villamaría, pueden ser aplicados según nuestro criterio, las siguientes empresas, por los aspectos descritos anteriormente, además pueden ser utilizados en el diseño de los cursos o módulos.

1. Industria Licorera de Caldas.
2. Super de Alimentos S.A.
3. Tablemac S.A.
4. Riduco S.A.
5. Incolma S. A.
6. Herramientas Agrícolas S.A.
7. Jabonearias HADA S.A.
8. Editores S.A.

### **Demanda de formación**

Las características generales en la formación demandada son las siguientes:

### ○ **Materias**

Respecto a las materias que más se demandan, se analizan por separado, según el cargo ocupado en la empresa.

Para los "mandos intermedios" y "gerentes o cargos directivos", sí se encuentran materias con una demanda importante. Siendo éstas las siguientes:

- Sistemas de aseguramiento de la calidad.

Cuenta con una demanda de más de un 35% de los entrevistados que demandan más formación. No es puramente mantenimiento industrial, aunque son sistemas más amplios que exigen la inclusión de un plan de mantenimiento.

- Prevención de riesgos laborales.

Esta formación es demandada por más de un 34%. Aunque tampoco es mantenimiento industrial, suele incluir tareas relacionadas con el mismo que ayuden a mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo.

- Sistemas de gestión del mantenimiento.

Lo demanda una cuarta parte de los gerentes y mandos intermedios que creen que necesitan más formación.

Dentro de los diversos sistemas de gestión del mantenimiento los más demandados son:

- Mantenimiento y reparación en procesos continuos.
- Mantenimiento de prevención a condición o predictivo.
- Teoría general del mantenimiento Productivo Total.
- Mantenimiento de prevención cíclico.

Para los mecánicos, no se alcanza un nivel significativo de demanda en ninguna de las materias propuestas. Aquellas que despiertan un mayor interés son las de "electricista", "Materiales de soldadura" e "instrumentos y herramientas de diagnóstico y reparación", y tan sólo alcanzan un valor del 7%.

#### 4. Elementos Particulares

Siendo el personal base que ejecuta todas las actividades programadas en la empresa en mantenimiento aunque no se detectan “interés en temas específicos” se proponen los siguientes temas para capacitación de este personal:

1. Técnicas estadísticas
2. Resolución de problemas: ruta del por que por que.
3. Resolución de conflictos.
4. Comunicación efectiva.
5. Gestión Visual.
6. Mantenimiento autónomo (operarios de producción)
7. Mejoras enfocadas
8. Mantenimiento planificado.
9. Principios de vapor y generación de energía (empresas relacionadas)
10. En general aspectos básicos del TPM

Debido a la gran variedad de sectores que son objetos de este estudio, no se puede establecer un único organigrama donde se distribuyan claramente las responsabilidades en la gestión del mantenimiento de cada puesto. No obstante, intentamos identificar las ocupaciones más particulares que se puedan encontrar en esta amplia variedad de empresas, y analizar las competencias, referidas al mantenimiento, de cada una de ellas:

**Tabla 18. Elementos particulares en el proceso de capacitación.**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>GERENTE</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	CONOCIMIENTOS GENERALES SOBRE SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

<b>RESPONSABLE TÉCNICO</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	ANÁLISIS DE RIESGOS
	DISEÑO DE PLANES DE MANTENIMIENTO
	SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
	SISTEMAS DE INFORMACIÓN
	SISTEMAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTALES
	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	SISTEMAS DE INFORMACIÓN

	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>TÉCNICO DE MANTENIMIENTO</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
	SISTEMAS DE INFORMACIÓN
	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN
	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>MECANICO DE MANTENIMIENTO</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS PUROS SOBRE DISTINTAS ÁREAS (ELECTRICIDAD, MECÁNICA, SOLDADURA,...) A PODER SER SOBRE VARIAS, PARA OBTENER UN OPERARIO DE MANTENIMIENTO POLIVALENTE.
	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	CONTROL DE CALIDAD
	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>OPERARIO DE PRODUCCIÓN</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO
	CONOCIMIENTO INTENSIVO DE SU EQUIPO DE TRABAJO
	TAREAS BÁSICAS DE MANTENIMIENTO (LIMPIEZA ENGRASE, AJUSTE,...)

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
<b>ADMINISTRATIVO</b>	UTILIDAD Y BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO

FUNCIÓN	CONOCIMIENTOS RECOMENDADOS
<b>JEFE DE MANTENIMIENTO</b>	ANÁLISIS DE RIESGOS
	DISEÑO DE PLANES DE MANTENIMIENTO
	SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO (CONOCIMIENTOS PROFUNDOS)
	SISTEMAS DE INFORMACIÓN
	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Temática a tratar en una capacitación a mecánicos de mantenimiento:

Tema I. Trabajo en equipo

Tema II. Trabajo en banco

- Seguridad en el taller
- Procesos de manufactura en banco
- Herramientas de banco principales y sus principios

Tema III. Corte de metales y características de herramientas

- Tipo, materiales y características de herramientas de corte
- Fluidos de corte y técnicas de formado
- Teoría del corte, filos, caras y ángulos de las herramientas de corte

Tema IV. Elementos básicos de las máquinas herramienta

- Estructura básica
- Elementos de sujeción
- Movimientos
- Dispositivos para trabajo manual
- Velocidad de corte y de sistemas de transmisión

- Mantenimiento

#### Tema V. Torno

- Tipos
- Partes
- Programación
- Calidad en la producción
- Capacidad de producción
- Tipos en el mercado y su costo

#### Tema VI. Taladro

- Tipos
- Partes
- Programación
- Calidad en la producción
- Capacidad de producción
- Tipos en el mercado y su costo

#### Tema VII. Fresa

- Tipos
- Partes
- Programación
- Calidad en la producción
- Capacidad de producción
- Tipos en el mercado y su costo

#### Tema VIII. Cepillo

- Tipos
- Partes
- Programación

- Calidad en la producción
- Capacidad de producción

#### Tema IX. Abrasivos y esmerilado

- Seguridad
- Tipos de abrasivos
- Tipos de acabado
- Rendimiento

#### Tema X. Control numérico

- Procesos de control numérico
- Programación
- Programas disponibles
- Ventajas

### **12.1 RECOMENDACIONES PARTICULARES PARA LAS DIFERENTES EMPRESAS**

#### ○ **VARTA S.A.**

Siendo esta una empresa gran trayectoria en nuestra región, que lleva muchos años con procesos bien definidos, estructura organizacional estable, baja rotación, y con excelentes estándares de eficiencia, desperdicio, con reconocimientos nacionales e internacionales de calidad, recientemente adquirieron la certificación ISO 14000.

Conociendo los estándares de producción logrados en esta empresa tan altos 85% a 90% de eficiencia en algunas líneas de producción, podemos sugerir invertir algún tiempo en mantenimiento basado en confiabilidad de la siguiente manera:

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es una manera sistemática de disminuir el riesgo de falla de equipos, esta tecnología es usada para determinar los requerimientos de mantenimiento de un sistema o de un equipo en su contexto de operación para asegurar que continúe con su deseado desempeño de estándares de eficiencia y calidad.

Los Programas de Mantenimiento Preventivo aplicados a las máquinas en las 7 líneas de producción de VARTA S.A., se han utilizado los siguientes conceptos:

- Información y recomendaciones del fabricante de los equipos.
- Requerimientos según el estado de los equipos.
- Recomendaciones subjetivas según la experiencia de la Planta.

Estos métodos han funcionado bien por cerca de 20 años pero tienen algunas debilidades, de ahí la utilidad de este sistema de mantenimiento en VARTA S.A., el cual le da a las labores de mantenimiento un enfoque hacia el incremento de la productividad de la Planta como sistema global, originando los siguientes resultados:

- Mejoramiento de la seguridad e integridad ambiental.
- Grandes reducciones de costos de mantenimiento:
- Reduce los costos de mantenimiento preventivo
- Incrementa el uso del mantenimiento basado en la condición
- Mejora la eficiencia operativa de la Planta
- Mejora la planeación y el establecimiento de prioridades en las labores de mantenimiento.
- Se crea una base de datos para mejoramiento continuo.
- Se reduce la probabilidad de riesgo cuando el mantenimiento preventivo es omitido o cancelado.

El objetivo principal del RCM no es hacer mantenimiento a los equipos para que estos no fallen sino asegurar que se mantengan operando continuamente en función del negocio, de

tal manera que se realizan las tareas que cumplen una función predictiva y mejorativa para incrementar la productividad.

- **SUPER DE ALIMENTOS S.A.**

La gran inversión en sistemas de información, el grupo humano que forma parte del departamento de mantenimiento de SUPER DE ALIMENTOS S.A. conociendo los grandes esfuerzos realizados por esta compañía buscando llevar su nueva planta de producción de procesos continuos a niveles de clase mundial, hemos pensado que un aporte valioso a todo el sistema que se ha diseñado y montado al rededor de mantenimiento seria un enfoque dinámico frente al software de mantenimiento actual.

Toda instalación sufre deterioro por su uso normal, operación inadecuada, defectos en su montaje, especificaciones técnicas mal concebidas y su no-utilización.

Este proceso obliga a tomar acciones encaminadas a restablecer las condiciones normales de funcionamiento.

El mantenimiento combina varios factores: mano de obra, información, capital, energía, materiales y herramientas; en algunos casos se presenta un factor relacionado con la carencia de resultados llamado lucro cesante, que se manifiesta como un costo indirecto de falta de eficacia, eficiencia y efectividad.

Teniendo en cuenta que SUPER DE ALIMENTOS S.A. debe cumplir con la función social de aportar bienestar a la comunidad fabricando dulces de excelente calidad, la gestión del mantenimiento es un instrumento que permite conjugar los anteriores conceptos, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y estrategias que otorgan un margen de contribución a las utilidades de la empresa.

Las técnicas aplicadas al mantenimiento han evolucionado y se han logrado nuevas herramientas básicas, entre otras, los Sistemas de Información, capaces de facilitar la toma

de decisiones a través del suministro de información sobre aspectos técnicos y económicos, programas de mantenimiento, control de trabajos, diagnóstico de condición de equipos y estadísticas de comportamiento y falla.

El uso efectivo de software para mantenimiento es fundamental para el mejoramiento y anteriormente se conformaba con llevar a cabo el trabajo sistemático lo más eficiente posible. Pocos cuestionaban en contenido, la frecuencia de los trabajos y su impacto sobre las tasas de falla del equipo. La orientación era ejecutar, y no cuestionar por qué fue necesario en primer lugar.

El énfasis en los últimos años está en la confiabilidad equipo/sistema, el control de riesgo y el control de costo ciclo de vida. El impacto de conceptos como Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Costeo Basado en Actividades (ABC) está borrando los linderos tradicionales entre organizaciones, al punto de que se necesitan conceptos nuevos de función y de los procesos de negocios que la entrelazan.

Todo este ambiente impacta directamente al diseño e implantación de sistemas para mantenimiento y provoca cuestionamientos grandes sobre el rol e importancia de estos, en la estrategia de tecnología de información empresarial, es importante al interior de la organización desarrollar completamente los recursos con los cuales dispone, como es el caso de Infomante que posee SUPER DE ALIMENTOS S.A. esta es una herramienta que como se menciona anteriormente apalanca todos los procesos dentro de mantenimiento.

- **MABE DE COLOMBIA S.A.**

Con relación a los costos, debemos señalar que el caso del mantenimiento en MABE DE COLOMBIA S.A. es semejante en muchos aspectos al de muchas compañías estudiadas.

Normalmente se dispone de un presupuesto anual destinado a mantenimiento, el que frecuentemente es utilizado para destinarlo a otros gastos considerados como prioritarios. Como consecuencia, las partidas destinadas al mantenimiento no alcanzan para alimentar un sistema de producción de una organización.

Cuando una empresa está operando normalmente, los desvíos de fondos destinados a mantenimiento suelen ser escasos. En cambio, en situaciones de crisis, las empresas dejan, entre otras cosas, de invertir en mantenimiento y/o de abonar seguros.

En esos casos, si la situación se prolonga un tiempo suficiente, los bienes llegan a un deterioro tal, que las posteriores inversiones en mantenimiento deberán ser exorbitantes y por ello, imposibles de realizar, amén de que muchos de los bienes pueden llegar a ser económicamente irrecuperables. Se entra así en un círculo vicioso que no hace otra cosa que profundizar el estado de crisis inicial.

Para operar un correcto servicio de mantenimiento, debemos tener en cuenta todos los costos asociados al servicio, esto es, por un lado, los costos que se evidencian a partir de la contabilidad como los correspondientes a los materiales o la mano de obra y, por otro lado, aquellos costos que no se registran en la contabilidad, tales como: el lucro cesante por paradas de máquinas o por disminución del ritmo de producción, el correspondiente a la pérdida de calidad de la producción, el que surge por la menor vida útil de los bienes, el del aumento del inventario en proceso y todos aquellos derivados de los accidentes.

Así, puede quedar ociosa la mano de obra directamente vinculada con el bien fuera de servicio; la producción de ese puesto se detiene y también puede ocurrir que se detenga la de los puestos sucesivos con posibilidad de falta de abastecimiento de productos; existe posibilidad de pérdida de la producción en proceso; el costo de la reparación propiamente dicha (mano de obra, materiales y servicios) incluido en la pieza fallada y a veces, el costo de otras piezas dañadas por arrastre; la sobre absorción de costos fabriles por unidad de producto; los costos de un eventual accidente a los operarios, etc.

Por ello, un criterio sano para una empresa de clase mundial, es balancear adecuadamente los costos de mantenimiento y los correspondientes a las reales pérdidas de producción, manteniendo el estándar y no utilizar fondos destinado a al mantenimiento y sus actividades inherentes para otros proyectos o servicios, sin que esto sea derivado del centro de costos al cual pertenece.

- **MADEAL S.A.**

Conociendo la costumbre de esta compañía de implementar sus propios diseños, para mantenimiento es básico y fundamental la inclusión de algunos criterios dentro de estos diseños.

Los sistemas de mantenimiento han evolucionado con el tiempo y hoy no pueden dejarse de lado en ninguna de sus variadas formas y versiones, si pretendemos una manufactura de clase mundial.

Actualmente existen diversos sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de **simplicidad en el diseño**, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento. Por lo tanto, se le propone una de las etapas del mantenimiento autónomo en el cual, los operarios son capaces de modificar las máquinas donde operan diariamente, siempre y cuando les brinden capacitación avanzada y sigan los planes de formación de personal propuestos en el presente trabajo investigativo.

- **INCOLMA S.A.**

Actualmente no hay otra alternativa que reducir los costes operativos para ser competitivo debido a las presiones de clientes, competencia y de los accionistas. Hay que conseguir un rendimiento económico óptimo midiendo cada oportunidad, no solo en ventas, sino funcionando eficazmente siguiendo muy de cerca todos los procesos de producción y todos los gastos, donde el mantenimiento es un apartado muy importante por la cantidad de ahorros que pueden conseguirse mediante una correcta gestión del mismo, una alternativa con excelentes resultados y de muy bajo costo es el mantenimiento autónomo, que forma parte del Mantenimiento Productivo Total, siendo su primer pilar, el cual es una herramienta que complementa las actividades que se están llevando a cabo dentro del departamento de mantenimiento de INCOLMA S.A. como el mantenimiento preventivo.

El propósito del mantenimiento autónomo es el de enseñar a los operadores cómo mantener su equipo llevando a cabo:

- Verificaciones diarias
- Lubricación
- Reemplazo de partes
- Reparaciones
- Verificar precisión
- Detección temprana de condiciones anormales

Como en la mayoría de las técnicas y herramientas de Manufactura Esbelta, el mantenimiento autónomo está basado en capacitación y entrenamiento. Se trata de elevar en los operadores el conocimiento y entendimiento del principio de operación de sus máquinas. A ese propósito debemos ayudarles a desarrollar tres habilidades:

- 1.- Habilidad para determinar y juzgar si las condiciones de operación se vuelven anormales
- 2.- Habilidad para conservar las condiciones normales

3.- Habilidad de responder con rapidez a las anomalías, ya sea reparándolas o haciendo que algún técnico se encargue de resolverlas en caso de que él (ella) aún no tenga suficiente conocimiento, habilidad o recursos.

○ **RIDUCO S.A.**

RIDUCO S.A. se ha caracterizado por ser pionera en nuestra región por la compra de maquinaria de punta para su Taller de Maquinas Herramientas, analizando sus procesos internos de reestructuración en el departamento de mantenimiento y su afán por mejorar la eficiencia de su planta; un esquema muy efectivo y que estamos seguros, por el nivel alcanzado en la gestión del mantenimiento al interior de esta compañía apalancara los indicadores de producción y bajara los costos de manufactura es el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), que es una manera sistemática de disminuir el riesgo de falla de equipos, esta tecnología es usada para determinar los requerimientos de mantenimiento de un sistema o de un equipo en su contexto de operación para asegurar que continúe con su deseado desempeño de estándares de eficiencia y calidad.

Los resultados que se pueden lograr con una efectiva implementaron de este sistema:

- Mejoramiento de la seguridad e integridad ambiental.
- Grandes reducciones de costos de mantenimiento:
- Reduce los costos de mantenimiento preventivo
- Incrementa el uso del mantenimiento basado en la condición
- Mejora la eficiencia operativa de la Planta
- Mejora la planeación y el establecimiento de prioridades en las labores de mantenimiento.
- Se crea una base de datos para mejoramiento continuo.
- Se reduce la probabilidad de riesgo cuando el mantenimiento preventivo es omitido o cancelado.

El objetivo principal del RCM no es hacer mantenimiento a los equipos para que estos no fallen sino asegurar que se mantengan operando continuamente en función del negocio, de

tal manera que se realizan las tareas que cumplen una función predictiva y mejorativa para incrementar la productividad.

○ **TABLEMAC S.A.**

Dentro de la organización es de vital importancia tener compenetrados los departamentos de producción y mantenimiento, de hecho lo que se busca actualmente es unificar estas áreas y que trabajen conjuntamente, pero también es básico definir las funciones y establecer los objetivos de mantenimiento dentro de la organización:

Objetivos o funciones del mantenimiento

1. **Máxima productividad:**

- Reducir al mínimo los costes debidos a las paradas por averías accidentales de las máquinas que comportan pérdidas de producción
- Aportar sugerencias de mejora productiva o de calidad a través de la experiencia en las intervenciones en las máquinas.
- Reparar con el mínimo tiempo y con la máxima durabilidad de la reparación las máquinas averiadas.
- Rebajar los paros intempestivos de los equipos a través de los históricos, realización óptima de preventivos.

2. **Mínimo coste:**

- Realizar un aprovisionamiento de piezas de recambio de los equipos con una medida justa entre la inversión realizada para la adquisición de estos recambios y el coste que ocasiona la parada por la falta de la pieza.
- Alargar la vida de la máquina en sus condiciones originales de calidad y de rechazo.

### 3. Ahorro **energético**:

- Asegurar el suministro de energías, electricidad, aire comprimido, gas.

### 4. Mínimo impacto en el **medio ambiente**:

### 5. Máxima **seguridad e higiene**:

- Asegurar la seguridad para las personas.

### 6. Aseguramiento de la calidad **exigida**

Estas actividades, funciones y objetivos bien definidos dentro de los roles de los jefes de cada departamento ayudarían disminuir la multiplicidad de operación desgaste administrativo y aumentar la sinergia del equipo productivo como tal.

#### ○ **HERRAMIENTAS AGRICOLAS S.A.**

Una de las falencias detectadas dentro de HERRAMIENTAS AGRICOLAS S.A. fue la carencia total de mantenimiento preventivo en toda la expresión, teniendo en cuenta el tipo de proceso, se hace de vital importancia las inspecciones y verificaciones constantes de la maquinaria, asegurando su confiabilidad y la seguridad para los operadores, siendo descrito con mayor profundidad en el desarrollo del trabajo, tenemos:

El mantenimiento preventivo es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar fallas, paros de producción o pérdida de producto, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas. En otras palabras el mantenimiento preventivo es la rápida detección y tratamiento de las anormalidades del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Es medicina preventiva para el equipo.

El mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas; inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. La rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo.

Aquí se analiza las actividades planeadas de plazo intermedio y largo conducidas por el departamento de mantenimiento: seleccionando estándares de mantenimiento, preparando y ejecutando planes de mantenimiento, manteniendo los registros de mantenimiento, actividades de restauración. Cubre los subsistemas como control de partes, control de lubricación y control del presupuesto de mantenimiento.

Estandarización de las actividades de mantenimiento. Las actividades de mantenimiento deben ser estandarizadas por varias razones:

- Las actividades diversas de mantenimiento no pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quién las lleva de una modo diferente.
- Las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente.
- El trabajo de mantenimiento es menos efectivo que el de producción pues es menos repetitivo.

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, haga el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de entrenar e involucrar muchos individuos en el trabajo de mantenimiento es clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento.

#### ○ **INDUSTRIA LICORERA DE CALDAS**

Siendo una de las empresas del estado con mayor reconocimiento regional y nacional, los desarrollos internos en materia de mantenimiento son muy pobres, con personal de muchos años en la compañía, con poca actualización capacitación y entrenamiento, lo mas indicado seria una programa en actualización para los mandos medios en gestión moderna de mantenimiento y para los mecánicos y electricistas de mantenimiento, como se ha detectado

y manifestado por sus directivos, en métodos de resolución de problemas causa efecto, paretos, ruta del porque por que.

Tener en cuenta para estos programas de capacitación los siguientes aspectos:

Fuera del horario de trabajo:

Generalmente, se considera que sería mejor recibir la capacitación teórica, o al menos una parte, fuera de las horas de trabajo.

Formación presencial:

La opinión predominante es que esta formación se debe impartir de manera presencial. Ésta, podría complementarse con formación a distancia, que permitiese una mayor libertad de horario a los participantes de la misma.

Duración moderada:

La duración preferida para los cursos se sitúa entre 11 y 80 horas. Los cursos de 10 o menos horas se consideran insuficientes.

Combinación de teoría y práctica:

La gran mayoría se inclina por una combinación de formación teórica y práctica, más o menos nivelada. En caso de predominio de uno de los dos tipos de contenidos, se prefiere un predominio de la práctica.

Para los mandos medios en mantenimiento sería importante profundizar en los siguientes temas

- Gestión Moderna del Mantenimiento
- Productividad y mejoramiento de Métodos
- Análisis de Fallas y Mantenimiento Centrada en la Confiabilidad (RCM)
- Física Mecánica para mantenimiento
- Fatiga, Corrosión y Desgaste, control por medio del mantenimiento
- Dirección de Grupos de Trabajo

## ○ CASA LUKER S.A.

Casa LUKER S.A. es una compañía que ha logrado desarrollar un departamento de mantenimiento bien estructurado, pero que a su vez no ha logrado levantar historia del comportamiento de su maquinaria ni datos concretos sobre tiempos de paradas, tipos de fallas y tiempo entre fallas, siendo esta historia vital para la toma de decisiones se hace perentorio el desarrollo de metodologías que permitan la toma de este tipo de datos, para lo anterior se plantea una revisión de los procesos internos, involucrando un desarrollo de competencias en el personas de producción y mecánicos para este fin, pudiendo empezar con metodologías como:

### Estratificación de información

Esta es quizás la técnica más importante en el análisis de un problema y en especial cuando se trata de problemas crónicos. La estratificación consiste en buscar "más información a la información", es como el detective que necesita buscar los indicios o pruebas (a partir de datos). Hay que escudriñar los datos para lograr solucionar el problema en forma definitiva. Es un método de análisis de los datos que permite clasificarlos teniendo en cuenta algunos factores que pueden afectarlos. Por lo general los factores que permite clasificar la información son de tipo cualitativo como: tipo de producto, materias primas, operario, cliente, proveedor, procedencia, etc. La estratificación permite encontrar causas no tenidas en cuenta u ocultas en el proceso o en el estudio de un problema.

El proceso seguido en la estratificación se apoya en la construcción de varios diagramas de Pareto siguiendo diferentes criterios de clasificación; por ejemplo, clasificar las averías por tipo de turno, producto, materias primas, puede conducir a conclusiones que no se esperaban; es posible que un cierto día de la semana sea el más propicio para la presencia de averías. Existen ciertas averías que se presentan con mayor frecuencia en una determinada referencia de producto. El automatismo de empaque falla con más frecuencia con cierto proveedor de cajas de cartón, etc.

La estratificación ayuda a identificar el problema de una planta o equipo, ya que facilita la concentración en aquellas causas que son las de mayor impacto. Por este motivo, se recomienda emplear el principio de Pareto para identificar los factores que contribuyen a incrementar la frecuencia de la avería o su duración.

La siguiente lista presenta los criterios más frecuentes empleados para la realización de la estratificación de la información de averías. Esta lista no pretende ser exhaustiva.

- Tipo de máquina. Si la empresa posee diferentes marcas de equipos, es seguro que se puede realizar una clasificación tipo Pareto sobre la marca que más averías presenta.
- Sitio donde se encuentra la máquina. En ciertos lugares de la planta afectan el funcionamiento de los equipos, humedad y polvo.
- Tipo de materias primas. Si el equipo procesa diferentes tipos de materias primas, cierta clase de ellas producen más problemas a los elementos internos que otras.
- Día de la semana. Determinados días son más propensos a presentar averías por diversos motivos. El inicio de la operación, el primer día de la semana, fin de semana o la proximidad a eventos especiales.
- Hora del día. Es frecuente que los equipos experimenten dificultades adicionales en ciertas horas del día. Ciertos controles no trabajan adecuadamente durante la noche en zonas donde la temperatura ambiente desciende apreciablemente.
- Operario. Algunas estadísticas tomadas de empresas que fabrican productos de consumo indican que aproximadamente el 65 % de las órdenes de trabajo que llegan a mantenimiento se deben a mala operación del equipo. Podríamos identificar con una estratificación cuál es el operario que más problemas tiene para operar correctamente el equipo y ayudarlo a mejorar su método de trabajo.
- Tipo de producto o referencia de este. En un cierto proceso de envasado de producto en botellas se presentan un número mayor de averías con cierto tamaño o presentación del producto. La estratificación nos ayudará a identificar el tipo de producto más crítico, para posteriormente buscar sus causas.
- Zonas del equipo. En determinadas zonas del equipo se pueden encontrar concentrados los problemas. Por ejemplo, la ubicación de escapes en un reactor de un cierto producto químico.

- **FABRICA DE CAFÉ LIOFILIZADO**

Esta es una de las empresas que más ha invertido en tecnología de punta en su planta, no obstante los problemas de paros inesperados, fallas repetitivas no han sido subsanados, siendo este un proceso de producción continuo cualquier parada de un componente por mínimo que este sea es considerado un paro mayor, por tal motivo y teniendo en cuenta los avances y el nivel de detalle alcanzado en el mantenimiento en la planta CAFÉ LIOFILIZADO, es de vital importancia empezar a desarrollar el mantenimiento centrado en la Confiabilidad (RCM), que eleve los indicadores productivos al interior de la organización.

El mantenimiento centrado en la Confiabilidad (RCM) es una manera sistemática de disminuir el riesgo de falla de equipos, esta tecnología es usada para determinar los requerimientos de mantenimiento de un sistema o de un equipo en su contexto de operación para asegurar que continúe con su deseado desempeño de estándares de eficiencia y calidad.

Los resultados que se pueden lograr con una efectiva implementaron de este sistema:

- Mejoramiento de la seguridad e integridad ambiental.
- Grandes reducciones de costos de mantenimiento:
- Reduce los costos de mantenimiento preventivo
- Incrementa el uso del mantenimiento basado en la condición
- Mejora la eficiencia operativa de la Planta
- Mejora la planeación y el establecimiento de prioridades en las labores de mantenimiento.
- Se crea una base de datos para mejoramiento continuo.
- Se reduce la probabilidad de riesgo cuando el mantenimiento preventivo es omitido o cancelado.

El objetivo principal del RCM no es hacer mantenimiento a los equipos para que estos no fallen sino asegurar que se mantengan operando continuamente en función del negocio, de

tal manera que se realizan las tareas que cumplen una función predictiva y mejorativa para incrementar la productividad.

- **COLOMBIT S.A.**

Colombit S.A. es una empresa que ha alcanzado gran madurez en el desarrollo de sus programas y actividades en mantenimiento, el nivel de sus operadores y el nivel de sus mecánicos, algunos avances en el tema de mantenimiento autónomo, recomendamos empezar con un programa de mantenimiento productivo total que por lo analizado hasta el momento tienen sembrado al interior de su organización todos los elementos para este programa.

Filosóficamente, el TPM se complementa con algunos aspectos valiosos del TQM "Manufactura de Calidad Total" o también Total Quality Management, (Gerencia de Calidad Total) entre ellos:

El compromiso total por parte de los altos mandos de la empresa, es indispensable.

El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.

Se debe tener un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede tomar desde uno hasta varios años.

También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

TPM le da un nuevo enfoque al mantenimiento como una parte necesaria y vital dentro del negocio. Se hace a un lado el antiguo concepto de que éste es una actividad improductiva y se otorgan los tiempos requeridos para mantener el equipo que ahora se consideran como una parte del proceso de manufactura. No se considera ya una rutina a ser efectuada solo cuando el tiempo o flujo del material lo permitan. La meta es reducir los paros de emergencia, los servicios de mantenimiento inesperados se reducirán a un mínimo.

- **TOP-TEC (Manilit)**

Podemos decir que el desarrollo de las actividades de mantenimiento en TOP-TEC ha sido excelente y que el enfoque que le han dado sus directores en cuanto a vincular personal de producción en las tareas básicas de mantenimiento les ha dado grandes resultados, se hace de vital importancia que se empiece con un programa estructurado de mantenimiento autónomo que permita canalizar y guiar estas energías hacia su fuente.

El propósito del mantenimiento autónomo es el de enseñar a los operadores cómo mantener su equipo llevando a cabo:

- Verificaciones diarias
- Lubricación
- Reemplazo de partes
- Reparaciones
- Verificar precisión
- Detección temprana de condiciones anormales

Como en la mayoría de las técnicas y herramientas de Manufactura Esbelta, el mantenimiento autónomo está basado en capacitación y entrenamiento. Se trata de elevar en los operadores el conocimiento y entendimiento del principio de operación de sus máquinas.

En ese orden de ideas debemos ayudarles a desarrollar tres habilidades:

- 1.- Habilidad para determinar y juzgar si las condiciones de operación se vuelven anormales
- 2.- Habilidad para conservar las condiciones normales
- 3.- Habilidad de responder con rapidez a las anomalías, ya sea reparándolas o haciendo que algún técnico se encargue de resolverlas en caso de que él (ella) aún no tenga suficiente conocimiento, habilidad o recursos.

- **PROMETALICOS S.A.**

Los esfuerzos realizados los últimos dos años para mejorar el departamento de producción han llevado a tomar a decisiones acertadas, desde nuestra perspectiva la independencia para la toma de decisiones, claridad de funciones y alcance del departamento de Mantenimiento son básicos para un buen desempeño de las funciones, es importante empezar a profundizar en el tema de mantenimiento productivo total conociendo el gran interés mostrado en los primeros acercamientos, por el personal de producción especialmente directivos, siendo esto fundamental para una buena implementación y alcanzar objetivos básicos rápidamente.

La estrategia de Mantenimiento Productivo Total para el diagnóstico de averías se inicia con la utilización de la técnica Porqué-Porqué. Esta técnica permite reducir en forma dramática la repetición de las averías, pero no la elimina en forma definitiva. Por este motivo es necesario emplear a continuación el método PM para lograr eliminar de raíz la mayor cantidad de factores causales y alcanzar altos niveles de Confiabilidad en los equipos.

Cuando un equipo se encuentra bien mantenido y presenta una avería, se puede realizar su diagnóstico aplicando un análisis PM. Pero si el equipo se encuentra deteriorado y sus condiciones básicas están descuidadas, se considera que es más apropiado iniciar un estudio con la técnica Porqué-Porqué, antes de aplicar un análisis PM.

- **INDUMA S.A.**

Lo principal para lograr los objetivos planteados, alcanzar las metas organizacionales, apalancar los indicadores, es establecer la funciones de cada departamento especialmente las del departamento de mantenimiento.

Las funciones de un departamento de ingeniería de mantenimiento es diferente en cada planta y se encuentra influido por el tamaño de la misma, por el tipo, por la política de la compañía y por los antecedentes de la empresa y de rama industrial, es posible agrupar estas actividades en dos clasificaciones generales:

#### Funciones Primarias:

- 1) Mantenimiento del equipo existente en la planta.
- 2) Mantenimiento de los edificios existentes en la planta y las construcciones.
- 3) Inspección y lubricación de equipos.
- 4) Producción y distribución de equipos.
- 5) Modificación al equipo y edificios existentes.
- 6) Nuevas instalaciones de equipos y edificios.

#### Funciones Secundarias:

- 1) Almacenamiento.
- 2) Protección de planta, incluyendo incendios.
- 3) Disposición de desperdicios.
- 4) Recuperación.
- 5) Servicio de mozos.
- 6) Contabilidad de los bienes.

Mantenimiento del equipo existente en planta: Esta actividad requiere poca definición, dado que es una de las principales funciones axiomáticas de todos los grupos de mantenimiento. Es la principal razón de la existencia del grupo de mantenimiento. La responsabilidad incluida en esta actividad es proceder en forma rápida y económica a las reparaciones necesarias de la maquinaria utilizada en los procesos productivos; la anticipación de la necesidad de estas reparaciones y, cuando sea posible, tomar acciones preventivas. Para ejecutar con éxito estas actividades el departamento debe mantener un grupo de técnico y ingenieros especializados capaces de desarrollar estas labores.

Lubricación e Inspección. Estas funciones pueden manejarse por el departamento de producción o por el grupo de ingeniería de mantenimiento. Aun cuando el operador es quien realiza esta función, las especificaciones de lubricación, procedimientos e inspección de registros, deberían ser ejecutadas por el grupo de mantenimiento.

Producción y distribución de equipo. El problema de incluir la producción y distribución en el departamento de ingeniería de mantenimiento debe determinarse en relación con la magnitud relativa de las dos actividades. En una planta con gran consumo de energía eléctrica, el grupo eléctrica adquiere un tremenda importancia y tiene una consultoría fija de supervisión. El principal problema del equipo es la generación de electricidad y debe manejarse por un departamento de ingeniería eléctrica que no tenga ninguna actividad de mantenimiento.

En una gran planta que genere su propia electricidad y que posea su propio sistema de vapor, la planta eléctrica puede llegar a tener las proporciones de una pequeña compañía de servicios públicos y justificar un departamento de su propiedad que informe a la gerencia de planta.

En plantas promedio, donde la cantidad de personas que prestan sus servicios en la distribución es pequeña en comparación con la fuerza total de mantenimiento, esta actividad pertenece lógicamente al grupo de ingeniería de mantenimiento. Puede administrarse como un función separada o como un aparte de otra función, dependiendo de los requerimientos de supervisión. Modificación y nuevas instalaciones. Probablemente ésta es el área más sujeta a controversias. Los tres factores que parecen determinar el alcance en que ésta área pertenece al grupo de mantenimiento son:

- 1) Tamaño de la planta.
- 2) Tamaño de la compañía que posee varias plantas.
- 3) Política de la compañía.

En una planta pequeña de una sola compañía este tipo de trabajo puede ser manejado por el grupo de mantenimiento a través de contratistas. En una empresa de varias plantas estos trabajos pueden ser manejados a nivel de ingeniería de planta o de un departamento separado que se encargue de manejar nuevas instalaciones.

- **EDITORES S.A.**

Al interior de cada organización se definen diferentes políticas, objetivos y estrategias que permiten a los diferentes departamentos establecer sus planes operacionales para alcanzar en el menor tiempo posible las metas organizacionales, para el departamento de producción es clave genere un programa de gran impacto el cual genera compromiso dentro de todo el personal de planta para mantener el orden y la limpieza dentro de la planta permitiendo con esto generar una cultura de la estandarización, siendo este un primer paso para la inclusión del personal de producción en tareas de mantenimiento, para lo cual los japoneses han definido la estrategia de las 5S, esta estrategia esta representada en acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

- Clasificar. (Seiri)
- Orden. (Seiton)
- Limpieza. (Seiso)
- Limpieza Estandarizada. (Seiketsu)
- Disciplina. (Shitsuke)

Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican en forma estandarizada las cinco "S" en igual forma como mantenemos nuestras cosas personales en forma diaria. Esto no debería ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en nuestro trabajo y la calidad de vida en aquel lugar donde pasamos mas de la mitad de nuestra vida. Realmente, si hacemos números es en nuestro sitio de trabajo donde pasamos mas horas en nuestra vida. Ante esto deberíamos hacernos la siguiente pregunta....vale la pena mantenerlo desordenado, sucio y poco organizado?

Es por esto que cobra importancia la aplicación de la estrategia de las 5S. No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación de algo japonés que "dada tiene que ver con nuestra cultura latina". Simplemente, es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y si con todo esto, además, obtenemos mejorar nuestra productividad y la de nuestra empresa por que no lo hacemos?

- **ACASA**

En el mantenimiento realizado en Acerías de Caldas S.A. se observó una enorme dinámica alrededor del horno principal de fundición el cual es el corazón de la planta, teniendo un sistema organizacional, una metodología definida para este equipo podría acompañarse con un Análisis Modal de Fallas y Efecto (AMFE), esta es una técnica de ingeniería conocida como el análisis FMEA o (Failure Mode and Effect Analysis) usada para definir, identificar y eliminar fallas conocidas o potenciales, problemas, errores, desde el diseño, proceso y operación de un sistema, antes que este pueda afectar al cliente (Omdahl 1988; ASQC 1983). El análisis de la evaluación puede tomar dos caminos: primero, empleando datos históricos y segundo, empleando modelos estadísticos, matemáticos, simulación ingeniería concurrente e ingeniería de fiabilidad que puede ser empleada para identificar y definir las fallas (Stamatis 1989). No significa que un modelo sea superior a otro. Ambos pueden ser eficientes, precisos y correctos si se realizan adecuadamente. Para efectos de este libro no se estudiará el segundo camino, ya que se pretende ofrecer una serie de metodologías que sean útiles para todas las personas de una empresa; mientras que las técnicas especializadas poseen algunos fundamentos matemáticos tediosos y su empleo queda restringido a aquellas personas que poseen buenas bases de estadística avanzada.

El AMFE es una de las más importantes técnicas para prevenir situaciones anormales, ya sea en el diseño, operación o servicio. Esta técnica parte del supuesto que se va a realizar un trabajo preventivo para evitar la avería, mientras que las técnicas estudiadas hasta el momento, se orientan a evaluar la situación anormal ya ocurrida. Este es el factor diferencial

del proceso AMFE. Esta técnica nació en el dominio de la ingeniería de fiabilidad y se ha aplicado especialmente para la evaluación de diseños de productos nuevos.

El AMFE se ha introducido en las actividades de mantenimiento industrial gracias al desarrollo del Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad o RCM -Reliability Center Maintenance- que lo utiliza como una de sus herramientas básicas. En un principio se aplicó en el mantenimiento en el sector de aviación (Plan de mantenimiento en el Jumbo 747) y debido a su éxito, se difundió en el mantenimiento de plantas térmicas y centrales eléctricas. Hoy en día, el AMFE se utiliza en numerosos sectores industriales y se ha asumido como una herramienta clave en varios de los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Los propósitos del AMFE son:

- Identificar los modos de fallas potenciales y conocidas
- Identificar las causas y efectos de cada modo de falla
- Priorizar los modos de falla identificados de acuerdo al número de prioridad de riesgo (NPR) o - frecuencia de ocurrencia, gravedad y grado de facilidad para su detección.

El fundamento de la metodología es la identificación y prevención de las averías que conocemos (se han presentado en el pasado) o potenciales (no se han presentado hasta la fecha) que se pueden producir en un equipo. Para lograrlo es necesario partir de la siguiente hipótesis:

*Dentro de un grupo de  
problemas, es posible*

*realizar una priorización de  
ellos*

Existen tres criterios que permiten definir la prioridad de las averías:

- Ocurrencia (O)

- Severidad (S)
- Detección (D)

La ocurrencia es la frecuencia de la avería. La severidad es el grado de efecto o impacto de la avería. Detección es la grado de facilidad para su identificación.

- **BELLOTA S.A.**

Teniendo una cultura organizacional encaminada a la mejora continua, en donde todo el personal esta involucrado directamente en las actividades de capacitación y entrenamiento, siendo una organización relativamente joven, se observa un ambiente maduro y receptivo para implementar el Mantenimiento Productivo Total, en donde el verdadero "secreto" del TPM está en la práctica disciplinada de métodos de análisis que ayuden a:

- Aumentar el conocimiento de todo el personal sobre los equipos y procesos
- Conservar y transferir el conocimiento existente en todos los sitios de la planta
- Ayudar a innovar permanentemente la organización
- Eliminar todo tipo de despilfarro existente en una planta industrial
- Crear capacidades competitivas desde los procesos industriales

Los beneficios de implementar este sistema al interior de la organización son:

Para la función de mantenimiento:

- Asociación de Mantenimiento con Producción
- Tiempo libre adicional para ejecutar otras funciones mas especializadas
- Mecánicos mejor entrenados con niveles mas altos de experiencia

- Mecánicos llegaran a ser mas valuados a la organización
- Mejora el rol de mantenimiento en la organización cambiando la percepción de que mantenimiento es un mal necesario, dando como resultado:
  - Mejora la moral
  - Menor rotación y menores costos de contratación
  - Menor ausentismo

Para la Compañía:

- Mejora en la eficiencia operacional
- Mejora en la confiabilidad de la operación
- Mejora en la calidad del producto terminado
- Disminución del costo de operación
- Énfasis en la plantación y el Mantenimiento Preventivo
- Incremento del tiempo de vida útil de la maquinaria
- Mejora en los inventarios - reduciendo costos
- Mejoramiento en la seguridad y salud Ocupacional
- Cimentación firme para:
  - TQM (TOTAL QUALITY MANAGEMENT)
  - JIT (JUST IN TIME)
  - LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA)
- Capacidad para cumplir la calidad requerida por el cliente y sus necesidades de entrega.

- **SICOLSA**

En Siderurgica de Colombia por tratarse de una empresa de fundición de piezas, principalmente en hierro gris, los procesos están un poco descuidados y el mantenimiento es prácticamente nulo a este respecto proponemos particularmente lo siguiente:

### **Análisis PM**

El análisis PM es una forma diferente de pensar sobre los problemas y del contexto donde estos se presentan. Consiste en el análisis de los fenómenos (**P** de la palabra inglesa *Phenomena*) anormales tales como fallas del equipamiento en base a sus principios físicos y poder identificar los mecanismos (**M** de la palabra inglesa *Mechanisms*) de estos principios físicos (**P** de la palabra inglesa *Physically*) en relación con los cuatro inputs de la producción equipos: materiales, individuos y métodos).

El principio básico del análisis PM es entender en términos precisos físicos que es lo que ocurre cuando la máquina, o sistema se avería o produce defectos de calidad y la forma como ocurren. Esta es la única forma de identificar la totalidad de factores causales y de esta manera eliminar estas pérdidas. Esta técnica considera todos los posibles factores en lugar de tratar de decidir cual es el que tiene mayor influencia.

### **Fundamentos del análisis físico**

La investigación lógica de como ocurre el fenómeno en términos de principios físicos y cantidades, se ha visto que es el fundamento de la metodología de análisis PM. Desde el punto de vista de los equipos un *análisis físico* significa emplear los principios operativos del equipo para clarificar la forma como los componentes interactúan y producen el problema o la avería crónica. *Se pretende estudiar y conocer en primer término, la forma como se presenta la desviación de la situación natural del equipo, en lugar de pretender abordar las causas de esta desviación desde el primer momento.* El objetivo fundamental de esta metodología es llegar a comprender lo mejor posible la forma como se presentó el fallo

y la forma como intervinieron las diferentes piezas y conjuntos del equipo para la generación del problema

### **Proceso del análisis PM**

Se ha explicado que el enfoque del análisis PM consiste en estratificar los fenómenos anormales adecuadamente, entender los principios operativos y analizar los mecanismos del fenómeno desde el punto de vista físico. El siguiente paso consiste en investigar todos los factores y el grado en que ellos contribuyen al problema. Todo esto es necesario para poder eliminar estos factores a través de planes de acción y sistemas de control.

- **MANISOL**

El mantenimiento Progresivo o Keikaku es una herramienta del mantenimiento Productivo total que puede ser aplicada con gratificantes resultados dentro de MANISOL S.A. y va en la misma ruta del mantenimiento diario que se esta empezando a desarrollar. El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El JIPM le ha dado a este pilar el nombre de "Mantenimiento Planificado". Algunas empresas utilizan el nombre de Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Programado. En este sentido hemos considerado que el término Mantenimiento Progresivo puede comunicar mejor el propósito de este pilar, que consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

Relación entre las acciones de mantenimiento y producción para prevenir averías.

Algunas empresas han considerado que implantar un programa informático de gestión de mantenimiento les conducirá a resolver los problemas del mantenimiento preventivo. La verdad es que se mejorarán las acciones administrativas de mantenimiento, pero el efecto

positivo en la disminución de las averías y fallos en el equipo se logrará con acciones adicionales como:

- Utilización de la información para identificar y reducir los fallos frecuentes. (Daily Management Maintenance)
- Utilización de información para el establecimiento de mejores tiempos de mantenimiento preventivo.
- Implantar acciones Kaizen para practicar Mantenimiento por Mejora.
- Implantar acciones de prevención de mantenimiento.
- Implantar acciones para mejorar la competencia técnica de la función de mantenimiento.
- Desarrollo de conceptos Kaizen en los aspectos relacionados con los métodos de trabajo y gestión de mantenimiento.
- Participación integral de todo el personal relacionado con las operaciones de la empresa en las acciones de mantenimiento.

Seguramente que las anteriores estrategias sugeridas por TPM se constituyen en los mejores aportes al desarrollo del mantenimiento planificado. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo de una organización, el TPM ha marcado una diferencia conceptual al lograr justificar y proponer acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre los departamentos de producción y mantenimiento en cuanto al principio de responsabilidad por el cuidado y conservación de los equipos. Haber logrado involucrar todas las áreas de una fábrica para alcanzar los objetivos de productividad global, ha sido el mayor éxito de la práctica del TPM.

- **JABONERIAS HADA LTDA.**

A pesar de ser una empresa rentable financieramente, todavía le falta mejorar muchísimo en cuanto a sus procesos productivos, especialmente en el mantenimiento. Allí nombraron un líder de TPM, pero no han sensibilizado la filosofía TPM en todo su furor en todos los niveles jerárquicos, apenas van en el nivel gerencial. Se les recomienda empezar por la capacitación del personal, tal como se propuso en la etapa general de estas recomendaciones, es decir, capacitar a operarios, mecánicos y electricistas en temas tecnológicos básicos con el ánimo de que se vayan afianzando en conceptos de máquinas herramientas, neumática, hidráulica básica, electricidad básica y electrónica básica.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] FLORES, Fernando. Creando la empresa del siglo XXI.

[2]

- EQUIPOS INDUSTRIALES, guía práctica para reparación y mantenimiento. Tomo II. México D.F.,1988. Editorial McGraw-Hill de México, S.A DE C.V.
- DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México, 2000.

[3]

- E. T. Newbrough (1989), "Administración de mantenimiento industrial", Ed. Diana.
- HARRIGTON, Dr. H:J: "Mejoramiento de los procesos de la empresa" Editorial Mac. Graw Hill 1994.
- L. C. Morrow (1984), "Manual de mantenimiento industrial", CECSA

[4] BOTERO, Camilo. División: Sector industrial de la construcción, divulgación tecnológica. En: Manual de mantenimiento FEDEMETAL. Santa fe de Bogotá, 1991.

[5] <http://www.mantenedor.com>

[6] PATTON, J D (1987), "Preventive Maintenance", Instrument Society of America, USA.

[7] <http://www.tpm-institute.com/InstituteRequest.html><http://www.tpm-institute.com/InstituteRequest.html>Request Total Productive Maintenance (TPM) information

[8]

- <http://www.mantenedor.com/principal/principal.htm>
- ABGLEN, James C y Stalk, George Jr. "Kaisha, la corporación Japonesa" Editorial Plaza y Janes.
- BAILEY, C L, Maggard B N, D W (1987), "Total productive maintenance: A team implementation approach", in Proceedings of International Industrial Engineering

Conference, May., 22-25, 1988, Orlando: Industrial Engineering and Management Press.

- PORTUONDO, F. Sistema Alternativo de Mantenimiento. Revista Ingeniería Industrial. Vol. X. Nº.2. I.S.P.J.A.E. Ciudad de la Habana, 1989.

[9] BANK, John "La esencia de la calidad Total" Editorial Legis 1993.

[10] AGUILERA, A. Planificación de personal para la implantación de un Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM). Mantenimiento 1999;121.

[11] DE LA PAZ, E. Tecnología para la implantación de un Sistema Alternativo de Mantenimiento. Revista Ingeniería Industrial. Vol. XIV. No. 2. I.S.P.J.A.E. Ciudad de la Habana, 1994.

[12]

- HENRICKS, Mark "Las reglas de Oro de la Gerencia" Revista Oficina Eficiente, Julio-Agosto 1997 Pág. 29-32.
- GRASAS, Pedro. Exposición "Mantenimiento Productivo Total". Sesión 9. Universidad virtual ITESM, 2000.

[13] COMPENDIO DE INFORMACIÓN SOBRE TPM. Documentos TPM Unilever Andina.

[14]

- NAKAJIMA Seiichi (1989), "TPM development program: implementing total productive maintenance", Productivity Press.
- OHNO, Taiichi (1988), "Toyota Production System: Beyond Large Scale Production", Cambridge: Productivity Press.
- SCHONBERGER, Roger J. "Manufactura de categoría mundial" . Ed. Norma. Colombia, 1994, 292.
- <http://www.maintenanceresources.com/>

[15] NAKAJIMA. Seiichi. "Introducción al TPM, Mantenimiento Productivo Total " Editorial Tecnologías De Gerencia Y Producción" S.A. 1991

[16]

- FUCCI, Tomás. Ficha nº 10: "Mantenimiento". Julio 2000.
- FUCCI, Tomás A. R. Ficha nº 1: "La estructura organizativa de producción". 1999.

- WERTHER y DAVIS. Administración de personal y Recursos Humanos. Editora McGraw Hill. México, 1994.

[17] TAKATSUKI, R. (1982), "Productivity and quality innovation with TPM", en Monden y (Editor): "Applying Just In Time: The American/Japanese Experiencie", Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia.

[18] TERSINE, R. J. (1983), "Preventive maintenance: A path to higher productivity", Society for Advancement of Management (S.A.M.), Advanced Management Journal, primavera 1983, págs. 39-44.

[19] HOSE, Andre "Manufactura, Calidad y productividad" Editorial Addison-Weley Iberoamérica 1994.

[20] MONDEN, Yasuhiro. "El sistema de producción de Toyota". Ed. Macchi. Buenos Aires, 1990, 274.

[21] ISHIKAWA, Karou. "¿Qué es el control total de calidad?". Ed. Norma. 1991.

[22] SUSAKI, K. (1987), "The new manufacturing challege-techniques for continuos improvement", The Free Press, New York.

[23] WILLMOTT, P. (1990), "Maintaining profitability", Manufacturing Engineering, May., págs. 30-32.

[24] UPTON, David M. y MACANDAN, Stephen. "Por qué ( y cómo) realizar una visita a la planta" Revista Oficina Eficiente, Julio-Agosto 1997 Pág. 13-28

[25] CHASE, Richard B., Aquilano, Nicholas J. & Jacobs, F. Robert. " Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios.". Ed. Mc. Graw Hill – Irwin. Colombia, Mayo 2000. 8° edición, 885.

[26] MEREDITH, Jack. R. "Administración de Operaciones". Ed. Limusa - Wiley México, 1999.

[27] HAY, Edward Jr. "Justo a Tiempo". Ed. Norma. Colombia, 1994. 7° edición, 247.

[28]

- NAKAJIMA Seiichi (1978), "New develoments in ZD", Tokyo: Japan Management Association.
- [http://www.plant-maintenance.com/maintenance\\_software.shtml](http://www.plant-maintenance.com/maintenance_software.shtml)
- [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/default.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/default.htm)

[29] SEDDON, G. (1988), "Maintenance matters", Industrial Computing, Abr., págs. 29-34.

[30]

- WILLMOTT, P. (1990), "Managing maintenance", Manufacturing Engineering, Jun., págs. 28-30.
- <http://www.maintenanceresources.com/publinks.htm>  
<http://www.maintenanceresources.com/publinks.htm> Maintenance Publications

[31] HIBI, S. "Measuring PM Effectiveness". Tokyo: Plant Engineering Association, n.d.

[32] HOHNER, G. (1988), "JIT/TQC: Integrating product design with shopfloor effectiveness", Industrial Engineering, págs. 42-48.

[33] DUFFUAA, Salih O; Raouf, A. y Campbell, John Dixon. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. México: Limusa Wiley, 2000.

[34] CASTAGNET, Juan C. y GASTAÑAGA Ricardo J. "Las normas internacionales de aseguramiento de la calidad". Ed. Imprenta. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 1994, 107.

[35] <http://www.her.itesm.mx/dge/manufactura>

[36] ANSOFF, Igor H. "La dirección estratégica en la práctica empresarial". Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. Estados Unidos de América, 1997. 2º Edición, 548.

[37] GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. "Calidad Total y Productividad". Ed. Mc. Graw Hill. México, 1999, 403.

[38] SALLENAVE, Jean Paul. "La gerencia Integral" Editorial Norma 1994.

[39] VALDES, Luigi. "Conocimiento es futuro. - Hacia la sexta generación de procesos de calidad -". Ed. CONCAMIN (CCTC) (Confederación de Cámaras Industriales de México). México, 1996. 2º Edición.

[40] SOLANA, Ricardo F. "Producción. Su organización y administración en el umbral del tercer milenio". Ediciones Interoceánicas. Buenos Aires, 1994. 1º Edición, 556.

[41]

[http://www.mantenedor.com/principal/gestion/teoria%20en%20MI/GESTION/gestion2/gestion\\_central.htm](http://www.mantenedor.com/principal/gestion/teoria%20en%20MI/GESTION/gestion2/gestion_central.htm)

## PUBLICACIONES

Athletic Turf Maintenance & Technology [ISSN: 1099-9000]  
Pub: Advanstar Communications (Bi-Monthly., latest vol. 4; UnitedStates)

BMI Building Maintenance Price Book  
Pub: Building Maintenance Information (Annually; UnitedKingdom)

BOCA National Property Maintenance Code [ISSN: 1055-6192]  
Pub: Building Officials and Code Administrators International (trien., latest vol. 5, 1996; UnitedStates)

Construction Equipment Operation and Maintenance [ISSN: 0010-6771]  
Pub: Construction Publications, Inc. (Bi-Monthly.; UnitedStates)

Industrial Maintenance & Plant Operation [ISSN: 1099-4785]  
Pub: Cahners Business Information (Monthly.; UnitedStates)

ISO Maintenance Agency. Annual Report  
Pub: International Organization for Standardization (Annually; Germany)

Journal of Maintenance in the Addictions [ISSN: 1091-1332]  
Pub: Haworth Press, Inc. (Quarterly; UnitedStates)  Table of Contents

Journal of Quality in Maintenance Engineering [ISSN: 1355-2511]  
Pub: M C B University Press Ltd. (Quarterly; UnitedKingdom)  Table of Contents

Maintenance  
Pub: American Trucking Associations; Trucking Information Services, Inc. (Monthly.; UnitedStates)

Maintenance & Asset Management  
Pub: Institute for Asset Management; Conference Communication (5 times a year; UnitedKingdom)

Maintenance and Entreprise [ISSN: 1154-6433]  
Pub: Golding (11 times a year; France)  Table of Contents

Maintenance Management [ISSN: 1080-188X]

Pub: Bureau of Business Practice (Semi-Monthly.; UnitedStates)

Maintenance Manager Magazine

Pub: American Trucking Associations; Trucking Information Services, Inc. (Quarterly; UnitedStates)

Maintenance Manual

Pub: Glass's Information Services Ltd. (Annually; UnitedKingdom)

Maintenance Solutions [ISSN: 1072-3560]

Pub: Trade Press Publishing Corp. (Monthly.; UnitedStates)

Maintenance Supplies [ISSN: 0025-0929]

Pub: Cygnus Publishing Inc. (Melville) (Monthly.; UnitedStates)

Overhaul & Maintenance [ISSN: 1086-0983]

Pub: McGraw-Hill Companies (Bi-Monthly.; UnitedStates)

PEM: Plant Engineering and Maintenance [ISSN: 0710-362X]

Pub: Clifford Elliot & Associates Ltd. (2 times a year; Canada)

Production, Maintenance and Service Survey

Pub: MidAtlantic Employers' Association (Annually; UnitedStates)

## ANEXOS

### ANEXO A. CUESTIONARIO DE MEDICION EMPRESARIAL

SOBRE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN UNA MUESTRA SIGNIFICATIVA DE EMPRESAS DE LA REGION

#### DATOS DE LA EMPRESA

- a. RAZON SOCIAL DE LA EMPRESA \_\_\_\_\_
- b. NUMERO DE EMPLEADOS TOTALES
  1. De 1 a 20 \_\_\_\_\_
  2. De 21 a 50 \_\_\_\_\_
  3. De 51 a 100 \_\_\_\_\_
  4. De 101 a 150 \_\_\_\_\_
  5. Mas de 151 \_\_\_\_\_
- c. GIRO DE NEGOCIO. DEFINICIÓN DEL PRINCIPAL PROCESO PRODUCTIVO:
- d. VENTAS NETAS ANUALES O MENSUALES DE LA EMPRESA
- e. CAPITAL PRIVADO O ESTATAL(COMPOSICIÓN ACCIONARIA)

#### DE CARÁCTER ADMINISTRATIVO

- a. CUANTOS NIVELES JERÁRQUICOS TIENE SU EMPRESA
  1. UNO \_\_\_\_\_
  2. DOS \_\_\_\_\_
  3. TRES \_\_\_\_\_
  4. CUATRO \_\_\_\_\_
  5. CINCO \_\_\_\_\_
  6. SEIS \_\_\_\_\_
  7. OTRO \_\_\_\_\_
- b. LA TASA DE ROTACIÓN ANUAL DE LOS EMPLEADOS DE NIVEL ADMINISTRATIVO ALTO, TALES COMO, GERENTES DE AREA, JEFES DE SECCION, ETC, ES:
  1. ALTA \_\_\_\_\_
  2. MEDIA \_\_\_\_\_
  3. BAJA \_\_\_\_\_

c. LA TASA DE ROTACIÓN ANUAL DE LOS EMPLEADOS DE NIVEL JERARQUICO MEDIO, TALES COMO, SUPERVISORES, INSPECTORES, TECNÓLOGOS, ETC, ES:

1. ALTA \_\_\_\_\_ 2. MEDIA \_\_\_\_\_ 3. BAJA \_\_\_\_\_

d. LA TASA DE ROTACIÓN ANUAL DE LOS EMPLEADOS DE NIVEL JERARQUICO BAJO (OPERARIOS) ES:

1. ALTA \_\_\_\_\_ 2. MEDIA \_\_\_\_\_ 3. BAJA \_\_\_\_\_

e. COMO CONSIDERA USTED LA TASA DE AUSENTISMO DE SU EMPRESA?

1. ALTA \_\_\_\_\_ 2. MEDIA \_\_\_\_\_ 3. BAJA \_\_\_\_\_

f. CUAL ES EL NIVEL DE EDUCACIÓN DE LA MAYORIA DE LOS OPERARIOS QUE TIENE A CARGO LA RESPONSABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO?

1. PRIMARIA \_\_\_\_\_ 2. BACHILLER \_\_\_\_\_ 3. C.A.P SENA \_\_\_\_\_ 4. TECNÓLOGOS \_\_\_\_\_ 5. OTRO \_\_\_\_\_

g. CUAL ES EL GRADO DE EDUCACIÓN DEL NIVEL ADMINISTRATIVO ALTO DE SU ORGANIZACIÓN?

1. BACHILLER \_\_\_\_\_ 2. TECNÓLOGO \_\_\_\_\_ 3. UNIVERSITARIO \_\_\_\_\_ 4. ESPECIALIZACIÓN \_\_\_\_\_ 5. MAESTRIA O Phd \_\_\_\_\_ 6. OTRO \_\_\_\_\_

h. EXISTE PLAN ESTRATÉGICO PARA LA ORGANIZACIÓN?

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

i. SI CONTESTO AFIRMATIVAMENTE A LA ANTERIOR PREGUNTA: ¿COMO SE INVOLUCRA EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, DENTRO DE ESTE PLAN ESTRATEGICO?

1. DE MANERA DINAMICA \_\_\_\_\_ 2. DE MANERA PASIVA \_\_\_\_\_ 3. POR FIGURAR \_\_\_\_\_ 4. OTRA \_\_\_\_\_

j. LA EMPRESA SE PREOCUPA POR CAPACITAR A SU PERSONAL ADMINISTRATIVO Y OPERATIVO ADECUADAMENTE, RESPONDIENDO A LAS NECESIDADES REALES DEL GIRO DE NEGOCIO DE LA COMPAÑÍA Y SATISFACIENDO LAS NECESIDADES DE APRENDIZAJE DE SUS EMPLEADOS?

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

k. EXISTE BUEN CLIMA LABORAL EN EL SITIO DE TRABAJO TANTO PARA LOS EMPLEADOS ADMINISTRATIVOS COMO PARA LOS OPERATIVOS?

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

l. EXISTE ALGUN TIPO DE BONIFICACIÓN ADICIONAL AL SALARIO DE LOS OPERARIOS DE LA PARTE DE PRODUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y CALIDAD?

1. PAGO DE HORAS EXTRAS \_\_\_\_\_ 2. POR ALTA PRODUCCIÓN \_\_\_\_\_  
2. POR MERITOS OCACIONALES \_\_\_\_\_ 3. POR EFICIENCIA \_\_\_\_\_  
5. OTRO \_\_\_\_\_

m. LA EMPRESA OFRECE ESTABILIDAD LABORAL, CONDICIONES SOCIALES PARA LA FAMILIA DEL EMPLEADO Y AMBIENTE DE TRABAJO FAVORABLE LIBRE DE PROBLEMAS FISICOS Y SICOLOGICOS?

1. SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

n. LAS METAS ORGANIZACIONALES SON PROMOVIDAS EN TODOS LOS NIVELES DE LA ORGANIZACIÓN, ES DECIR, DESDE LA ALTA DIRECCIÓN HASTA LOS OPERARIOS?

1. SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

ñ. LA EMPRESA PROMUEVE EL TRABAJO EN EQUIPO CON EL FIN DE PROMOVER IDEAS DE LOS PROPIOS EMPLEADOS?

1. SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

o. COMO ES LA RELACION CON LOS PROVEEDORES DE LAS MATERIAS PRIMAS DE SU EMPRESA?

1. EXCELENTE \_\_\_\_\_ 2.BUENA \_\_\_\_\_ 3. REGULAR \_\_\_\_\_  
4. MALA \_\_\_\_\_ 5.PESIMA \_\_\_\_\_

p. HACEN SELECCIÓN DE SUS PROVEEDORES POR CUAL DE LOS SIGUIENTE MEDIOS?

1. POR PRECIO \_\_\_\_\_ 2.POR MONOPOLIO DE MERCADO \_\_\_\_\_  
3. POR CALIDAD \_\_\_\_\_ 4. OTRO \_\_\_\_\_

q. LA SATIFACCION DE SUS CLIENTES LA CONSIDERAN?

1.ALTA \_\_\_\_\_ 2.MEDIA \_\_\_\_\_ 3.BAJA \_\_\_\_\_

r. EL PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO ESTA INTEGRADO AL PRESUPUESTO GENERAL DE LA EMPRESA?

1. SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

**s. EXISTE EN SU ORGANIZACIÓN UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
INDEPENDIENTE FÍSICA Y FUNCIONALMENTE DEL DEPARTAMENTO DE  
PRODUCCIÓN?**

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

**DE PROCESO**

a. BAJO CUAL DE LOS SIGUIENTES ESQUEMAS SE LLEVAN A CABO LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN:

- Producción basada en pronóstico de venta.
- Producción llevada a cabo bajo pedidos de clientes
- Ensamble bajo ordenes específicas
- Diseño y construcción bajo pedidos específicos.

b. CUANTOS TURNOS DE PRODUCCIÓN TIENE LA EMPRESA REGULARMENTE?

1. UNO \_\_\_\_ 2. DOS \_\_\_\_\_ 3. TRES \_\_\_\_\_

c. CUAL ES EL TIEMPO DE CADA TURNO DE PRODUCCIÓN?

1. SIETE HRs \_\_\_\_ 2. OCHO HRs \_\_\_\_ 3. DOCE HRs \_\_\_\_ 4. OTRO \_\_\_\_

d. EN PROMEDIO ¿CUÁNTOS OPERARIOS ESTAN ADSCRITOS A PRODUCCIÓN?

1. ENTRE 1 Y 10 \_\_\_\_ 2. ENTRE 11 Y 30 \_\_\_\_ 3. ENTRE 31 Y 50 \_\_\_\_  
4. ENTRE 51 Y 80 \_\_\_\_ 5. MAS DE 81 \_\_\_\_ 6. OTRO \_\_\_\_\_

e. EN PROMEDIO ¿CUÁNTOS TÉCNICOS PERTENECEN AL AREA DE MANTENIMIENTO? (MECÁNICOS, ELECTRICISTAS, ETC)

1. ENTRE 1 Y 10 \_\_\_\_ 2. ENTRE 11 Y 30 \_\_\_\_ 3. ENTRE 31 Y 50 \_\_\_\_  
4. ENTRE 51 Y 80 \_\_\_\_ 5. MAS DE 81 \_\_\_\_ 4. OTRO \_\_\_\_\_

f . DURANTE LA MAYOR PARTE DEL AÑO, ¿CUÁL ES EL PORCENTAJE DE OPERACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA?

1. DE 1 – 20% \_\_\_ 2. DE 21- 40%\_\_\_ 3. DE 41 – 60%\_\_\_ 4.DE 61 – 80%\_\_ 5.  
DE 80 – 100%\_\_\_

g. MIDEN LA PRODUCTIVIDAD DE SU PERSONAL OPERATIVO?

1.SI\_\_\_ COMO? 2.NO\_\_\_\_\_

h. EN LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, ¿ES TENIDO EN CUENTA EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, ESTABLECIENDO PRIORIDADES Y NECESIDADES REALES DE LOS EQUIPOS?

1.SI\_\_\_\_\_ 2.NO\_\_\_\_\_

i. LOS PROBLEMAS CON LA MAQUINARIA, HAN OCACIONADO INCUMPLIMIENTO DE ALGUNOS PEDIDOS DE SUS CLIENTES?

1.SIEMPRE\_\_\_ 2.REGULARMENTE\_\_\_ 3.POCO\_\_\_ 4.NUNCA\_\_\_

j. EL NUMEROS DE DEFECTOS DURANTE EL PROCESO PRODUCTIVO CON RELACION A LA PRODUCCIÓN TOTAL DE UN DIA ES:

1.ALTO(mas del 5% de defectuosos)\_\_ 2.MEDIO(entre 2 – 5%)\_\_\_  
2.BAJO(menos del 2% de defectuosos)\_\_\_ 4.CERO DEFECTOS\_\_\_\_\_

k. HAN EXPERIMENTADO REDUCCIÓN DEL PORCENTAJE DE DEFECTUOSOS DE SU PROCESO PRODUCTIVO EN EL ULTIMO AÑO?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

- l. HAN EXPERIMENTADO REDUCCIÓN DEL PORCENTAJE DE RECLAMACIONES DE SUS PRODUCTOS, POR PARTE DE LOS CLIENTES, EN EL ULTIMO AÑO DE PRODUCCIÓN?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

- m. HA HABIDO REDUCCIÓN DE PERSONAL DE OPERACIONES EN EL ULTIMO AÑO?

1.SI \_\_\_\_\_ 3.NO \_\_\_\_\_

- n. ESTÁ LA EMPRESA CERTIFICADA CON ALGUNA NORMA INTERNACIONAL COMO LA ISO?

1.SI \_\_\_\_\_ CUAL? 2.NO \_\_\_\_\_

- ñ. EXISTE RELACION ENTRE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y LAS CONDICIONES SEGURAS DENTRO DE SU EMPRESA?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

- o. REALIZAN ESFUERZOS POR MITIGAR IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES?

1.SI \_\_\_\_\_ QUE HACEN? 2.NO \_\_\_\_\_

DE CARÁCTER OPERATIVO

- a. EL NUMERO DE AVERIAS DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN EN UN TURNO DE TRABAJO ES:

1.ALTO \_\_\_\_\_ 2.MEDIO \_\_\_\_\_ 3.BAJO \_\_\_\_\_ 4.NUNCA \_\_\_\_\_

b. LA MAYORIA DE VECES, ¿QUE TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZAN EN SU EMPRESA?

1.CORRECTIVO \_\_\_\_\_ 2.PREVENTIVO \_\_\_\_\_ 3.PREDICTIVO \_\_\_\_\_  
4.MEJORATIVO \_\_\_\_\_ 5. SISTEMATICO \_\_\_\_\_ 6. OTRO \_\_\_\_\_

c. EL PRESUPUESTO ANUAL ASIGNADO AL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ES EL SUFICIENTE COMO PARA CUBRIR TODAS LAS NECESIDADES DE LOS EQUIPO DE LA EMPRESA?

1. SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

d. EL COSTO DE MANTENIMIENTO DE SUS EQUIPOS, CON RELACION A LOS RESULTADOS O EFICIENCIA OBTENIDOS DE ÉSTOS ES:

1.ALTO \_\_\_\_\_ 2.MEDIO \_\_\_\_\_ 3.BAJO \_\_\_\_\_

e. EL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS DE SUS EQUIPOS ES:

1. MUY ALTO \_\_\_ 2. ALTO \_\_\_ 3.BAJO \_\_\_ 4.NUNCA HAY FALLAS \_\_\_

f. LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO PARA LOS PROCESOS ES:

1. SIEMPRE DISPONIBLE\_\_ 2.REGULARMENTE DISPONIBLE\_\_ 3.NUNCA

g. TIENEN CUANTIFICADO EL COSTO DE MANTENIMIENTO CON RELACION AL COSTO DE PRODUCCIÓN?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

h. EXISTE ALGUN PLAN DE REEMPLAZO DEL STOCK DE REPUESTOS TRADICIONAL POR UN STOCK DE REPUESTOS BASADO EN EL ANALISIS FUNCIONAL?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

- i. LA FUNCION DE MANTENIMIENTO HACE USO DE HERRAMIENTAS INFORMATICAS, TALES COMO, SOFTWARE DE MANTENIMIENTO, ORDENES DE TRABAJO POR COMPUTADOR, ETC?

1.SI \_\_\_\_\_ CUAL SOFTWARE? 2.NO \_\_\_\_\_

- j. QUE ATACA PRINCIPALMENTE EL MANTENIMIENTO EN SU EMPRESA?

1.CONFIABILIDAD \_\_\_\_\_ 2. MANTENIBILIDAD \_\_\_\_\_

3.DISPONIBILIDAD \_\_\_\_\_ 4.PREVENCIÓN DE RIEGOS

5. ANALISIS DE FALLAS \_\_\_\_\_ 6. OTRO \_\_\_\_\_

- k. EXISTE DISPONIBILIDAD DE RECURSO FINANCIERO PARA SUSTITUIR EN CUALQUIER MOMENTO LOS EQUIPOS QUE SUFREN OBSOLESCENCIA MARCADA A TRAVES DEL TIEMPO?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

- l. MIDE EL DETERIORO DE SUS EQUIPOS?

1.SI \_\_\_\_\_ COMO? 2.NO \_\_\_\_\_

- m. POSEEE LA EMPRESA CARTILLAS INSTRUCTIVAS DE INSPECCION DE EQUIPOS, CRITICIDAD DE FALLAS Y RUTAS DE REPARACIÓN DE EQUIPOS?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

- n. LOS OPERARIOS DE PRODUCCIÓN PARTICIPAN DEL MANTENIMIENTO GENERAL DE LOS EQUIPOS?

1.SI \_\_\_\_\_ DE QUE MANERA? 2.NO \_\_\_\_\_

ñ. CUENTA LA EMPRESA CON UNA FUENTE DE INFORMACIÓN DONDE SE ALMACENE TODOS LOS DATOS REFERENTES A LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO **DE FORMA DETALLADA Y ORGANIZADA** DONDE PRETENDA EVALUAR Y CONTROLAR LA GESTION DEL MANTENIMIENTO?

1.SI \_\_\_\_\_ COMO? 2.NO \_\_\_\_\_

o. APROXIMADAMENTE CON CUANTOS INDICADORES DE GESTION ADMINISTRA EL MANTENIMIENTO DE SUS EQUIPOS?

1. UNO \_\_\_\_\_ 2. TRES \_\_\_\_\_ 3. CINCO \_\_\_\_\_

4. NINGUNO \_\_\_\_\_ 5. OTRO \_\_\_\_\_

p. EL NUMERO DE CONFORMIDADES DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS A SUS EQUIPOS DE FORMA PREVENTIVA ES:

1.ALTO \_\_\_\_\_ 2.ACEPTABLE \_\_\_\_\_ 3.MALO \_\_\_\_\_

q. EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA, SE HA SENTIDO ALGUNA VEZ CON SOBRECARGA DE TRABAJOS QUE LE DEBAN REALIZAR A SUS MAQUINAS?

1.SIEMPRE \_\_\_\_\_ 2.FRECUENTEMENTE \_\_\_\_\_  
3.ALGUNAS VECES \_\_\_\_\_ 4. NUNCA \_\_\_\_\_

r. HA AUMENTADO EL COSTO DE MANTENIMIENTO DE SUS EQUIPOS EN EL ULTIMO AÑO?

1.SI \_\_\_\_\_ 2.NO \_\_\_\_\_

s. EL PERSONAL QUE TIENE LA RESPONSABILIDAD DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA, RECIBE CAPACITACION PERIÓDICA EN TEMAS TÉCNICOS?

1.SI \_\_\_\_\_ CON QUE FRECUENCIA? 2.NO \_\_\_\_\_

t. COMO ES LA TASA DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES DENTRO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN?

1.ALTA \_\_\_\_\_ 2.MEDIA \_\_\_\_\_ 3.BAJA \_\_\_\_\_  
4.NUNCA HAY ACCIDENTES \_\_\_\_\_

u. EL GRADO DE OBSOLESCENCIA DE SUS MAQUINAS ES:

1. ALTO \_\_\_\_\_ 2.MEDIO \_\_\_\_\_ 3.BAJO \_\_\_\_\_  
4.UTILIZAN MAQUINAS DE ULTIMA GENERACIÓN \_\_\_\_\_  
5. OTRO \_\_\_\_\_

#### ANEXO B. ENTREVISTA SOBRE ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA ORGANIZACIONAL, ESPECIALMENTE LA FUNCION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1. SI LA ORGANIZACIÓN CUENTA CON PLAN ESTRATÉGICO, EXPLIQUE COMO INVOLUCRAN DENTRO DE ÉSTE, A LA PARTE OPERATIVA DE LA EMPRESA, ES DECIR AREAS COMO PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

2. EXPLIQUE COMO SE REALIZA EL SEGUIMIENTO A LOS PROVEEDORES DE MATERIAS PRIMAS.

3. CUAL ES LA POLÍTICA DE MANEJO DE INVENTARIOS PARA ESTA COMPAÑÍA.

4. EXPLIQUE COMO DISTRIBUYEN EL PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO DENTRO DE LA EMPRESA Y LA MANERA COMO CUANTIFICA EL VALOR GENERADO POR ESTE DEPARTAMENTO A LAS UTILIDADES DE LA EMPRESA, O SI HA GENERADO AHORRO DE COSTOS EN MANTENIMIENTOS.

5. CUALES SON LOS INDICADORES CON LOS CUALES ESTÁ MIDIENDO ACTUALMENTE LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN SU EMPRESA.
6. EN QUE CONSISTEN LOS CURSOS DE CAPACITACION PARA LOS EMPLEADOS DEL AREA TÉCNICA DE LA EMPRESA QUE SE LES IMPARTEN
7. UTILIZAN HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS TALES COMO, DIAGRAMAS DE PARETO, DIAGRAMAS ESPINA DE PESCADO, PARA CLASIFICAR LA INFORMACIÓN RECOJIDA DIA A DIA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS? UTILIZAN ESTA INFORMACIÓN COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA?
8. ¿QUÉ CONOCE SOBRE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)?
9. ESTA LA EMPRESA DISPUESTA A IMPLEMENTAR SISTEMAS GERENCIALES Y OPERATIVOS CON RESULTADO A LARGO PLAZO?
10. EN EL AREA DE MANTENIMIENTO REALIZAN ALGO POR PROMOVER FORMAS NUEVAS DE REALIZAR SU GESTION ADMINISTRATIVA Y OPERATIVA, TALES COMO MANTENIMIENTO PLANIFICADO Y TEMPRANO? COMO?

#### ANEXO C. FORMATO PARA REVISIÓN DOCUMENTAL DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1. Revisión del procedimiento y almacenamiento de las ordenes de trabajos de mantenimiento correctivo durante una semana.
2. Revisión del procedimiento y almacenamiento de las ordenes de trabajos de mantenimiento correctivo diarios durante una semana.
3. Comprobación del inventario de máquinas – herramientas existentes en la organización, utilizando el software de mantenimiento o mediante registros manuales.
4. Verificación de la existencia de las hojas de vida de cada equipo utilizado en el proceso manufacturero.
5. Revisión de catálogos originales de máquinas presentes en el proceso productivo.

6. Verificación de la utilización de los indicadores de gestión, utilizados por las empresas, para administrar y controlar el proceso de mantenimiento industrial.

7. Comprobación de informes escritos a la gerencia de manufactura, sobre la gestión en mantenimiento durante un periodo determinado o con la ejecución o culminación de alguna tarea realizada por el departamento

8. Revisión del plan de mantenimiento que ejecuta la empresa objeto de estudio.

9. Comprobación de la relación existente entre los departamentos de calidad, producción y mantenimiento, para la consecución de resultados y propuestas en beneficio de la empresa.

10. Comprobación de certificados de capacitación técnica a personal involucrado con el mantenimiento de las maquinas.

#### ANEXO D. FORMATO PARA REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS PLANES ESTRATÉGICOS DE LAS EMPRESAS

1. Revisión general del plan estratégico de la organización.

2. Verificación, dentro del plan estratégico, acerca de la participación de los procesos productivos en el mismo.

3. Comprobación de los recursos humanos, tecnológicos y financieros destinados a la función de mantenimiento.

4. Verificación escrita y formal del compromiso de la alta gerencia con estrategias o filosofías tendientes a la optimización de los procesos productivos.

ANEXO E. ENTREVISTA SOBRE EL TPM EN LA EMPRESA MEALS DE COLOMBIA. PLANTA MANIZALES - CALDAS

1. ¿ Como surgió la idea de implementar este sistema?
2. ¿ En que fecha comenzó a implementarse?
3. ¿ Habían realizado en Meals de Colombia, algún plan piloto previo a la implementación total del TPM?
4. ¿ Prepararon al interior de la empresa algunos facilitadores de TPM? ¿ Como los preparó?
5. ¿ Encontraron resistencia por parte del personal, con este nuevo modelo? ¿ Como los solucionaron ?
6. ¿ Que inversión requirió la implementación del programa TPM?
7. ¿ Que beneficios tanto económicos como técnicos, lograron en Meals de Colombia con esta implantación?
8. De acuerdo a la experiencia adquirida con este proceso, ¿Qué o cuales recomendaciones daría a los colegas de otras empresas manufactureras de la region?
9. A partir del TPM ¿La empresa ha implementado algún otro método productivo, tal como ISO 9000 o 14000?

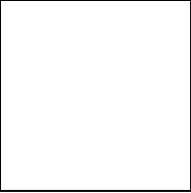
ANEXO F. ENTREVISTA SOBRE EL TPM EN LA EMPRESA MEALS DE COLOMBIA. PLANTA MANIZALES - CALDAS

- 1.- ¿Hay problemas de Compatibilidad entre TPM y otros programas como CALIDAD, ISO 9000 y otros de Mejora Continua?
- 2.- ¿Se podría empezar TPM solamente con Mantenimiento Autónomo y después de un tiempo extenderlo a otros pilares, según la necesidad de la planta?
- 3.- ¿Es TPM un método que resulta exitoso solamente en empresas con cultura japonesa?

- 4.- ¿Es TPM una actividad voluntaria en el piso ( a nivel de los trabajadores) de la planta como son los círculos de calidad?
- 5.- ¿Cómo se puede determinar si una empresa de la region estudiada necesita aplicar TPM?
- 6.- ¿Qué se debe hacer para empezar la Implementación de TPM?
- 7.-¿Cuáles son las fuentes de conocimiento de TPM?
- 8.- ¿Cuanto se necesita invertir en Programas TPM y que relación costo /beneficio se puede esperar con TPM?
- 9.- ¿Hay que hacer algún cambio en el organigrama de la empresa?

#### ANEXO G. FORMATO PARA LA REVISIÓN DOCUMENTAL EN LA EMPRESA MEALS DE COLOMBIA

1. Lectura y descripción de la historia de la empresa.
2. Revisión de los archivos documentales acerca del origen del proyecto de implementación del TPM.
3. Revisión documental de las sesiones de capacitación para los facilitadores internos del TPM.
4. Comprobación documental de la designación de la coordinación del TPM como apoyo permanente al proceso y sirviendo de enlace con la alta directiva de la empresa.
5. Revisión documental de los motivos de selección de la línea de producción piloto para implementar el TPM.
6. Comprobación de los diferentes formatos utilizados en cada proceso de los pilares del TPM
7. Seguimiento documental a la implementación de los pilares básicos del TPM a lo largo de tres años de ejecución.



8. Revisión de las políticas organizacionales paralelas, que sirven como soporte para el desarrollo del TPM en MEALS, tales como, la política de seguridad, medio ambiente, salud y el control total de perdidas.

9. Verificación del plan de mantenimiento planificado para un año y para las diferentes líneas de producción de la empresa.

10. Comprobación directa por medio de formatos escritos, de la participación de los operarios de producción en el mantenimiento autónomo de las líneas de producción.

11. Verificación del mecanismo documental de la medición de los desperdicios de las materias primas utilizadas en el proceso productivo, mediante formatos diarios y asignación de despilfarros.

12. Revisión del sistema general de indicadores de productividad asociados con el Mantenimiento Productivo Total en la empresa Meals.

13. Revisión del plan maestro de TPM durante los tres años anteriores y el cumplimiento de las metas trazadas en lo que va corrido del año 2002.